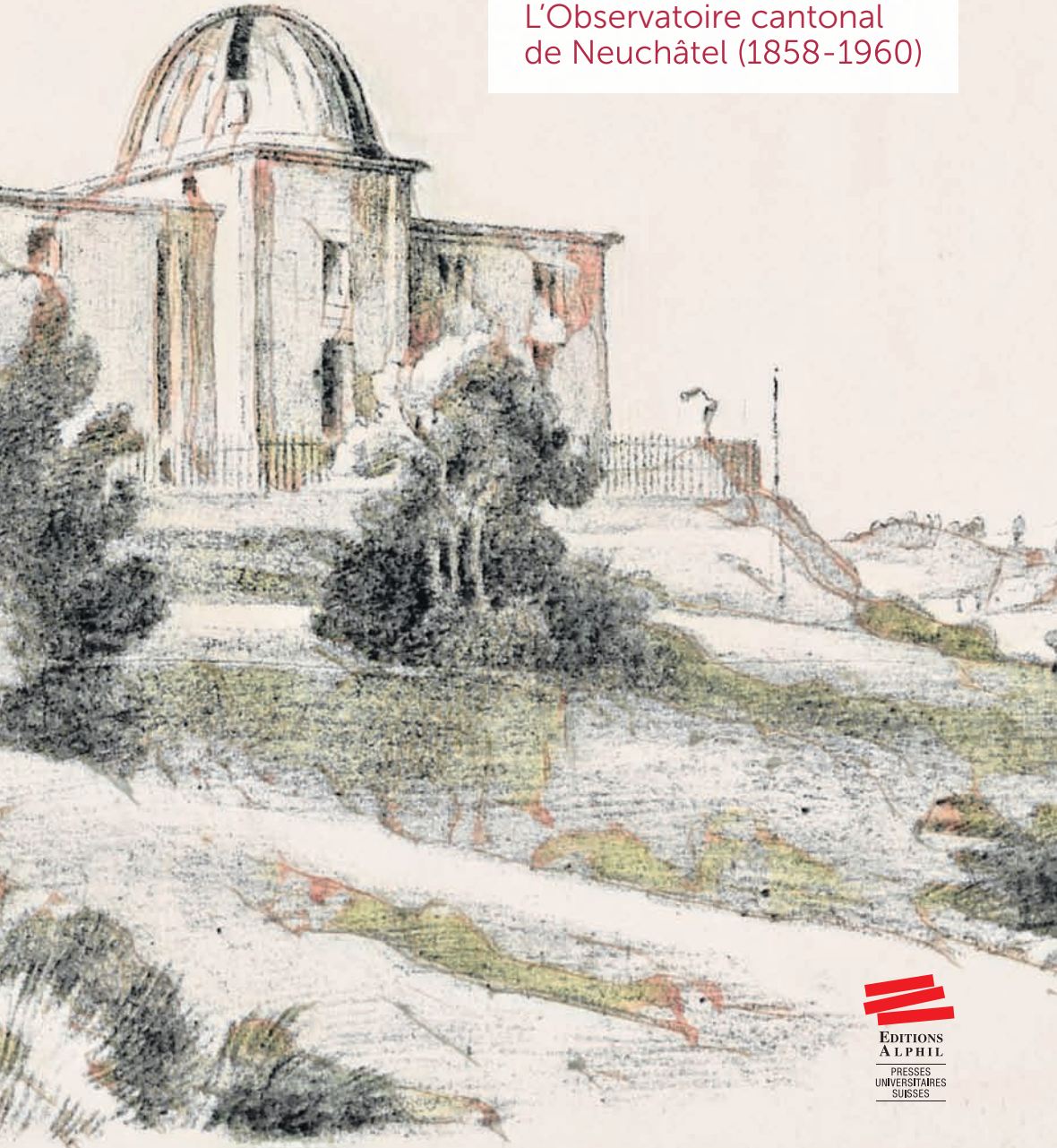
Collection **HISTOIRE**

JULIEN **GRESSOT**

FORGER LE TEMPS

L'Observatoire cantonal de Neuchâtel (1858-1960)



EDITIONS ALPHIL
PRESSES UNIVERSITAIRES SUISSES

Forger le temps

L'Observatoire cantonal de Neuchâtel (1858-1960)

Julien Gressot

Forger le temps

L'Observatoire cantonal de Neuchâtel (1858-1960)

Éditions Alphil-Presses universitaires suisses

© Éditions Alphil-Presses universitaires suisses, 2025
Rue du Tertre 10
2000 Neuchâtel
Suisse

www.alphil.ch

DOI : 10.33055/ALPHIL.00624

ISBN papier : 978-2-88930-705-1
ISBN PDF : 978-2-88930-706-7
ISBN epub : 978-2-88930-707-4

Les Éditions Alphil bénéficient d'un soutien structurel de l'Office fédéral de la culture pour les années 2021-2025.

Publié avec le soutien du Fonds national suisse de la recherche scientifique.

Publié avec le soutien de la Faculté des lettres et sciences humaines de l'Université de Neuchâtel

Illustration de couverture : G. Grisel, Observatoire cantonal de Neuchâtel (1860), dans : Société neuchâteloise d'utilité publique, *Almanach de la République et Canton de Neuchâtel pour 1861*, Neuchâtel, Charles Leidecker, p. 36-37.

Ce livre est sous licence :

Ce texte est sous licence Creative Commons : elle vous oblige, si vous utilisez cet écrit, à en citer l'auteur, la source et l'éditeur original, sans modifications du texte ou de l'extrait et sans utilisation commerciale.

Couverture : maquette et réalisation : Nusbaumer-graphistes sàrl,
www.nusbaumer.ch

Carpe diem

Abréviations

AEN : Archives de l'État de Neuchâtel
AAM : Association Automates & Merveilles
BIH : Bureau international de l'heure
BOGC : Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil
BPUN : Bibliothèque publique et universitaire de Neuchâtel
BSSNN : Bulletin de la Société des sciences naturelles neuchâteloises
BVCF : Bibliothèque de la Ville de La Chaux-de-Fonds
CSEM : Centre suisse d'électronique et de microtechnique
CSH : Chambre suisse de l'horlogerie
DHS : Dictionnaire historique de la Suisse
FH : Fédération suisse des associations de fabricants d'horlogerie
FNS : Fonds national suisse
He-Arc : Haute-École Arc
LTF : Laboratoire Temps-Fréquence de l'Université de Neuchâtel
LSRH : Laboratoire suisse de recherches horlogères
MahN : Musée d'art et d'histoire de Neuchâtel
MCE : Manuel du Conseil d'État
MhL : Château des Monts-Musée d'horlogerie du Locle
MIH : Musée international d'horlogerie de La Chaux-de-Fonds
PZT : Photographic Zenith Tube ou lunette zénithale photographique

RD : Rapport annuel du directeur de l'Observatoire cantonal à la commission d'inspection

SSNN : Société des sciences naturelles neuchâteloises

UBAH : Union des branches annexes de l'horlogerie

USNO : United States Naval Observatory [Observatoire naval des États-Unis]

Préface

Préfacer un ouvrage se situe, pour reprendre une expression chère à Julien Gressot, tout au bout, et comme en dehors déjà, de la « chaîne opératoire » du travail historique. L'auteur de cet ouvrage s'est donné pour objectif de comprendre l'ensemble des processus qui permettent aux observatoires astronomiques de déterminer l'heure exacte, et de la distribuer aux divers acteurs sociaux pour qui cette donnée a du sens et de la valeur. En empruntant aux anthropologues le concept de chaîne opératoire, Gressot donne à voir avec finesse le fonctionnement d'une institution scientifique. D'une manière analogue, les processus qui permettent à la recherche en histoire d'établir de nouvelles connaissances reposent sur une chaîne relativement logique et cohérente d'opérations diverses qui mettent en relation documents, objets et concepts dans un objectif précis : mieux comprendre le passé et, parfois, éclairer le présent.

Au bout de la chaîne opératoire de l'histoire, la poussière des archives compulsées par le chercheur est retombée. Les anciens instruments, qu'on a cherché à « lire » en les examinant sous toutes les coutures, ont retrouvé leurs places dans les présentoirs ou les réserves des musées et observatoires. Le travail conceptuel, espère-t-on, est arrivé à son terme le plus abouti. Le texte s'est stabilisé et reflète aussi bien que possible le résultat de ce travail qui, pour être immatériel, n'en est pas moins ardu. C'est à cette étape de la chaîne qu'intervient le préfacier. Que dire alors qui n'ait pas déjà été exprimé, avec plus de précision, par l'auteur ? Dans le cas d'un livre comme celui-ci, très peu en vérité.

Tout au plus, faut-il souligner l'importance pour l'histoire des sciences d'un ouvrage qui, s'il s'attache à retracer sur un siècle l'histoire d'un observatoire

de taille relativement modeste, l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, en Suisse, n'en est pas moins fondamentale pour aider à la compréhension des rapports qu'entretient l'astronomie avec les sociétés européennes à l'époque de leur industrialisation. Neuchâtel, à cet égard, n'est pas si loin de Greenwich, Paris, Yerkes ou Arecibo, dont les résultats remplissent les livres sur l'histoire de l'astronomie moderne et contemporaine. De Neuchâtel, les spécialistes connaissaient les travaux d'Adolphe Hirsch à propos du temps de réaction dans le domaine de la psychologie expérimentale. Son intense implication dans la pratique d'une astronomie de haute précision avait bien sûr été reconnue comme formant le contexte essentiel de l'émergence de techniques donnant la possibilité de mesurer des phénomènes qui se manifestent à une échelle de temps excessivement petite pour l'époque. Avec l'ouvrage de Julien Gressot, l'étude de l'Observatoire de Neuchâtel prend une tout autre dimension. On y découvre un espace savant et un espace technique qui offrent un point de vue crucial permettant de saisir certains croisements entre les cultures scientifiques, techniques et industrielles dans la seconde moitié du XIX^e^ et la première moitié du XX^e^ siècle.

Qu'apprend-on donc en s'éloignant un peu des grands centres qui sondent à l'aide de lunettes gigantesques les profondeurs de l'univers pour s'attacher aux opérations plus routinières de l'observation des mouvements relatifs des astres du système solaire ? Tout d'abord, que la matière première de toute observation astronomique, le temps lui-même, est quelque chose qui se fabrique au prix d'un effort collectif considérable avec des instruments qui eux-mêmes sont le résultat d'une attention de tous les instants. Donnée multiforme, toujours selon Gressot, l'heure est déterminée sous une forme particulière au sein de la culture des observatoires que connaissent et dont s'inspirent les horlogers du canton. Mais, ce sont les autorités civiles qui donnent l'impulsion initiale pour fonder un nouvel observatoire dont l'objectif serait de certifier la précision des horloges que les premiers produisent dans un contexte de concurrence internationale. Dans un récit qui ne manque pas de souffle, Julien Gressot retrace les différentes étapes du projet et de la fondation de l'Observatoire de Neuchâtel, faisant émerger les mécanismes qui rendent peu à peu le projet imaginable, puis possible et, enfin, indispensable.

Cette étude, en deuxième lieu, fait apparaître l'importance, pour l'analyse des pratiques scientifiques et techniques déployées dans un espace savant, tel que l'Observatoire de Neuchâtel, de les insérer dans un continuum qui va de la mesure quantifiée du temps de passage d'un astre dans le méridien à la diffusion d'un signal horaire dans les stations télégraphiques. C'est ce continuum que l'auteur nomme chaîne opératoire. Le concept, développé

par les paléoanthropologues pour l'étude de la production de silex, devient ici une clé de compréhension fondamentale pour saisir l'articulation entre l'architecture du lieu, les instruments scientifiques qui s'y trouvent, l'organisation hiérarchique du travail qu'on y abat, les différentes activités pratiques comme l'observation, le calcul et la manipulation experte des instruments et, enfin, la production de discours à destination de publics variés. C'est en prêtant attention à l'entièreté de la chaîne opératoire que l'auteur parvient à appréhender le véritable enjeu de l'adjonction du chronographe de Hipp à la lunette d'Ertel et à la pendule sidérale de Winnerl. Plus qu'une simple innovation technique sur un seul appareil ou sur plusieurs, le gain de précision est avant tout le résultat d'une mise en réseau efficace de ces divers instruments fabriqués les uns en fonction des autres.

Mais le signal horaire ainsi produit doit ensuite être conservé, puis diffusé. En ne négligeant pas de discuter ces autres étapes de la chaîne opératoire mise en place par Hirsch, qui, à première vue, peuvent paraître secondaires, Julien Gressot montre qu'elles ne s'appuient pas moins sur des innovations techniques développées par l'astronome et les fabricants qu'il emploie, et avec lesquels il collabore. Dès lors, ce que nous avons appelé les « techniques de l'observatoire », avec Charlotte Bigg et Otto Sibum, trouve dans cet ouvrage un exemple concret, développé avec soin et précision tout au long de l'analyse, des techniques, qui, déployées à une étape de la chaîne opératoire, ont de très bonnes chances de l'être également à toutes les autres. Dans l'Observatoire de Neuchâtel, ces techniques sont mises au service d'un projet qui leur convient parfaitement et elles se diffusent elles-mêmes le long des fils du télégraphe. Elles peuvent aussi, avec plus ou moins de succès, être appliquées à d'autres projets, dans le domaine de l'astrophysique, par exemple.

Mais, après avoir analysé la conception de cette chaîne opératoire étendue, Julien Gressot ne s'en tient pas là. Au contraire, tout ce qu'implique la volonté de Hirsch de maintenir en bon état et d'affiner le fonctionnement de la chaîne opératoire fait l'objet d'une même attention de la part de l'historien. La calibration des instruments, les conditions météorologiques des observations, l'outillage mathématique mobilisé, l'emprise sur l'environnement physique de l'Observatoire, ses sources d'énergie, tout cela entre ici en considération dans le but de produire le signal le plus précis possible. C'est dans ce nouveau cadre que les célèbres travaux de Hirsch sur les temps de réaction trouvent tout leur sens. Le système nerveux de l'observateur, nous rappelle Julien Gressot, devient aux yeux de l'astronome un instrument de précision dont l'erreur expérimentale doit être déterminée aussi bien que celle qu'on peut attribuer à tous les autres. Les diverses

controverses soulevées par ces études, que Gressot résume ici avec brio, montrent que c'est uniquement quand on les considère à l'aune de la chaîne opératoire dans laquelle elles s'insèrent qu'on en saisit parfaitement l'enjeu. Ainsi, pour Hirsch, la conclusion qui s'impose est qu'il faut chercher à automatiser la procédure d'observation.

Cette conclusion nous amène à souligner, au-delà de plusieurs autres, qu'il serait trop long de détailler ici, un troisième grand enseignement qu'on doit tirer de cette étude magistrale, à savoir le caractère structurant des chaînes opératoires pour la périodisation de l'histoire. En effet, le concept que Gressot mobilise pour faire tenir ensemble en synchronie les divers pans de l'activité de l'Observatoire se révèle aussi précieux quand il s'agit de l'aborder diachroniquement. D'abord, on constate que les activités qui consistent à entretenir en bon état la chaîne opératoire sont structurantes pour faire la chronique de la vie d'une institution « bureaucratico-scientifique ». Mais, ensuite et surtout, les modifications apportées à la chaîne opératoire conduisent souvent, par la force des choses, étant donné son caractère holistique, à la mise en place de nouvelles chaînes opératoires.

Dans les derniers chapitres de cet ouvrage, on suit le développement, sous deux directeurs qui se succèdent, de deux nouvelles chaînes opératoires distinctes. S'il est assez conventionnel de vouloir scander l'histoire d'une institution par la suite de ses dirigeants, Gressot rafraîchit cette perspective par le point de vue qu'il a développé. En centrant son étude sur la transformation des chaînes opératoires, il fait clairement apparaître comment les changements à la tête de l'institution conduisent à repenser la cohérence globale des activités de l'Observatoire. Chaque nouveau directeur cherche ainsi à saisir les opportunités nouvelles qui se présentent du fait de modification dans les contextes scientifique, administratif ou technique dans lesquels s'insère l'Observatoire et, par ce fait même, conçoivent de nouvelles chaînes opératoires.

L'ouvrage de Julien Gressot renouvelle donc profondément les études historiques consacrées à l'Observatoire et, plus généralement, à l'histoire des institutions. Dans une perspective métahistorique, on serait tenté d'affirmer que l'introduction réussie du concept de chaîne opératoire conduit à réviser la chaîne opératoire que suivent les historiennes elles-mêmes ou les historiens eux-mêmes. L'histoire des observatoires s'appuie souvent sur de riches archives en tous genres, voire sur de nombreux artefacts précieusement conservés. Seule la virtuosité avec laquelle Gressot arrive de bout en bout à conduire une enquête rigoureusement définie permet de tirer le meilleur

parti de cette exceptionnelle richesse documentaire. En fin de compte, le préfacier n'a plus qu'à admirer le travail produit et espérer qu'il aura donné envie de découvrir par soi-même le résultat de cette virtuosité dont l'heure était sans doute venue.

David Aubin
Janvier 2025

Remerciements

Se lancer dans la réalisation d'une thèse de doctorat, dont est issu cet ouvrage, est une aventure enrichissante et stimulante à bien des égards, mais qui peut apparaître quelquefois éprouvante, et ce d'autant plus lorsque des facteurs extérieurs viennent s'en mêler. Chaque parcours est marqué par ses propres aléas : ici, la pandémie fermant les écoles, les dépôts d'archives et les institutions culturelles, puis une cyberattaque ayant coupé tous les accès informatiques des serveurs de l'Université et donc aux banques de données et aux archives numérisées. Une thèse se révèle alors un apprentissage de la résilience rendant d'autant plus capital de pouvoir compter sur l'ensemble des personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à ce périple. Qu'elles et qu'ils en soient sincèrement remerciés, en priant celles et ceux que j'omettrais de mentionner de m'en excuser.

En achevant ce travail, je ne peux m'empêcher d'avoir une pensée pour le grand spécialiste des instruments scientifiques Paolo Brenni (1958-2021), qui aurait dû figurer dans mon jury de thèse, et pour son épouse, Andrea.

Je tiens à exprimer une reconnaissance particulière à Anton Näf qui m'a épaulé sans compter son temps pour me permettre d'entrer dans les arcanes de la paléographie allemande, bien qu'il récuse ce terme, et de l'étude de l'allemand « de type Sütterlin », afin de transcrire la correspondance du premier directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel. Indispensable, son aide précieuse m'a donné l'occasion de m'imprégner des subtilités de ces écrits, parfois piquants, faisant référence à des événements ou usant de jeux de mots que seul un initié peut réellement comprendre.

Comment ne pas mentionner l'apport inestimable de Romain Jeanneret, collaborateur scientifique au sein de notre projet sur l'Observatoire et conservateur-restaurateur, grâce auquel j'ai pu non seulement aborder la matérialité des instruments scientifiques et les chaînes opératoires avec un autre regard que celui de l'historien, mais aussi et surtout nouer une amitié sincère avec ce Vallonier têtu.

Mes remerciements vont également aux institutions et aux personnes qui ont facilité mes recherches : Emma Saunders, Nathanaëlle Delachaux, l'équipe des Tyne & Wear Archives, Salomon Rizzo et les archives de l'État de Neuchâtel, le centre d'étude « l'Homme et le Temps », Nicole Bosshart et l'association Automates & Merveilles, Louise Devoy, Ileana Chinnici, François Vernotte, Ricardo Barbosa, Daniel Belteki, les observatoires d'Abbadia (Château) à Hendaye, d'Athènes, de Besançon, de Bruxelles, de Cambridge, de Genève, de Greenwich, de Palerme, de Paris, de Yerkes, Gaetano Mileti et Patricia Desmeules, Régis Huguenin-Dumittan, Nathalie Marielloni, Morghan Mootoosamy et le MhL, le MIH, le MahN, la He-Arc, Régis Bertholon, le Musée d'histoire de La Chaux-de-Fonds, Myriam Minder, Francesco Garufo, la Cambridge Library et le CSEM. Mes collègues avec lesquels j'ai partagé plus qu'un bureau, de nombreux cafés et un frigo : Amandine, Magali, Anne-Valérie, Fabrice, Aude, Marco, Catherine, Romain, Coraline, Viktorya, César, Laura, Ramazan, Jordi, Nadège, Juan, Marc, Olivier, Olivier, Nicolas, Ramon, Clotilde et Loïc. Enfin, une gratitude particulière pour la Fondation Watch Academy et Pierre Gygax ainsi que le MIH et la Fondation Maurice-Favre de m'avoir attribué la bourse Horizon Gaïa 2022.

Mes plus vifs remerciements vont aussi à mon directeur de thèse, Gianenrico Bernasconi, également chargé du projet « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel (1858-1948) : cultures de la précision, économie de la qualité et "marchandisation" de l'heure », soutenu par le FNS, auquel j'adresse ma gratitude, et à l'Institut d'histoire de l'Université de Neuchâtel.

J'exprime aussi ma reconnaissance envers David Aubin qui a accepté de préfacer cet ouvrage, concluant en quelque sorte ou débutant, la chaîne opératoire de ce texte, ainsi qu'à la maison d'édition Alphil pour la publication de mon travail.

Je remercie encore mes relectrices et relecteurs : Gianenrico Bernasconi, Gaetano Mileti, Jérôme Lamy, Magali Michelet, Marcel Jacquat, Francesco Garufo, Marco Storni, Catherine Herr-Laporte, Romain Jeanneret, Ariane Gressot et Serge Rubi, ainsi que François Lapeyronie pour ses remarques pertinentes.

Enfin, ce travail n'aurait jamais pu aboutir sans le soutien indéfectible de ma famille et, en premier lieu, d'Aurélie qui veille sur moi tel un astre au méridien de ma galaxie, ainsi que Loan et Anakin qui me permettent de prendre du recul sur les turpitudes académiques avec leurs joyeuses effronteries. Je pense aussi à Vincent, Katia, Ariane, Serge, Nanou et Jean-Claude, malheureusement parti trop tôt pour voir ce travail prendre forme, Josette, Johan et Sara, Fredy et Malou, Émilie, Jérémie et Nathalie et le reste de ma fabuleuse famille.

Introduction : L'Observatoire cantonal de Neuchâtel[1]

L'Observatoire cantonal de Neuchâtel est fondé en 1858 avec pour fonction le soutien à l'industrie horlogère régionale[2]. Pour y parvenir, deux missions principales lui échoient : la transmission quotidienne de l'heure aux localités horlogères et le contrôle de la qualité des

[1] Le présent ouvrage est tiré de la thèse de doctorat « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel et la mesure du temps (1858-1960) : instruments scientifiques, acteurs et espaces savants », Neuchâtel, thèse soutenue le 23 février 2024 à l'Université de Neuchâtel.

[2] Pour une première approche de l'évolution de l'Observatoire, voir : Trueb Lucien, *L'Observatoire de Neuchâtel. Son histoire de 1858 à 2007*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 2012. Cet utile ouvrage retrace, sous la forme d'une chronique, les événements survenus au sein de l'institution de 1858 à 2007. Sur l'horlogerie neuchâteloise : Landes Daniel, *L'Heure qu'il est. Les horlogers, la mesure du temps et la formation du monde moderne,* Paris, Les Belles Lettres, 2017 [1987], particulièrement pp. 347-367 et pp. 389-409 ; Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de La Chatière, 2008 ; Donzé Pierre-Yves, *Les Patrons horlogers de La Chaux-de-Fonds (1840-1920). Dynamique sociale d'une élite* industrielle, Neuchâtel, Alphil, 2007 ; Barrelet Jean-Marc, « L'horlogerie neuchâteloise dans le canton de Neuchâtel », Cardinal Catherine, Jéquier François, Barrelet Jean-Marc et Beynier André (éd.), *L'Homme et le temps en Suisse 1291-1991*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1991, pp. 147-154. Sur l'histoire de l'horlogerie de manière générale : Turner Anthony, Nye James et Betts Jonathan (eds.), *A General History of Horology*, Oxford, Oxford University Press, 2022 ; Donzé Pierre-Yves, *Des nations. Des firmes et des montres. Histoire globale de l'industrie horlogère de 1850 à nos jours*, Neuchâtel, Livreo-Alphil, 2020 ; Donzé Pierre-Yves, *Histoire de l'industrie horlogère suisse : de Jacques David à Nicolas Hayek (1850-2000)*, Neuchâtel, Alphil, 2009 ; Dohrn-van Rossum Gerhard, *L'Histoire de l'heure. L'horlogerie et l'organisation moderne du temps*, Paris, Maison des sciences de l'homme, 1997 ; Landes Daniel, *L'Heure qu'il est…* ; Dubois Pierre, *Histoire de l'horlogerie*, Paris, Decoopmans, 2017 [1849].

produits déposés par les fabricants[3]. Fermé dans une précipitation certaine en 2007 par les autorités politiques, l'établissement demeure dans la mémoire collective pour son horloge parlante et l'annonce de l'heure : « Au prochain top, il sera… »[4] Hormis quelques mentions par des historiens tels qu'Alfred Chapuis et Auguste Bachelin, l'Observatoire n'a pas véritablement suscité l'intérêt de la recherche durant son existence et est demeuré un acteur de la vie neuchâteloise relativement discret, hormis, sans doute, pour le cénacle des horlogers et des spécialistes de la mesure du temps, passionnés de l'histoire de leur branche[5]. Sur le plan historiographique, il est frappant de constater la relative invisibilité de l'institution jusqu'au moment où la fermeture de l'établissement est mise à l'ordre du jour. C'est à cette occasion que des études plus approfondies commencent à voir le jour, principalement pour offrir un premier aperçu de son patrimoine archivistique, instrumental et architectural, dont l'avenir apparaissait alors incertain[6]. Une fois le temps de l'urgence politique passé, un examen plus fouillé a été effectué dans le cadre du projet OBS de la He-Arc, dirigé par Christian Degrigny, portant sur les objets et les espaces de l'Observatoire dans une perspective de conservation-restauration, fournissant ainsi un outil

[3] Sur ce lien entre horlogerie et Observatoire de Neuchâtel, voir : Schmidgen Henning, « Time and noise: the stable surroundings of reaction experiments, 1860-1890 », *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 34, 2003, pp. 237-275 ; Canales Jimena, « Exit the frog, enter the human: physiology and experimental psychology in nineteenth-century astronomy », *The British Journal for the History of Science*, 34, 2001, pp. 173-197. Voir aussi : Lamy Jérôme et Soulu Frédéric, « L'émergence contrariée du chronographe imprimant dans les observatoires français (fin XIXe-début XXe siècle) », *Annals of Science*, 72, 1, 2015, pp. 75-98.

[4] Concernant le nombre de tops vocaux, notons qu'ils ont évolué et que l'annonce radiophonique « du troisième top » correspond à la période d'activité la plus récente. La décision de fermer l'institution a été prise dans un climat extrêmement tendu, coïncidant notamment avec le dépôt d'une plainte pénale. Les attributions de l'Observatoire ont été en partie reprises par le LTF et le CSEM.

[5] Bachelin Auguste, *L'Horlogerie neuchâteloise*, Neuchâtel, Attinger Frères, 1888, pp. 175-183 ; Jacquet Eugène et Chapuis Alfred, *Histoire et technique de la montre suisse de ses origines à nos jours*, Bâle, Olten ; Urs Graf, 1945, pp. 191-196 ; Chapuis Alfred, *Histoire de la pendulerie neuchâteloise*, Genève, Éditions Slatkine, 1983 [1917], pp. 421-424.

[6] Les instruments scientifiques et les archives de l'institution ont été mis en péril à plusieurs périodes, notamment lors de la transition entre les méthodes astronomiques et le temps atomique, ainsi que lors de la fermeture de l'institution, débouchant sur des pertes et des destructions difficiles à estimer. Toutefois, une partie importante a pu être préservée au sein du MIH, pour les instruments, et aux AEN, pour les archives. Pour une approche relative aux instruments de l'Observatoire : Babey Virginie, « L'observatoire chronométrique de Neuchâtel. Évaluation et évolution d'une société de services à travers ses instruments scientifiques de la deuxième moitié du XIXe à la première moitié du XXe siècle », Gilomen Hans-Jörg, Müller Margrit et Tissot Laurent (Hrsg.), *Dienstleistungen: Expansion und Transformation des dritten Sektors (15.-20. Jahrhunderts)* [Les services : Essor et transformation du secteur tertiaire (XVe-XXe siècles)], Zurich, Chronos, 2007, pp. 329-344. Pour les questions architecturales : Piguet Claire, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel : une architecture et un ensemble décoratif », *Revue historique neuchâteloise*, nos 3-4, 2003, pp. 307-329. Voir encore : Babey Virgine et Piguet Claire, « La recherche de l'exactitude », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 224-243.

d'analyse de cet héritage technique et scientifique qui sommeille aujourd'hui encore dans des réserves muséales[7]. Cette enquête de la He-Arc s'inscrit à part entière dans la lignée des opérations de sauvegarde des collections de l'Observatoire en se focalisant sur les instruments scientifiques sans pour autant utiliser la richesse des fonds d'archives à disposition[8]. Illustration d'un passage progressif du temps de la mémoire à celui de l'histoire, en 2018, le projet du FNS intitulé « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel (1858-1948) : cultures de la précision, économie de la qualité et "marchandisation" de l'heure », débute avec trois axes de recherche, comprenant la « marchandisation » de l'heure, une économie de la qualité et les cultures de la précision, ce dernier volet étant l'objet du présent travail[9]. L'ambition de notre démarche est d'élaborer une réflexion historique intégrant l'Observatoire de Neuchâtel dans un cadre plus large en lien avec l'histoire du canton de Neuchâtel et de la Suisse, l'histoire des sciences et des techniques, de l'horlogerie, des observatoires et des institutions scientifiques internationales et de la mesure du temps.

Cette recherche entend aborder l'Observatoire cantonal de Neuchâtel dans la perspective d'une histoire matérielle et technique de la détermination

[7] Degrigny Christian, Jeanneret Romain, et Rapp Guillaume, *Projet OBS. Approche pluridisciplinaire intégrée pour l'étude et la conservation de la collection d'objets de l'Observatoire chronométrique de Neuchâtel*, Suisse, Rapport final, 2016, non publié. À propos des dépôts muséaux, la bourse Horizon Gaïa 2022 m'a été attribuée afin de vérifier et de compléter les inventaires du Musée international d'horlogerie de La Chaux-de-Fonds, institution préservant la majorité des instruments de l'Observatoire. Signalons que le projet « Des étoiles aux atomes… L'Observatoire cantonal de Neuchâtel » porté par l'AAM entend mettre en place une exposition associant trois musées du canton de Neuchâtel (MIH, MhL et MahN) et l'association Espace-Temps pour valoriser l'histoire et les instruments de l'établissement.

[8] Le patrimoine technique et scientifique est pour ainsi dire à l'ordre du jour depuis le tournant du siècle avec, par exemple, des opérations d'inventaire menées en France : Le Guet-Tully Françoise et Davoigneau Jean, « L'inventaire et le patrimoine de l'astronomie : l'exemple des cercles méridiens et de leurs abris », *In Situ* [En ligne], 6 | 2005, mis en ligne le 15 mai 2012, consulté le 3 octobre 2019. URL : http://insitu.revues.org/9177 ; DOI : 10.4000/insitu.9177. En Angleterre, un projet intitulé « Tools of Knowledge » est en cours pour mieux connaître et préserver les instruments scientifiques en Grande-Bretagne : Tools of Knowledge – Modelling the Creative Communities of the Scientific Instrument Trade, 1550-1914. Pour une première approche sur les instruments scientifiques : McConnell Anita, « Instruments and instruments makers, 1700-1850 », Buchwald Jed et Fox Robert, *The Oxford Handbook of the History of Physics*, Oxford, Oxford University Press, 2013, pp. 584-650, pp. 326-357 ; Helden Albert van, « The birth of the modern scientific instrument », Burke John (ed.), *The Uses of Science in the Age of Newton*, Berkeley, University of California Press, 1983, pp. 49-84 ; L'Estrange Turner Gerard, *Nineteenth-Century Scientific Instruments*, Londres, Sotheby Publications, 1983 ; Daumas Maurice, *Les Instruments scientifiques aux XVII^e^ et XVIII^e^ siècles*, Paris, Presses universitaires de France, 1953.

[9] La problématique de la « marchandisation » du signal horaire de l'Observatoire de Neuchâtel est traitée par Gianenrico Bernasconi, tandis que celle touchant à une économie de la qualité constitue le cadre de la thèse de doctorat d'Amandine Cabrio. Pour une réflexion sur les différences entre histoire et mémoire autour de la question du patrimoine scientifique : Lamy Jérôme, « La tension histoire/mémoire dans la valorisation du patrimoine scientifique et technique : une perspective critique », *Cahiers François Viète*, II, 3, 2010, pp. 7-35.

scientifique de l'heure, dans le sens où elle s'appuiera sur les dispositifs et les instruments d'une histoire scientifique, en envisageant l'évolution de la mesure du temps au sein de l'institution, et d'une histoire culturelle, puisque nous nous intéresserons aux gestes et aux conceptions des praticiens de la précision ainsi qu'au signifiant de ce terme pour les différents acteurs concernés par la marche de l'établissement. Deux aspects seront au cœur de notre étude : d'une part, le politique, en raison du rôle de l'institution dans la mise en œuvre d'une politique économique portée par l'État de Neuchâtel, et, d'autre part, l'industrie horlogère, pour laquelle l'Observatoire a été fondé afin de certifier la qualité des garde-temps. Ainsi, les interactions entre politique, économie et science constitueront un axe central de notre analyse, afin de comprendre les raisons d'être et l'évolution de l'établissement[10].

Insistons sur le rôle de la culture matérielle dans notre étude, que nous utilisons en tant que source dans le but d'étudier le fonctionnement de l'institution[11]. Ce procédé nous permet d'investiguer les pratiques et les gestes des acteurs qui ne sont pas ou peu décrits dans les sources. Cela donne aussi à voir les stratégies employées pour améliorer la précision des données en réduisant les sources d'erreur, particulièrement le facteur humain de l'acte d'observation. En astronomie, ce facteur est appelé « équation personnelle » – le temps de réaction propre à chaque individu entrant en ligne de compte dans l'observation astronomique – et représente un enjeu épistémologique majeur pour la production des données, et pour la science en général, puisqu'il s'agit d'objectiver le sujet[12].

---

[10] Sur les liens entre sciences, économie et politiques, voir : Bonneuil Christophe et Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. Tome 3. Le siècle des technosciences*, Paris, Le Seuil, 2015 ; Pestre Dominique, *Le Gouvernement des technosciences. Gouverner le progrès et ses dégâts depuis 1945*, Paris, La Découverte, 2014 ; Pestre Dominique, *À contre-science. Politiques et savoirs des sociétés contemporaines*, Paris, Le Seuil, 2013 ; Pestre Dominique, *Science, argent et politique. Un essai d'interprétation*, Paris, Quae, 2003 ; Schaffer Simon et Shapin Steven, *Leviathan et la pompe à air : Hobbes et Boyle entre science et politique*, Paris, La Découverte, 1993.

[11] Bernasconi Gianenrico, « L'objet comme document. Culture matérielle et cultures techniques », *Artefact*, 4, 2016, pp. 31-47 ; Hicks Dan et Beaudry Mary (eds.), *The Oxford Handbook of Material Culture Studies*, Oxford, Oxford University Press, 2010.

[12] Sur l'objectivité, voir : Porter Theodore, *La Confiance dans les chiffres. La recherche de l'objectivité dans la science et dans la vie publique*, Paris, Les Belles Lettres, 2017 ; Schaffer Simon, « Modernité et métrologie », Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs*, tome 2 : Raj Kapil et Sibum Otto (éd.), *Modernité et globalisation*, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 115-141 ; Schaffer Simon, « Les cérémonies de la mesure. Repenser l'histoire mondiale des sciences », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 2, 2015, pp. 409-435 ; Schaffer Simon, « Une manufacture d'ohms. La métrologie de la fin de l'ère victorienne et son instrumentation », Schaffer Simon, *La Fabrique des sciences modernes*, Paris, Le Seuil, 2014, pp. 297-332 ; Buchwald Jed, « Measurements and experimental knowledge in the early modern era », *Archive for History of Exact Sciences*, 60, 6, 2006, pp. 565-649 ; Golinski Jan, « "The nicety of experiments": precision of measurement and precision of reasoning in late eighteenth-century chemistry », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision…,* pp. 72-91 ; Schaffer Simon, « Accurate measurements

Cet aspect a suscité de nombreux débats en astronomie sur la nature de cette erreur, au sein desquels l'Observatoire cantonal de Neuchâtel a joué un rôle important durant les années 1860[13]. Si ce rôle de précurseur de l'institution a été relevé à juste titre, il n'a pas été envisagé en tant que phénomène couvrant l'entièreté de l'existence de l'Observatoire et même, plus généralement, en astronomie, de cette volonté d'objectiver la fabrication de données en réduisant l'influence du facteur humain. Dans ce travail, cet aspect sera considéré comme un fil conducteur pour l'analyse des transformations épistémiques et matérielles de l'établissement. Notre objectif est d'examiner les modalités et les stratégies adoptées par une institution scientifique pour se positionner en tant que référence dans le domaine de la mesure du temps, tout en s'intégrant au réseau international des observatoires astronomiques au cours des XIXe-XXe siècles. Quelle place occupe l'Observatoire cantonal de Neuchâtel dans l'histoire de la mesure du temps ? Quel rôle a-t-il joué dans la production, la conservation et la transmission de l'heure exacte, et comment cette mission a-t-elle évolué au fil du temps et des innovations techniques ? De quelle manière l'institution s'est-elle insérée dans les réseaux scientifiques et comment a-t-elle réussi à faire reconnaître la valeur de ses données ? Enfin, comment se forge concrètement le temps astronomique à travers les instruments, les gestes et les procédures d'observation ? Afin de répondre à ces interrogations, il convient d'abord de définir plus précisément notre objet d'étude.

Les observatoires : définition et spécificités

Il s'agit de saisir ici les pratiques de la fabrication du temps au sein d'une institution scientifique particulière : un observatoire astronomique[14]. Le XIXe siècle correspond à un âge d'or pour les observatoires qui remplissent

is an english science », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision…,* pp. 135-172 ; Gooday Graeme, « Precision measurement and the genesis of physics teaching laboratories in Victorian Britain », *British Journal for the History of Science*, 23, 1990, pp. 25-51 ; Kula Witold, *Les Mesures et les hommes*, Paris, Fondation de la Maison des sciences de l'homme, 1984 ; Daumas Maurice, « Precision measurement and physical and chemical research in the eighteenth century », Crombie Alistair (ed.), *Scientific Change: Historical Studies in the Intellectual, Social and Technical Conditions for Scientific Discoveries and Technical Invention from Antiquity to the Present,* Londres, Heinemann, 1961, pp. 418-430.

[13] Schmidgen Henning, *Hirn und Zeit. Die Geschichte eines Experiments, 1800-1950*, Berlin, Matthes & Seitz, 2009 ; Canales Jimena, « Exit the frog, enter the human… » ; Schaffer Simon, « Astronomers mark time : discipline and the personal equation », *Science in context*, 2, 1, 1988, pp. 115-145.

[14] Pour une définition du terme « observatoire » : Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Duke, Duke University Press, 2010 ; Nasim Omar, « Observatorium », Sommer Marianne, Müller-Wille Staffan et Reinhardt Carsten (Hrsg.), *Handbuch Wissenschaftsgeschichte*, Stuttgart, J. B. Metzler, 2017, pp. 180-192.

alors de multiples fonctions fondamentales au niveau scientifique, social, économique, politique et symbolique[15]. La recherche historique a constaté la forte augmentation de leur nombre au cours de cette période[16]. Loin de n'être que des institutions scientifiques habitées par des savants solitaires, comme le véhicule la culture populaire[17], les observatoires sont au cœur des politiques de l'innovation[18]. Proches des sphères de pouvoir, indispensables à la construction des États-nations et des empires, ces établissements ont ainsi pu être qualifiés de « temple de la science », aspect parfois directement incarné dans la conception architecturale du bâtiment, tels les observatoires de Königsberg et de Berlin, dont le plan évoque une église en forme de croix latine[19]. Dans un contexte d'accélération des temporalités, l'objectif des administrateurs de l'État est de maîtriser de vastes aires spatio-temporelles, faisant de l'astronomie pratique et de la géodésie – une discipline étudiant la forme de la Terre – de précieux auxiliaires au service de technologies émergentes, comme les chemins de fer et la télégraphie[20]. Dès lors, le

[15] Sur les nombreuses fonctions d'un observatoire : Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth…*, particulièrement pp. 1-4.

[16] Parmi un nombre important de références qui ont constaté cette croissance, voir particulièrement : Hermann Dieter, « An exponential law for the establishment of observatories in the nineteenth-century », *Journal for the History of Astronomy*, 4, 1973, pp. 57-58 ; Howse Derek, « The Greenwich list of observatories : a world list of astronomical observatories, instruments and clocks », *Journal for the History of Astronomy*, 17, 1986, pp. 1-89.

[17] Voir par exemple : Hergé, *L'Étoile mystérieuse*, Tournai, Casterman, 1942.

[18] Aubin David, Bigg Charlotte, Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth…*, p. 2.

[19] Sur la forme de l'Observatoire de Königsberg : Smith Robert, « Remaking astronomy: instruments and practice in the nineteenth and twentieth centuries », Nye Mary Jo (ed.), *The Cambridge History of Science, vol. 5 : The Modern Physical and Mathematical Sciences*, Cambridge, Cambridge University Press, 2003, pp. 154-173, p. 156. Sur la forme de l'Observatoire de Berlin : Chapman Allan, « The astronomical revolution », Fauvel John, Flood Raymond et Wilson Robin (eds.), *Möbius and his Band: Mathematics and Astronomy in Nineteenth-Century Germany*, Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 35-77, p. 58. Au sujet de cette notion de temple de la science : Nasim Omar, « Observatorium… », p. 182 ; Markkanen Tapio, « The development of the classical observatory: from a functional shelter for the telescope to the temple of science », *Acta Baltica Historiae et Philosophiae Scientiarum*, 1, 2, 2013, pp. 38-52. Cette idée est aussi bien présente dans les écrits du XIX^e^ siècle, par exemple chez : Guillemin Amédée, *The Heavens: An Illustrated Handbook of Popular Astronomy*, Londres, Richard Bentley, 1866, p. 485.

[20] Sur la géodésie : Schiavon Martina, *Itinéraires de la précision. Géodésiens, artilleurs, savants et fabricants d'instruments de précision en France, 1870-1930,* Nancy, Presses universitaires de Nancy, Éditions universitaires de Lorraine, 2013. Sur le phénomène d'accélération temporelle : Rosa Hartmut, *Accélération : une critique sociale du temps,* Paris, La Découverte, 2013 ; Studeny Christophe, *L'Invention de la vitesse. France, XVIII^e^-XX^e^ siècles*, Paris, Gallimard, 1995. Voir aussi : Herr-Laporte Catherine, *Être à l'heure : Une histoire de la coordination temporelle dans les transports terrestres en France au cours d'un long XVIII^e^ siècle*, 2022, thèse de doctorat soutenue le 25 juin 2022. Sur l'implication des nouvelles technologies : Hunt Bruce, *Imperial Science: Cable Telegraphy and Electrical Physics in the Victorian British Empire*, Cambridge, Cambridge University Press, 2021 ; Baillaud Lucien, « Les chemins de fer et l'heure légale », *Revue d'histoire des chemins de fer*, 35, 2006, pp. 25-40 ; Morus Rhys Iwan, « "The nervous system of Britain": space, time and the electric telegraph in the Victorian age », *The British Journal*

mandat des observatoires, en tant que garants de la précision sur Terre et sur mer, devient essentiel pour les régimes politiques, pour cartographier leurs territoires, synchroniser leur temporalité et favoriser le commerce international et la navigation, tout en représentant également un pouvoir symbolique et idéologique au service des nations modernes[21].

Au gré des contextes locaux, régionaux ou nationaux, les observatoires possèdent des sphères d'activités extrêmement larges (astronomie, géodésie, météorologie, mesure du temps, sismologie, certification de standards, statistiques, géomagnétisme, etc.) pouvant se cumuler, ce qui complique la délimitation claire de la catégorie épistémique « observatoire ». Ce fait signifie qu'une pluralité d'institutions revêtent la même dénomination, sans forcément présupposer une même finalité, bien que leur regard porte, le plus souvent, vers les cieux et les étoiles. Cette diversité a conduit David Aubin, Charlotte Bigg et Otto Sibum à favoriser le concept de « techniques de l'observatoire » qui se caractérisent par des méthodes de travail fondées sur l'observation, plutôt que par une unité disciplinaire[22]. Ainsi compris, c'est autour d'une pratique, une façon de faire science ou de produire des connaissances que le qualificatif d'observatoire trouve sa cohérence.

Si les lieux de sciences ont attiré le regard de l'historiographie, c'est d'abord le laboratoire qui a bénéficié de cette attention, tandis que les observatoires ont reçu un intérêt plus tardif, débouchant désormais sur un foisonnement d'études questionnant le rôle de cet espace savant[23]. Bien

---

for the History of Science, 33, 4, 2000, pp. 455-475 ; Howse Derek, *Greenwich Time and the Longitude*, Londres, Philip Wilson and National Maritime Museum, 1997 ; Caron François, *Histoire des chemins de fer en France,* 2 volumes, Paris, Fayard, 1997 et 2005.

[21] Voir particulièrement : Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth…* ; Nasim Omar, « Observatorium… ».

[22] Sur le concept de sciences de l'observatoire : Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto, « Introduction: observatory techniques in nineteenth-century science and society », Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth…,* pp. 1-32, pp. 4-8.

[23] Pour un contexte général : Nasim Omar, « Observatorium… » ; Aubin David, « L'observatoire. Régimes de spatialité et délocalisation du savoir », Raj Kapil et Sibum Otto (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. Tome 2. Modernité et globalisation*, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 54-71 ; Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (éd.), *The Heavens on Earth…* Pour des études de cas : MacDonald Lee, *Kew Observatory and The Evolution of Victorian Science, 1840-1910,* Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 2018 ; Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope. Une sociologie historique de l'astronomie française, 1900-1940,* Thèse de doctorat, Université Paris IV-Sorbonne, 2008 ; Lamy Jérôme, *L'Observatoire de Toulouse… ;* Aubin David, « The fading stars of the Paris Observatory in the nineteenth-century: astronomers'urban culture of circulation and observation », *Osiris*, 18, 2003, pp. 79-100. Sur les laboratoires, voir : James Frank (ed.), *The Development of the Laboratory: Essays on the Place of Experiment in Industrial Civilization*, Londres, Macmillan, 1989 ; Latour Bruno et Woolgar Steve, *La Vie de laboratoire : la production des faits scientifiques*, Paris, La Découverte, 1988. Pour une étude de différentes catégories d'espaces savants : Aubin David, « Orchestrating observatory, laboratory, and field: Jules Janssen, the spectroscope, and travel », *Nuncius*, 17, 2002, pp. 615-633.

que certaines recherches examinent les méthodes d'observation ou des éléments spécifiques de l'organisation du travail de ces institutions, force est de constater que l'activité quotidienne a suscité moins d'intérêt[24]. Partant des pratiques, des acteurs et des instruments scientifiques, nous entendons suivre les étapes du labeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel en nous focalisant sur la mesure du temps, base épistémique de la mission de cette institution scientifique. Celle-ci a comme particularité sa taille réduite, constituée à l'origine uniquement d'un astronome et d'un aide chargé des tâches d'intendance (conciergerie, gardiennage, commissions, etc.), puis, dès 1864, d'une troisième personne assistant le directeur, ce qui implique une grille de lecture spécifique[25]. La dimension modeste de cette institution conduit à s'interroger sur l'historiographie qui a le plus souvent envisagé les observatoires comme de grandes institutions (Greenwich, Paris, Pulkowa, etc.) dont la description du fonctionnement a suggéré l'image de « l'observatoire-usine »[26]. Ce dernier concept évoque la transformation de ces établissements en « usines à nombres » au cours du XIX^e^ siècle en raison de l'augmentation du nombre des données à traiter, une forte hiérarchisation et une division des tâches[27]. Cependant, ce paradigme de la grande institution rend difficile l'analyse d'un établissement aux moyens plus restreints, comme l'Observatoire de Neuchâtel, où les enjeux et les stratégies diffèrent considérablement. Notre recherche vise donc à confronter ce modèle aux spécificités d'un observatoire plus modeste, ce qui implique une adaptation, ne serait-ce que partielle, de notre approche. Bien que l'Observatoire soit confronté à un grand nombre de données et à une organisation hiérarchisée – même s'il est discutable de le qualifier ainsi compte tenu de son personnel limité –, il se distingue avant tout par sa taille réduite, ce qui minimise son champ d'action et impose une économie des pratiques pour maintenir un équilibre toujours fragile entre les ressources à disposition et les objectifs à atteindre. Notre travail permet de la sorte de mettre en exergue le rôle et la place des petits établissements qui pourraient bien nécessiter une reconsidération, fut-elle limitée, de l'histoire des institutions scientifiques. Au moment d'établir un panorama scientifique, les petites structures ne sont guère prises en compte

[24] Sur les pratiques d'observation : Nasim Omar, *Observing by hand*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 2014 ; Schaffer Simon, « Astronomers mark… ».

[25] Sur le personnel de l'Observatoire, voir l'annexe 1.

[26] Allan Chapman parle d'une mentalité d'usine : Chapman Allan, « Sir George Airy (1801-1892), and the concept of international standards in science, timekeeping and navigation », *Vistas in Astronomy*, 28, 1985, pp. 321-328. Simon Schaffer reprend cette question et la développe dans : Schaffer Simon, « Astronomers mark… ».

[27] Schaffer Simon, « Astronomers mark… ».

en tant que catégorie d'analyse[28]. Pourtant, elles remplissent des fonctions primordiales et accomplissent des missions laborieuses, comme la réalisation de série d'observations, la certification de produits, l'enseignement, la diffusion de l'idéal scientifique et d'autres domaines pratiques (météorologie, cartographie, mesure du temps, géodésie, etc.) qui viennent alimenter l'activité des établissements de plus grande envergure et leur permettent de se focaliser sur d'autres tâches[29]. Ainsi, notre recherche se concentre sur une typologie d'établissements scientifiques qui n'a que peu été abordée en tant que telle, dans le but d'analyser les stratégies spécifiques mises en œuvre pour devenir une référence dans la mesure du temps.

La mesure du temps

Dans cette étude, nous concentrerons notre attention sur un champ spécifique : la mesure du temps, qui constitue le socle épistémique de cette institution scientifique[30]. Cette notion est envisagée ici comme une pratique savante destinée à déterminer l'heure exacte. Fondamentale, elle sert de support à de nombreuses disciplines et au « Système international de données »[31]. Cette activité est cruciale pour la synchronisation spatio-temporelle et la normalisation des unités de mesure. La quête de l'heure, profondément ancrée dans l'histoire des sociétés humaines, est intimement liée au besoin de se repérer dans le temps et de diviser la journée. Héritière des Babyloniens, elle s'appuie sur des techniques utilisant l'ombre solaire, telles que les gnomons et les cadrans, ainsi que sur des dispositifs variés, comme les clepsydres – horloges à eau –, les bougies graduées et les mécanismes

[28] Pour un exemple des nombreuses missions et des diverses réalités des observatoires à partir du cas français, voir : Boistel Guy (éd.), « Observatoires et patrimoine astronomique français », *Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences*, 54, Lyon, SFHST/ENS, 2005, pp. 135-152. Voir aussi plusieurs études de cas dans le recueil d'Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (éd.), *The Heavens on Earth…*

[29] De La Noé Jérôme et Soubiran Caroline (éd.), *La (Re)fondation des observatoires astronomiques sous la III^e^ République*, Pessac, Presses universitaires, 2011, pp. 379-394 ; Chinnici Ileana, « Le voyage scientifique de Georges Rayet en Italie et la fondation de l'Observatoire de Bordeaux », Brouzeng Paul et Debarbat Suzanne (éd.), *Sur les traces de Cassini. Astronomes et observatoires du Sud de la France. 121^e^ Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Nice, 1996*, Paris, Éditions du CTHS, 2001, pp. 259-269.

[30] Sur la mesure du temps : Landes David, *L'Heure qu'il est…* ; Dohrn-van Rossum Gerhard, *L'histoire de l'heure. L'horlogerie et l'organisation moderne du temps*, Paris, Maison des sciences de l'homme, 1997.

[31] Boucher Claude, « La genèse du Système international de référence terrestre (ITRS) », *Revue XYZ*, 145, 4, 2015, pp. 53-56.

horlogers[32]. Progressivement, l'évolution technique et les besoins sociaux transforment la mesure du temps en une activité scientifique conduite au sein d'institutions spécialisées : les observatoires.

Au moment de la fondation de l'Observatoire de Neuchâtel, la méthode la plus précise pour déterminer l'heure repose sur l'astronomie méridienne, une branche de l'astrométrie[33]. Cette pratique consiste à observer le passage d'astres sur une ligne nord-sud dite méridienne, correspondant à la longitude locale. Il s'agit de constater le moment de bissection d'un astre avec cet axe (représenté par les fils micrométriques de l'objectif d'une lunette astronomique) à l'aide d'un instrument des passages, une lunette astronomique spécifique, et de le comparer à l'heure conservée sur une pendule de référence afin d'en vérifier l'état de marche (l'avance ou le retard sur l'heure exacte). Cette méthode est rendue possible par les catalogues d'étoiles réalisés par les grandes institutions scientifiques contenant les calculs prédictifs de la position des étoiles et donc de l'instant de passage d'un astre à un endroit précis[34]. Pour pratiquer l'astronomie méridienne, il convient de disposer au minimum d'une lunette astronomique, d'un garde-temps précis et des calculs de position des astres, équipements standards des observatoires astronomiques aux XVIII^e^-XIX^e^ siècles[35].

---

[32] Pour les premiers moyens de mesurer l'heure, voir : Savoie Denis, *La Gnomonique*, Paris, Les Belles Lettres, 2001.

[33] Perryman Michael, « The history of astrometry », *The European Physical Journal H*, 37, 1992, pp. 745-792 ; Boquet Félix, *Les Observations méridiennes : théorie et pratique*, Paris, Octave Doin et Fils, 1909.

[34] Les catalogues d'étoiles sont réalisés depuis l'Antiquité et représentent une activité essentielle des astronomes. Au XIX^e^ siècle, les catalogues les plus fameux sont le *Nautical Almanac*, le *Berliner Astronomisches Jahrbuch* et la *Connaissance des Temps* et servent notamment aux transports maritimes. À ce sujet, voir : Boistel Guy, « Observatoires et patrimoine… ». Sur l'histoire des almanachs et des bureaux des longitudes, voir : Howse Derek, « Britain's board of longitude: the finances, 1714-1828 », *The Mariner's Mirror, 84, pp. 400-417 ;* Johnson Peter, « The board of longitude 1714-1828 », *Journal of the Britisch Astronomical Association*, p. 99, pp. 63-69 ; Schiavon Martina et Rollet Laurent (éd.), *Pour une histoire du Bureau des longitudes (1795-1932),* Nancy : Presses universitaires de Nancy, Éditions universitaires de Lorraine, 2017. Le choix des étoiles dépend des catalogues, des périodes de l'année et des objectifs. Le nom des étoiles n'est que rarement mentionné. Durant la détermination de longitudes avec Genève, Hirsch et Plantamour choisissent des étoiles du catalogue *British Association Catalogue* (BAC) selon leur visibilité (7-8^e^ grandeur) et selon leur emplacement dans le ciel. Les étoiles y sont désignées par leur numéro sans indication de leur nom : 4532, 4565… : Plantamour Émile et Hirsch Adolphe, *Détermination télégraphique de la différence de longitude entre les observatoires de Genève et de Neuchâtel*, Genève et Bâle, 1864, pp. 23-55.

[35] Pour une approche comparative des équipements des observatoires : André Charles et Angot Alfred, *L'Astronomie pratique et les observatoires en Europe et en Amérique depuis le milieu du XVII^e^ siècle jusqu'à nos jours*, 5 volumes, Paris, Gauthier-Villars, 1874-1881. Pour la description de l'Observatoire de Pulkowa qui sert de référence au milieu du XIX^e^ siècle : Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire astronomique central de Poulkova*, Saint Pétersbourg, 1845. Pour une étude historique des instruments scientifiques de l'Observatoire de Greenwich : Howse Derek, *Greenwich Observatory: The Buildings and Instruments*, Londres, Taylor & Francis, 1975. Pour le développement de l'astronomie pratique et des catalogues, voir : Pannekoek Antonie, *A History of Astronomy*, New York, Interscience Publishers, 1961, pp. 276-281.

La mesure du temps est une activité répondant à des besoins socio-économiques justifiant les raisons d'être des observatoires[36]. Cette fonction ne procure pas une grande renommée, comme la découverte de planètes ou d'astres, toutefois, elle fait partie des missions fondamentales à accomplir en raison d'un nombre important de domaines qui en dépendent : transport, standardisation, synchronisation temporelle, etc.[37]

À l'Observatoire de Neuchâtel, le service permettant d'obtenir une donnée horaire, donc de mesurer le temps, peut être divisé en trois séquences : la détermination, la conservation et la transmission de l'heure. Cette donnée connaît ensuite des usages très variables selon les observatoires. Ainsi, à Greenwich, l'objectif premier est de servir aux besoins de la navigation et de la cartographie, tandis que, à Neuchâtel, l'industrie horlogère est au cœur des préoccupations. La détermination de l'heure consiste à définir une donnée horaire, soit la traduction de coordonnées astrométriques en temps[38]. Cette pratique sera au cœur de notre travail sans toutefois négliger la conservation de l'heure, qui qualifie le fait que l'heure est précieusement préservée entre deux déterminations sur une batterie de garde-temps, et la transmission de l'heure, à savoir la diffusion d'un signal horaire sur un réseau télégraphique ou, plus tard, radiographique, à des collectivités publiques et à des clients privés[39].

Si, comme nous l'avons vu, l'historiographie a démontré que les observatoires ont une unité de pratiques plutôt que de missions, force est de constater que la mesure du temps a bénéficié d'une attention moindre[40]. La

[36] Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope…*, pp. 251-292.

[37] Belteki Daniel et Gressot Julien, « Introduction: Re-assembling the history of meridian circles », « Une culture de la précision : les cercles méridiens aux XIXe et XXe siècles », *Cahiers François Viète*, III.14, 2023, pp. 5-20, p. 5.

[38] Guyot Edmond, *Histoire de la détermination de l'heure*, La Chaux-de-Fonds, Chambre suisse de l'horlogerie, 1969.

[39] Sur la distribution télégraphique de l'heure : Ishibashi Yuto, « Constructing the "automatic" Greenwich time system : George Bidell Airy and the telegraphic distribution of time, *c.* 1852-1880 », *British Journal of History of Science*, 53, 1, 2020, pp. 25-46. Sur la télégraphie : Hunt Bruce, *Imperial Science: Cable Telegraphy and Electrical Physics in the Victorian British Empire*, Cambridge, Cambridge University Press, 2021 ; Balbi Gabriele et Fickers Andreas (eds.), *History of the International Telecommunication Union: Transnational Techno-diplomacy iplomacy from the Telegraph to the Internet,* Berlin, Boston, De Gruyter Oldenbourg, 2020 ; Morus Iwan Rhys, « "The nervous system of Britain" : space, time and the electric telegraph in the Victorian age », *The British Journal for the History of Science*, 33, 4, 2000, pp. 455-475. Sur la radiodiffusion et la télégraphie sans fil : Potter Simon, *Wireless Internationalism & Distant Listening. Britain, Propaganda, and the Invention of Global Radio, 1920-1939,* Oxford, Oxford University Press, 2020 ; Rikitianskaia Maria, Balbi Gabriele et Lobinger Katharina, « The mediatization of the air: wireless telegraphy and the origins of a transnational space of communication, 1900-1910's », *Journal of Communication*, 68, 4, 2018, pp. 758-779.

[40] Une des rares exceptions est Arnaud Saint-Martin qui consacre un chapitre de sa thèse sur l'astronomie française du début du XXe siècle : Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope…*, pp. 251-292.

recherche historique a davantage insisté sur le rôle de l'astronomie méridienne de mise à jour des catalogues d'étoiles en se contenant le plus souvent d'évoquer au passage la mesure du temps, comme s'il s'agissait d'une mission secondaire. Pourtant, cette activité scientifique occupe une place importante au sein des observatoires tant à l'intérieur, où le temps est omniprésent avec des régulateurs astronomiques ou des compteurs accompagnant la plupart des instruments d'observation, qu'à l'extérieur pour fournir l'heure exacte à la société, à l'économie et aux États. Le temps précis sert de base épistémique à l'activité de ces institutions et demeure relativement peu traité par la recherche historique. Il est intéressant de constater à cet égard que ce sont surtout les historiens traitant des observatoires spécifiquement fondés pour répondre aux besoins de l'horlogerie, qui ont remarqué ce phénomène[41]. Cet oubli relatif s'explique sans doute en partie par le fait que cette pratique est répétitive et ne débouche pas sur des découvertes spectaculaires. De plus, les acteurs eux-mêmes contribuent à invisibiliser la mesure du temps. Il est ainsi particulièrement frappant de se rendre compte du peu de place accordée à cette discipline dans les rapports de l'Observatoire de Paris, par exemple, dans lesquels la mesure du temps est mentionnée de manière évasive et le plus souvent lorsqu'il s'agit d'évoquer l'horloge parlante[42]. À l'inverse, l'historiographie sur la mesure du temps, bien qu'elle ait reconnu le rôle de l'astronomie dans le développement de cette discipline, se concentre généralement davantage sur les instruments de conservation de l'heure, tels que les chronomètres, les montres et les régulateurs astronomiques, plutôt que sur les observatoires, malgré quelques exceptions[43]. Le rôle des observatoires a principalement été souligné par des historiens spécialisés dans la synchronisation temporelle, tels qu'Ian Bartky et Vanessa Ogle. Ces chercheurs se sont concentrés sur la diffusion de l'heure à travers les réseaux télégraphiques et sur l'impact des associations internationales dans l'adoption

[41] Nous pensons ici particulièrement au cas de l'Observatoire de Besançon : Davoigneau Jean, Le Guet Tully Françoise, Poupard Laurent et Vernotte François, *L'Observatoire de Besançon. Les étoiles au service du temps*, Lyon, Lieux Dits, 2009. Signalons également au registre des exceptions, les travaux de Guy Boistel.

[42] Pour les rapports de l'Observatoire de Paris : Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris… – 48 années disponibles – Gallica (bnf.fr). À partir de 1912 et de la création du Bureau international de l'Heure (BIH), on peut constater une augmentation des mentions liées à ce service.

[43] Il est frappant de constater que des ouvrages de référence sur l'histoire de la mesure du temps comme ceux de Dohrn-van Rossum et de Landes n'abordent que succinctement la question des observatoires : Dohrn-van Rossum Gerhard, *L'Histoire de l'heure…*, ; Landes Daniel, *L'Heure qu'il est…* Au rang des exceptions, il est possible de citer : Gapaillard Jacques, *Histoire de l'heure en France*, Paris, Vuibert-ADAPT/SNES, 2011.

d'un temps globalisé[44]. Ces travaux ont toutefois tenu pour acquise la question de l'élaboration de la donnée horaire sans s'interroger sur ce que représente réellement l'heure exacte, comment elle est fabriquée et quelles sont les conceptions qui sous-tendent la notion de précision.

Précision et exactitude

L'astronomie a été la première science de précision[45]. Ce constat s'impose à l'esprit des contemporains avec des résultats marquants, par exemple la prédiction de trajectoire de corps célestes et du retour de comètes[46]. L'Observatoire cantonal de Neuchâtel s'inscrit dans cette lignée, puisqu'il entend devenir une référence grâce à une pratique fondée sur la précision[47]. Étymologiquement, le terme précision provient du latin *praecisio* qui qualifie, au XIVe siècle, l'« *action de rogner* » ou le « *rognement* »[48], impliquant une notion de séparation physique. Au XVIe siècle, la signification du mot évolue, désignant l'« *action de retrancher, de circonscrire par la pensée* »[49]. La précision évoque alors autant le fait d'enlever un élément que la clarté des idées. En 1694, selon la première édition du *Dictionnaire de l'Académie française*, la notion touche à la « *distinction exacte, subtile, abstraction, séparation. Précision exacte, subtile, métaphysique.* […] *Parler avec*

[44] Ogle Vanessa, *The Global Transformation of Time: 1870-1950*, Cambridge (Ma), Harvard University Press, 2015 ; Bartky Ian, *One Time Fits All: the Campaigns for Global Uniformity*, Stanford, Stanford University Press, 2007 ; Bartky Ian, *Selling the True Time: Nineteenth Century Timekeeping in America*, Stanford, Stanford University Press, 2000.

[45] Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens of Earth*…, 9 ; Aubin David, « Astronomical precision in the laboratory: the role of observatory techniques in the history of the physical sciences », Borheck Georg Heinrich (Hrsg.), *Grundzüge über die Anlage neuer Sternwarten unter Beziehung auf die Sternwarte der Universität Göttingen*, Göttingen, Universitätsverlag Göttingen, 2005, pp. 31-35, p. 31.

[46] Chapman Allan, « The astronomical revolution… », pp. 45-49.

[47] Sur la précision : Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1995, pp. 7-9. Voir aussi : Aubin David, « Popularizing precision: cultures of exactness at the Paris observatory, 1667-1742 », *Annals of Science*, 81, 1-2, 2024, pp. 139-159. De manière générale, voir le numéro thématique dirigé par Sibylle Gluch dans les *Annals of Science* « Promises of precision: questioning precision in "precision" instruments » paru en 2024.

[48] Voir le Trésor de la langue française : « Précision », *Trésor de la langue française informatisé*, http://www.atilf.fr/tlfi, ATILF-CNRS & Université de Lorraine, stella.atilf.fr/Dendien/scripts/tlfiv5/advanced.exe?8;s=1320255360;

[49] Voir le Trésor de la langue française : « Précision », *Trésor de la langue française informatisé*, http://www.atilf.fr/tlfi, ATILF-CNRS & Université de Lorraine, stella.atilf.fr/Dendien/scripts/tlfiv5/advanced.exe?8;s=1320255360;

précision »[50]. Dorénavant, la précision devient une catégorisation bien définie ainsi qu'une qualité discursive. Par la suite, le terme obtient un troisième sens en devenant l'équivalent de « justesse » et de « régularité », dans un sens géométrique ou mathématique[51]. À cet égard, il est révélateur de constater que, dans la 6e édition du *Dictionnaire de l'Académie française* (1835), l'exemple fourni pour illustrer cette nouvelle définition est celui d'un cercle mural, ou plutôt un quadrant astronomique, instrument employé dans les observatoires pour la mesure angulaire de hauteur. Dès lors, au XIXe siècle, la précision est associée à l'astronomie et, plus généralement, aux instruments scientifiques. Cet examen terminologique démontre que la précision touche à la fois à une action (le découpage), à une performance discursive (la clarté) et à une qualité (la justesse). Elle porte donc autant sur les pratiques (les gestes) que sur les acteurs (le discours).

Afin de mieux délimiter la notion de précision, il est nécessaire de se pencher sur le terme au sens proche, mais non pas synonyme, d'exactitude[52]. Pour ce faire, l'exemple de la balistique, évoqué par Norton Wise, est utile à la distinction[53]. L'exactitude correspond à la faculté de se rapprocher d'un résultat théoriquement juste. En balistique, il s'agit d'être proche du centre de la cible. La précision, elle, signifie la capacité à avoir une faible dispersion des résultats entre eux ou, pour le dire autrement, une cohérence de la mesure. En reprenant notre exemple, cela implique que des données précises ne sont pas forcément au centre de la cible, mais dans une zone de distribution restreinte. Dans le cas de la détermination de l'heure, cette distinction est de taille, car il est inutile, et même impossible, d'avoir un unique résultat exact. Pour être précis (on parlerait de stabilité en langage métrologique moderne), il est nécessaire de disposer d'un ensemble suffisant de données constantes et standardisées, afin d'en maîtriser au mieux les sources d'erreurs. Ainsi, la précision exige une attention particulière à l'analyse des erreurs. Une fois identifiée et théorisée, une erreur peut être classée parmi les erreurs systématiques, tandis que les erreurs aléatoires, particulièrement redoutées, échappent à toute cause clairement définie, et les erreurs accidentelles résultent généralement d'une mauvaise manipulation humaine. Il s'agit donc

[50] *Dictionnaire de l'Académie française*, Paris, 1694, 1re édition, tome 2, p. 306.
[51] *Dictionnaire de l'Académie française*, Paris, 1835, 6e édition, tome 2, p. 482.
[52] Dans notre travail, le terme de « précision » sera employé pour qualifier la quête de résultats concordants et celui d'exactitude pour le résultat « juste ». Cette distinction se recoupe parfois, mais un résultat exact a moins de valeur que plusieurs résultats précis, puisque tout l'enjeu réside dans le fait de pouvoir maîtriser les données et donc les rendre les plus prévisibles possible.
[53] Wise Norton, *The Values of Precision…,* p. 7 *sq*.

de parvenir à neutraliser les erreurs du mieux possible pour que les mesures tendent vers l'exactitude par le biais des calculs de réduction des erreurs[54]. C'est notamment pour cette raison que les mathématiques et les statistiques occupent une place si importante au sein des observatoires[55].

Toutefois, la précision n'est pas uniquement une question de quantité qu'il s'agirait d'atteindre pour pouvoir s'en prévaloir, ni une problématique purement technique[56]. Elle est aussi la qualité de la personne qui la met en œuvre, de ses gestes et de ses méthodes[57]. Comme l'illustre la vie de l'astronome français Pierre François André Méchain (1744-1804), la quête de la précision répond à la fois à une économie morale et à une visée scientifique, afin d'attester que les résultats obtenus sont conformes à une nature prédictible[58]. Si l'exactitude est un critère visé par l'astronome, c'est bien la précision qui est au cœur de sa pratique, l'engageant à une continuité de l'activité et à une répétition de l'acte de la mesure pour obtenir des données exactes. La précision est donc à la fois routinière, mais exige également une confiance dans la personne qui la met en œuvre[59].

Le niveau de précision requis dépend du contexte et de critères sociaux, économiques et politiques, mais aussi matériels. Il est peu pertinent de disposer d'un instrument extrêmement précis s'il n'est pas possible d'en tirer tout le bénéfice, par exemple s'il est relié à un autre qui est beaucoup moins précis. Ainsi, disposer d'une horloge atomique avec une clepsydre ou d'un cercle méridien avec une horloge de clocher ne permet pas d'utiliser à bon escient ces dispositifs. Ce phénomène est décrit par le concept de « marge d'erreur ». Si un instrument entre dans la marge d'erreur d'un autre, il n'est pas requis d'améliorer sa précision. Au contraire, lorsqu'il dépasse

[54] Callens Stéphane, *Les Maîtres de l'erreur : mesure et probabilité au xixe siècle*, Paris, Presses universitaires de France, 1997.

[55] Sur l'Observatoire comme institution mathématique : Aubin David, « Observatory mathematics in the nineteenth-century », Robson Eleanor et Stedall Jacqueline (eds.), *The Oxford Handbook of the History of Mathematics*, Oxford, Oxford University Press, 2009, pp. 273-298. Sur ce développement à partir de la sphère germanique : Fauvel John, Flood Raymond et Wilson Robin (eds.), *Möbius and his Band: Mathematics and Astronomy in Nineteenth-Century Germany*, Oxford, Oxford University Press, 1993.

[56] Sur la quantification, voir particulièrement : Frängsmyr Tore, Heilbron John et Rider Robin, *The Quantifying Spirit in the 18th century*, Berkeley, Los Angeles, Oxford, University of California Press, 1990.

[57] Olesko Kathryn, « The meaning of precision the exact sensibility in early nineteenth-century Germany », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*…, pp. 103-134.

[58] Alder Ken, *Mesurer le monde. L'incroyable histoire de l'invention du mètre*, Paris, Flammarion, 2005, p. 79. Sur l'économie morale : Daston Lorraine, « The moral economy of science », *Osiris*, 10, 1995, pp. 2-24.

[59] Porter Theodore, *La Confiance dans les chiffres*… ; Porter Theodore, « Precision and trust: early victorian insurance and the politics of calculation », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*…, pp. 173-197.

cette limite, il devient nécessaire de le perfectionner. Ainsi, la précision est relationnelle et contextuelle.

Retenons à ce stade le caractère hybride de la précision, à la fois quantitatif et qualitatif, à la fois donnée numérique, devant se rapprocher d'une valeur mathématiquement correcte, et qualité d'une personne agissant de manière fiable et précise pour la concrétiser. La précision représente une pratique du bien-faire, ainsi qu'une disposition de l'esprit pouvant aller jusqu'à « *l'obsession de la précision* »[60] ou au « *culte de la précision* »[61]. Dépendant d'un contexte socio-matériel historiquement et géographiquement situé, la précision met en jeu un ensemble de critères et d'intérêts qu'il s'agit d'étudier en tant que processus dynamique pour en saisir l'évolution.

Cultures de la précision

La précision étant une affaire collective, il importe de l'envisager en tant que phénomène culturel et d'en faire une histoire culturelle[62]. Pour ce faire, le concept de culture de la précision est ici mobilisé[63]. Nous le définissons comme un ensemble de savoirs, de gestes, d'acteurs, d'instruments, de valeurs, de symboles, de lieux et d'institutions permettant de constituer des mesures précises. Une culture de la précision se compose donc de matériels, de pratiques, de personnes, d'un cadre de pensées, donc de valeurs et de normes établies par des communautés de praticiens. Ce dernier aspect revêt une grande importance. Des groupes sociaux tels que les astronomes et les horlogers développent et défendent leur propre conception de la précision. Étant liée à des valeurs profondes et s'inscrivant dans un système de croyances, la précision devient un sujet de négociation quant à sa nature. Une culture de la précision consiste en un équilibre autour d'une donnée, dans un contexte particulier, se forgeant entre plusieurs acteurs ayant leurs propres objectifs et conceptions autour de ses significations, les conditions qu'elle doit remplir pour la considérer comme telle et sa finalité. Ainsi, une culture de la précision

[60] Aubin David, « Modèles de scientificité dans les observatoires : les églises de l'âge positiviste ? », *Revue des sciences religieuses*, 87, 4, 2013, pp. 451-461, p. 455.
[61] Alder Ken, *Mesurer le monde…,* p. 214.
[62] Pour une première approche du champ foisonnant de l'histoire culturelle : Burke Peter, *Qu'est-ce que l'histoire culturelle*, Paris, Les Belles Lettres, 2022 ; Cohen Évelyne, Goetschel Pascale, Martin Laurent et Ory Pascal (éd.), *Dix ans d'histoire culturelle*, Villeurbanne, Presses de l'Enssib, 2011 ; Poirrier Philippe, *Les Enjeux de l'histoire culturelle*, Paris, Le Seuil, 2004 ; Ory Pascal, *L'Histoire culturelle*, Paris, Presses universitaires de France, 2004.
[63] Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth…*, p. 11.

est non seulement relationnelle, mais aussi évolutive et dynamique. De plus, puisqu'elle se construit entre différentes catégories d'acteurs ayant leurs intérêts propres, elle est donc politique.

Afin d'analyser l'évolution de la culture de la précision à l'Observatoire de Neuchâtel, nous posons comme hypothèse le passage d'une organisation essentiellement scientifique à un fonctionnement bureaucratico-scientifique[64]. Ce dernier qualificatif évoque le fait que l'établissement est alors régi administrativement, plutôt que, en premier lieu, dans une optique scientifique. Arnaud Saint-Martin propose de considérer l'astronomie française comme une pratique institutionnalisée au service de l'État et constate que sa structuration mêle des logiques disciplinaires, donc élaborées dans le cadre d'un champ scientifique comme l'astronomie, intriquées dans un système bureaucratique des savoirs, qu'il nomme régime de l'office ou scientifico-bureaucratique[65]. Bien que convaincant, ce modèle semble manquer de la flexibilité nécessaire pour analyser l'évolution de l'Observatoire de Neuchâtel au fil de son histoire. Il paraît donc pertinent d'adopter une perspective axée sur les cultures de la précision, une approche qui permet de mieux appréhender les nuances et les adaptations des pratiques scientifiques au sein de l'établissement neuchâtelois. À sa création, l'Observatoire est pensé avant tout dans le cadre de l'astronomie pratique, disciplinaire, fondé sur des savoirs astronomiques. Il dispose alors d'une marge de manœuvre lui fournissant la possibilité de définir son action, liberté certes relative, mais qui aura tendance à se restreindre par la suite. Au tournant du XX^e^ siècle, l'industrie horlogère accroît son autorité épistémique sur l'établissement, reconfigurant les pratiques et les modalités de faire science. Il ne s'agit alors plus de chercher à améliorer sans cesse la mesure du temps, mais de viser une précision fixée administrativement par des règlements, avec des normes à atteindre, comme le nombre d'observations à effectuer. L'influence bureaucratique sur l'élaboration des savoirs en devient

[64] Sur le processus de bureaucratisation en science, voir : Lamy Jérôme, « L'État et la science… » ; Lamy Jérôme, « Des sciences par et pour le gouvernement. Sur le régime régulatoire des sciences contemporaine », *Sociologie et sociétés*, 47, 2, 2015, pp. 287-309.

[65] Arnaud Saint-Martin a étudié le concept de « régime d'activité scientifico-bureaucratique », qu'il définit comme un cadre d'action structurant les pratiques scientifiques : Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope…,* p. 43 *sq*. Voir aussi : Lamy Jérôme et Saint-Martin Arnaud, « Pratiques et collectifs de la science en régime. Note critique », *Revue d'histoire des sciences*, 64, 2, 2011, pp. 377-389 ; Shinn Terry, « Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle : la recherche technico-instrumentale », *Revue française de sociologie*, 41, 3, 2000, pp. 447-473 ; Shinn Terry, « Change or mutation? Reflections on the foundations of contemporary science », *Social Science Information*, 38, 1, 1999, pp. 149-176 ; Smith Robert, « A national observatory transformed. Greenwich in the nineteenth-Century », *Journal for the History of Astronomy*, 20, 1, 1991, pp. 5-20.

prégnante. Ce phénomène s'accompagne d'une volonté d'automatisation et de standardisation de la fabrique de l'heure, en éliminant l'observateur de la production des données. Si ce processus vise à améliorer un instrument scientifique, il est également motivé par l'augmentation constante des données à traiter, due au nombre croissant de chronomètres déposés à l'Observatoire et à l'élargissement de ses missions[66]. Afin d'appréhender ces transformations, le concept de culture de la précision permet une analyse fine des rapports de force et des capacités des différents groupes sociaux à imposer leurs visions et à influencer l'évolution de l'établissement. L'usage du pluriel s'impose pour désigner les cultures de la précision, et ce, pour au moins deux raisons : d'une part, parce qu'elles évoluent de manière diachronique au sein de l'institution ; d'autre part, parce qu'elles se construisent à l'intersection de plusieurs groupes sociaux, chacun doté de sa propre culture[67].

La précision se configure donc au croisement de réseaux. Il en résulte que la question de la valeur joue un rôle central dans sa définition[68]. Les données mesurées doivent dépasser le cadre local de leur production pour acquérir une reconnaissance de bienfacture tant auprès d'autres institutions scientifiques que des acteurs politiques et des horlogers[69]. Ainsi, cette dynamique vise à établir la confiance dans la solidité des connaissances élaborées dans l'espace particulier de l'Observatoire[70] et donc *in fine* de la valeur des bulletins de marche délivrés aux pièces horlogères vérifiées par l'établissement.

D'un point de vue quantitatif, la notion de temps précis varie selon les périodes et les contextes d'usage. Ainsi, une mesure considérée comme telle au milieu du XIX^e^ siècle atteint le dixième de seconde[71], tandis qu'au milieu du XX^e^ siècle, la détermination de l'heure tend vers le millième de seconde, voire

[66] Gardey Delphine, *Écrire, calculer, classer : comment une révolution de papier a transformé les sociétés contemporaines (1800-1940)*, Paris, La Découverte, 2008 ; Lamy Jérôme, *L'Observatoire de Toulouse…* ; Smith Robert, « A national observatory transformed… » ; Schaffer Simon, « Astronomers mark time… ».

[67] Wise Norton, « Introduction », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*…, pp. 3-13, p. 7.

[68] Wise Norton (ed.), *The Values of Precision…* Voir particulièrement l'introduction sur les enjeux en matière de contrôle et de régulation de la société.

[69] Biagioli Mario, *Galileo's Instruments of Credit. Telescopes, Images, Secrecy*, Chicago, The University of Chicago Press, 2006.

[70] Sur le lien entre précision et confiance : Porter Theodore, « Precision and trust: early Victorian insurance and the politics of calculation », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*…, pp. 173-197. Sur l'objectivité : Porter Theodore, *La Confiance dans les chiffres…* ; Daston Lorraine et Galison Peter, « The image of objectivity », *Representations*, 40, 1992, pp. 81-128 ; Daston Lorraine, « Objectivity and the escape from perspective », *Social Studies of Science*, 22, 4, 1992, pp. 597-618.

[71] Caneles Jimena, *A Tenth of a Second: a History*, Chicago, University of Chicago Press, 2009 ; Chapman Allan, « The accuracy of angular measuring instruments used in astronomy between 1500 and 1850 », *Journal for the History of Astronomy*, 14, 1983, pp. 133-137.

davantage avec les horloges atomiques[72]. Thomas Kuhn fait d'ailleurs le lien entre ce qu'il qualifie de « *seconde révolution scientifique* » et le moment où les mesures deviennent précises et quantifiées[73]. Vision désormais tempérée par l'historiographie qui a montré qu'une mesure, quelle qu'elle soit, est toujours inscrite dans un contexte historique situé et qu'elle est intriquée dans des systèmes de croyances[74]. Notre étude partage cette perspective et constate que l'adoption de nouvelles technologies et les évolutions instrumentales ne répondent pas uniquement à une logique d'amélioration technique. Elles ne peuvent être interprétées sous le prisme d'un déterminisme technologique qui justifierait automatiquement les choix des acteurs. Bien que ces décisions impliquent des considérations scientifiques et techniques, elles s'inscrivent également dans des dynamiques sociales, économiques, culturelles et politiques. Ce phénomène est particulièrement visible au milieu du XX^e^ siècle, où les choix technologiques s'expliquent en bonne partie par le désir de doter l'Observatoire d'une infrastructure à la pointe du progrès, permettant de contrôler les chronomètres sur une base temporelle la plus précise possible et ainsi de valoriser au mieux l'industrie horlogère dans un contexte de concurrence accrue. Toutefois, les choix technologiques de l'institution ne font pas l'unanimité au sein de la communauté scientifique, démontrant qu'il s'agit alors d'un pari audacieux pour un observatoire aux ressources limitées, contraint d'adopter une stratégie judicieuse. Les décisions visent à s'équiper d'instruments capables d'améliorer et d'objectiver la mesure du temps afin de garantir une heure précise et, surtout, de ne pas être dépassé par les concurrents horlogers, notamment ceux de Genève. Le choix d'un type d'instrument envoie ainsi un signal vers l'extérieur tout en entraînant des répercussions internes. Une fois déployé, un instrument scientifique peut redéfinir le fonctionnement de l'institution, nécessitant une adaptation des pratiques ou une redistribution des ressources, tant matérielles qu'humaines. Par conséquent, analyser les instruments scientifiques offre un aperçu précieux

[72] Sur l'évolution des moyens techniques de la mesure du temps : Landes D, *L'Heure qu'il es*t… ; Sur l'amélioration de la détermination de l'heure au milieu du XX^e^ siècle : Gressot Julien, « Automating time determination. The Photographic Zenith Tube (PZT) of the Neuchatel Observatory », *Bulletin of the Scientific Instrument Society,* 156, 2023, pp. 16-23. Sur le temps atomique : Vanier Jacques et Tomescu Cipriana, *The Quantum Physics of Atomic Frequency Standards*, Boca Raton, CRC Press, 2016 ; Audoin Claude et Guinot Bernard, *Les Fondements de la mesure du temps. Comment les fréquences atomiques règlent le monde*, Paris, Milan, Barcelone, Masson, 1998.

[73] Kuhn Thomas, *Les Structures des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion, 1983.

[74] Voir particulièrement : Schaffer Simon, « Les cérémonies de la mesure… » ; Pour une remise en cause du récit de la « Révolution scientifique », voir : Merchant Carolyn, *La Mort de la nature : les femmes, l'écologie et la révolution scientifique,* Marseille, Wildproject, 2021.

des objectifs politiques, économiques et institutionnels des acteurs, tout en éclairant les rapports de pouvoir et les logiques qui façonnent ces dynamiques.

Observatoire, industrie horlogère et politique

La culture de la précision que nous analysons repose sur un réseau complexe, articulé autour de plusieurs acteurs : une institution scientifique, l'Observatoire ; un secteur économique, l'industrie horlogère ; et une entité politique, l'État de Neuchâtel. À ces acteurs principaux s'ajoutent d'autres intervenants, tels que l'administration fédérale, les fabricants d'instruments scientifiques ou encore les associations scientifiques internationales, dont le rôle, bien que significatif, et les interventions s'inscrivent dans des temporalités plus ponctuelles. Leur contribution se manifeste avant tout à des moments particuliers de l'histoire de l'institution : acquisition d'un nouvel instrument, participation à une opération scientifique internationale ou expansion des moyens de diffusion de l'heure (télégraphie, radiodiffusion…). Bien que leurs effets ne soient pas négligeables, ils seront abordés de manière plus ciblée dans notre étude, car ils se rapportent à des événements plus spécifiques plutôt qu'à une intervention structurelle continue au sein de l'établissement.

Comme l'a montré l'historiographie, la pratique des sciences est toujours étroitement liée à son contexte sociopolitique[75]. Cette observation est

[75] Divers courants historiographiques, notamment la Sociology of Scientific Knowledge (SSK) et les Science and Technology Studies (STS), ont largement contribué à démontrer que la science et la production des savoirs scientifiques ne peuvent être dissociées de leur contexte socio-politique et des dynamiques socio-économiques qui les traversent. Ces approches insistent sur le caractère intrinsèquement situé des pratiques scientifiques, soulignant que celles-ci sont façonnées par des interactions complexes entre acteurs, institutions et structures de pouvoir. La production des connaissances est ainsi analysée comme un processus social, où les contingences culturelles et politiques influencent les choix méthodologiques, les cadres interprétatifs et les finalités des recherches. Pour une introduction à la SSK : Bloor David, « Sociology of scientific knowledge », Niniluoto Ilkka, Sintonen Matti et Wolenski Jan (eds.), *Handbook of Epistemology,* Dordrecht, Springer, 2004 ; Shapin Steven, « Here and everywhere: sociology of scientific knowledge », *Annual Review of Sociology*, 21, 1995, pp. 289-321 ; Collins Harry, « The sociology of scientific knowledge: studies of contemporary science », *Annual Review of Sociology*, 9, 1983, pp. 265-285. Ce courant a fait l'objet de critiques importantes de la part des théoriciens de l'acteur-réseau, qui lui reprochent une forme d'anthropocentrisme et un certain réductionnisme social. Ces derniers mettent notamment en exergue l'importance des objets, des technologies et des relations non-humaines dans la structuration des pratiques scientifiques, considérant que ces éléments participent activement à la construction des savoirs. Ces débats, qui touchent aux fondements épistémologiques des études sur la science, sont synthétisés dans l'ouvrage : Pickering Andrew (ed.), *Science as Practice and Culture,* Chicago, The University of Chicago Press, 1992. Carnino Guillaume, *L'Invention de la science. La nouvelle religion de l'âge industriel*, Paris, Le Seuil, 2015 ; Latour Bruno, *Changer*

confirmée par le cas de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, qui doit être interprété comme une initiative étatique en faveur de l'industrie horlogère. Ce cas est relativement singulier, car, bien que les observatoires aient le plus souvent été créés avec une vocation pratique, celui de Neuchâtel se distingue par sa spécialisation dans la mesure du temps, offrant une perspective historiographique originale sur la fonction des observatoires, en les situant au croisement de la science et de l'industrie[76].

Ce point est crucial, car la perception de l'Observatoire diffère profondément entre horlogers et astronomes. Tandis que ces derniers l'envisagent comme une institution scientifique, les horlogers y voient avant tout un outil au service de leurs intérêts commerciaux, destiné à accroître la valeur de leurs produits grâce aux bulletins de marche. Pour garantir la précision des chronomètres, il est indispensable d'en vérifier l'état de marche comparé avec une détermination astronomique de l'heure, une opération d'une grande complexité qui exige des compétences spécialisées, celles des astronomes. C'est dans ce contexte que l'horlogerie est parfois qualifiée de « *fille de l'astronomie* »[77]. Toutefois, cette affirmation est en partie excessive. La relation entre astronomes et horlogers est en effet plus complexe. Si l'astronome est le savant capable de déterminer l'heure exacte, l'horloger détient, pour sa part, l'expertise technique nécessaire à sa conservation, grâce à la fabrication et à l'entretien des garde-temps, éléments essentiels à l'astronomie. L'horloger joue ainsi un rôle multiple : il est à la fois client, fournisseur, réparateur – de nombreux observatoires comptent d'ailleurs « leur horloger » attitré –, et peut même être consulté sur certains choix de l'institution. Par conséquent, bien que les astronomes soient spécialisés dans la métrologie du temps, ils ne monopolisent

de société… ; Pestre Dominique, *Science, argent et politique. Un essai d'interprétation*, Paris, Quae, 2003 ; Schaffer Simon et Shapin S., *Leviathan et la pompe à air…*. Pour un aperçu bibliographique de ce champ particulièrement riche : Lamy Jérôme, « Penser les rapports entre sciences et politique : enjeux historiographiques récents », *Cahiers d'histoire. Revue d'histoire critique*, 102, 2007, pp. 9-32.

[76] Il se rapproche en cela des observatoires de Genève, de Besançon et de Kew-Teddington, tous trois également créés pour certifier la qualité des produits industriels. Sur Kew : MacDonald Lee, *Kew Observatory and the Evolution of Victorian Science, 1840-1910,* Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 2018. Sur l'Observatoire de Besançon : Blandin Patrick et Poupard Laurent, « L'Observatoire astronomique, météorologique et chronométrique de Besançon », *Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques*, 129-5, 2011, pp. 43-68 ; Davoigneau Jean, Le Guet Tully Françoise, Poupard Laurent et Vernotte François, *L'Observatoire de Besançon…* Sur l'Observatoire de Genève : Giovannini Manuela, *L'Observatoire de Genève de 1928 à 1975,* Fribourg, mémoire de master 2007.

[77] Fléchon Dominique, *Horology, a Child of Astronomy* [L'horlogerie, fille de l'astronomie], Genève, Fondation de la Haute Horlogerie, 2013.

pas cette compétence et doivent justifier leur expertise vis-à-vis de différents protagonistes[78].

En tant que service de l'État, l'Observatoire est financé et supervisé par l'autorité politique, pour laquelle il représente un levier d'une politique industrielle. L'établissement est tenu de rendre compte de ses activités et de prouver qu'il accomplit sa mission de manière satisfaisante. Cela implique de démontrer son utilité, afin de légitimer son existence, tout en s'adaptant aux attentes et aux exigences politico-économiques pouvant évoluer au gré des contextes[79]. Formalisation de cette relation, une commission est chargée de l'inspection de l'institution et de la validation du rapport annuel de son directeur. Elle réunit des représentants des sphères politique, industrielle et scientifique, offrant ainsi un cadre d'analyse particulièrement judicieux pour étudier les rapports de force qui s'y jouent. Créée dès la fondation de l'Observatoire, cette commission voit son rôle évoluer. Initialement limitée à une fonction de supervision des activités, elle se transforme peu à peu en un organe décisionnel, allant même jusqu'à exercer une forme de tutelle sur la direction de l'établissement. L'étude de la composition de cette commission et des transformations de ses prérogatives constitue un utile point d'entrée pour comprendre l'imbrication de l'institution scientifique avec les sphères politiques et horlogères.

Les chaînes opératoires

Compte tenu de la complexité inhérente à l'objet de recherche, une méthodologie d'analyse particulière a été élaborée[80]. Pour répondre à notre problématique, nous avons mobilisé le concept de chaîne opératoire, défini comme l'ensemble des opérations matérielles, humaines, mathématiques et statistiques conduisant, à l'issue du processus, à la production d'une donnée horaire exacte. Nous avons adapté ce concept, provenant initialement de l'anthropologie, à l'étude d'un réseau d'instruments scientifiques, de calculs

[78] Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*…, p. 254. Sur les concurrences interprofessionnelles autour des « aires de tâches » : Abbott Andrew, *The System of Professions: An Essay on the Division of Expert Labor,* Chicago, The University of Chicago Press, 1988.

[79] Sur cette nécessité : Aubin David, « The fading stars of the Paris Observatory… » ; Smith Robert, « A national observatory transformed… ».

[80] Dans le cadre du projet FNS « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel (1858-1948) : cultures de la précision, économie de la qualité et "marchandisation" de l'heure », le professeur Gianenrico Bernasconi envisage la collaboration entre un historien et un conservateur-restaurateur. Cette méthodologie d'analyse a été élaborée entre Romain Jeanneret, conservateur-restaurateur et l'auteur de cette thèse.

et de techniques, activé par des acteurs dans un cadre spatial spécifique et qui doit être appréhendé comme un ensemble opérant où chaque composante contribue au tout. Analyser la production de l'heure à travers cette notion met en lumière une succession d'opérations matérielles, mathématiques et humaines, qui permettent de produire, en bout de chaîne, une donnée scientifique. La chaîne opératoire, en tant qu'outil conceptuel, contribue ainsi à enquêter sur les interactions et interdépendances entre les étapes nécessaires à l'élaboration d'une donnée mesurée selon des exigences de rigueur et d'exactitude.

Inspirée du concept de « chaîne fonctionnelle », développée dans le cadre du projet OBS pour étudier les objets de l'Observatoire de Neuchâtel dans leur contexte spatial et historique[81], cette approche y intègre l'étude approfondie des archives de l'institution scientifique. Cependant, au-delà de l'analyse des fonctions des dispositifs, il s'agit ici d'examiner un enchaînement cohérent d'opérations destiné à produire une heure précise. Cela justifie le recours à la notion de chaîne opératoire, attribuée à l'ethnologue et préhistorien André Leroi-Gourhan, bien que celui-ci ne l'ait ni formalisée ni véritablement théorisée[82]. Si le concept de chaîne opératoire est couramment utilisé en archéologie et en anthropologie pour décrire les étapes de fabrication d'artefacts, notamment lithiques, nous en proposons un usage adapté à l'étude d'une institution scientifique. Notre démarche vise à examiner en détail la production de données entre chaque opération de la pratique de la mesure du temps. En ce sens, notre approche s'inscrit dans une logique proche de la théorie de l'acteur réseau, qui intègre objets et discours dans l'analyse, tout en offrant une méthodologie pratique et concrète pour l'examen du fonctionnement d'une institution scientifique telle qu'un observatoire astronomique[83].

[81] Degrigny Christian, *Projet OBS*…

[82] Sur l'origine du concept et son usage en archéologie : Pigeot Nicole, « Chaînes opératoires : contexte théorique et potentiel cognitif », Treuil René (éd.), *L'Archéologie cognitive*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, 2019, pp. 149-171. Pour les travaux de Leroi-Gourhan : Leroi-Gourhan André, *Évolution et techniques. Tome I. L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel, 1943 ; Leroi-Gourhan André, *Évolution et techniques. Tome II. Milieu et techniques*, Paris, Albin Michel, 1945 ; Leroi-Gourhan André, *Le Geste et la parole. Tome I. Technique et langage*, Paris, Albin Michel, 1964 ; Leroi-Gourhan André, *Le Geste et la parole. Tome II. La mémoire et les rythmes*, Paris, Albin Michel, 1965.

[83] Akrich Madeleine, Callon Michel et Latour Bruno (éd.), *Sociologie de la traduction : textes fondateurs*, Paris, Mines, 2006 ; Latour Bruno, *Changer de société, refaire de la sociologie*, Paris, La Découverte, 2006 ; Law John et Hassard John (eds.), *Actor Network Theory and After*, Oxford, Blackwell and Sociological Review, 1999. Signalons qu'en histoire des techniques, il est désormais courant d'analyser dans sa globalité une institution ou le fonctionnement d'instruments scientifiques.

Pour reconstituer les chaînes opératoires, nous avons développé des biographies d'objets afin de retracer la trajectoire des instruments scientifiques, incluant leurs périodes d'utilisation, leurs modifications, ainsi que la place qu'ils occupent au sein de l'institution[84]. Ces objets, en effet, intègrent des gestes et des pratiques, rendant possible le travail des astronomes, et se situent ainsi au cœur des activités de l'Observatoire. Ils permettent de produire, transformer et maîtriser des données, dont le statut épistémique évolue au fil des étapes de la chaîne[85]. La donnée horaire, intrinsèquement protéiforme, passe d'une image perçue sur l'objectif d'une lunette astronomique à une impulsion électrique, à une inscription sur une feuille de papier ou encore au battement régulier d'un pendule. Ces traductions successives sont essentielles pour comprendre les transformations à chaque stade de la chaîne opératoire.

Pour saisir le fonctionnement de la chaîne opératoire, nous avons combiné deux typologies de sources : archivistiques et matérielles[86]. L'étude des sources manuscrites offre une première grille de lecture de l'apparat scientifique, soulève un certain nombre d'interrogations et permet de poser de premières hypothèses de fonctionnement. Ensuite, l'examen de la culture matérielle, apporte différents éléments de réponse et donne la possibilité de confirmer, d'infirmer ou de corriger certains postulats initiaux. Cette deuxième étape ouvre de nouvelles pistes de réflexion, de questionnement et de nouvelles idées, qui requièrent alors un retour aux archives manuscrites. Ce mode d'enquête est réitéré aussi souvent que nécessaire pour atteindre un degré de connaissance jugé suffisant de la chaîne opératoire[87]. Ce faisant, nous partons des discours des acteurs, les écrits, puis abordons leurs pratiques à travers les objets. Il s'agit d'un processus itératif permettant d'investiguer sur les modalités de la fabrication de l'heure. Afin de nous assurer de notre compréhension, nous avons effectué des visualisations des chaînes opératoires. Ce procédé

[84] Pour documenter l'histoire des instruments scientifiques, nous avons collecté toutes les informations les concernant à partir de diverses archives, afin de constituer une base de données. Celle-ci a ensuite été synthétisée sous forme de fiches d'objet. Sur la biographie d'objets : Gosden Chris et Marshall Yvonne, « The cultural biography of objects », *World Archaeology*, 31, 2, 1999, pp. 169-178 ; Kopytoff Igor, « The cultural biography of things: commoditization as process », Appadurai Arjun (ed.), *The Social Life of Things: Commodities in Cultural Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, 1986, pp. 64-91.

[85] Fleck Ludwig, *Genèse et développement d'un fait scientifique*, Paris, Flammarion, 2008.

[86] Pour une présentation de la méthodologie d'analyse des sources à partir d'une étude de cas, voir : Gressot Julien et Jeanneret Romain, « Dialogue interdisciplinaire entre l'objet et l'archive pour l'étude historique et la conservation du patrimoine scientifique et technique : Le cas du tube zénithal photographique (1954-1982) de l'Observatoire de Neuchâtel », *Coré*, 5, 2023, pp. 84-105.

[87] Sur l'intérêt d'effectuer des allers-retours entre l'étude archivistique et matérielle : Fors Hjalmar, Principe Lawrence et Sibum Otto, « From the library to the laboratory and back again: experiment as a tool for historians of science », *Ambix*, 63, 2, 2016, pp. 85-97.

permet de mettre à l'épreuve nos connaissances, puisque chaque relation entre les instruments et chaque opération doivent pouvoir être expliquées. Ces visualisations servent encore d'outil de synthèse et de comparaison, puisqu'il devient possible de constater les évolutions de la chaîne opératoire[88].

L'Observatoire cantonal de Neuchâtel : structure du travail

L'objectif de ce travail n'est pas de produire une histoire exhaustive de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, mais se focalise sur la mesure du temps. Une telle entreprise dépasserait largement le cadre d'une seule étude, tant les perspectives de recherche offertes par cet établissement sont multiples. Le cadre chronologique retenu s'étend de 1858, année de la fondation de l'institution, à l'orée des années 1960. Ce choix s'explique par l'évolution des techniques de mesure du temps : la fin de la période correspond à l'abandon de la détermination astronomique de l'heure au profit du temps atomique, un basculement qui transforme radicalement la marche de l'institution et nécessiterait une analyse distincte.

Ce travail s'articule autour de trois chaînes opératoires, structurées en deux grandes parties. La première chaîne opératoire correspond à la mise en place de l'Observatoire dans sa configuration initiale, déclarée fonctionnelle en 1861 par le directeur[89]. Cette configuration reste stable, sans modifications majeures, jusqu'au début du XX^{e} siècle. En 1913, une deuxième chaîne opératoire peut être identifiée grâce aux transformations de l'Observatoire rendues possibles par le legs du premier directeur. Elle introduit des technologies visant à réduire l'influence humaine dans les processus de mesure. Enfin, une troisième chaîne opératoire peut être placée en 1954, marquant l'arrivée des horloges à quartz et du Photographic Zenith Tube (PZT), instruments qui correspondent à une phase d'automatisation de la détermination de l'heure. Ces trois étapes marquent des périodes de reconfiguration profonde, suivies de phases de relative stabilité, et sont particulièrement bien documentées, permettant une analyse détaillée. Cependant, il est essentiel de souligner que les chaînes opératoires ne sont jamais figées et évoluent constamment.

[88] Notons sur l'aspect comparatif, qu'il serait souhaitable que de telles visualisations soient effectuées pour d'autres institutions afin d'améliorer notre compréhension de la fabrique de l'heure et du fonctionnement des observations astronomiques à partir de plusieurs cas d'étude.
[89] RD 1861-1862, p. 3.

La partie consacrée à la première chaîne opératoire est nécessairement la plus développée, car elle établit les bases indispensables pour comprendre des mécanismes qui perdurent dans les deux périodes suivantes. Afin de ne pas alourdir le récit, les aspects déjà abordés dans cette première partie ne seront pas systématiquement réexaminés pour les chaînes suivantes, sauf lorsqu'ils subissent des modifications majeures.

Un défi particulier concerne l'étude de la troisième chaîne opératoire. À mesure que les dispositifs techniques se multiplient, les descriptions dans les sources tendent à se réduire, souvent limitées à des mentions succinctes dans des rapports. Cette difficulté impose un effort de synthèse accru pour certains points, tout en préservant la rigueur de l'analyse.

Enfin, ce découpage en deux parties distinctes permet également de mettre à l'épreuve l'hypothèse du passage progressif d'une culture de la précision axée sur l'amélioration continue de la mesure du temps vers un modèle davantage bureaucratico-scientifique.

Sources : description du corpus

Les archives manuscrites sont essentiellement déposées aux AEN[90]. Elles contiennent une correspondance abondante, des rapports, des dossiers thématiques, des procès-verbaux, une grande collection de registres d'observation, de plans, les dossiers des architectes et de certains instruments scientifiques[91]. Les procès-verbaux de la commission de l'Observatoire, conservés sans interruption depuis 1898[92], sont une source clé pour analyser les décisions institutionnelles, bien que leur absence durant les premières décennies ait déjà été déplorée par Adolphe Hirsch en 1887[93]. La BPUN conserve, quant à elle, dix-huit volumes de correspondance des premiers directeurs, essentiels pour retracer l'histoire administrative et les réseaux de

[90] L'ensemble des cotes 2IND concerne l'Observatoire. D'autres fonds, détaillés en fin d'ouvrage, sont répartis sous diverses cotes, l'Observatoire ayant été rattaché à plusieurs départements (Instruction publique, Industrie et des Travaux publics pour les constructions).

[91] Les registres d'observation sont conservés dans le dépôt externe de Couvet des AEN.

[92] Ces fonds se trouvent aux AEN, sous la cote 1EP-352. Les procès-verbaux des années 1898 et 1899 sont conservés aux AEN dans le fonds 1IND-341.

[93] Lettre d'Adolphe Hirsch à John Clerc, 16 mai 1887, AEN, 1TP-1003, Observatoire cantonal de Neuchâtel. Construction d'un nouveau bâtiment pour loger l'aide-astronome. Dossier de l'architecte cantonal.

l'Observatoire, quoique les dossiers contenant les lettres reçues demeurent incomplets[94].

La correspondance de Hirsch, notamment avec des figures comme Emil du Bois-Reymond (1818-1896), éclaire ses recherches scientifiques, son activité au sein des associations internationales et ses opinions politiques, bien que ses archives privées semblent perdues[95]. Une partie de cette correspondance, rédigée en écriture allemande de type Sütterlin, dont la forme dépend des auteurs et pouvant se révéler particulièrement ardue à déchiffrer, a exigé des compétences spécifiques en paléographie[96]. Des publications éditées par l'Observatoire, souvent à l'occasion de commémorations, apportent des informations précieuses sur l'histoire de l'établissement, y compris des photographies des lieux, du personnel et des instruments[97].

Les interactions locales de l'Observatoire apparaissent dans le *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*[98], tandis que des contributions

[94] La correspondance des directeurs est conservée à la BPUN, fonds OBSE-102-4.1 à 16. Certains dossiers thématiques contiennent de la correspondance reçue : 2IND-6, 2IND-8 et 2IND-9. La correspondance autour des dépôts de chronomètres occupe de nombreux fonds : 2IND-13 à 2IND-78.

[95] L'Académie des sciences naturelles de Berlin conserve la correspondance entretenue par Hirsch avec Wilhelm Foerster (1832-1921), directeur de l'Observatoire de Berlin et cheville ouvrière du Bureau international des poids et mesures : Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, fonds ABBAW : Sternwarte, Nr. 206. Le Bureau international des poids et mesures conserve également de la correspondance de Hirsch : 1872-Hirsch ; 4a Notes intimes de Lesigne, secrétaire du secrétaire du CIPM. Les archives fédérales conservent aussi des lettres concernant le rôle de Hirsch en tant que délégué : notamment les archives : E89 1000/1172 BD :23, 24 : Association géodésique internationale ; E1047-01 2005-60 Band 4 : Nr. 530. Observatoire de Neuchâtel 1879-1886 ; E2001 (E) 1968/82. Les échanges avec Emil du Bois-Reymond se trouvent à la Staatsbibliothek de Berlin, Staatsbibliothek, Unter den Linden, Darmstaedter J 1867 (10) : Adolphe Hirsch. Une partie de cette correspondance est retranscrite en annexe. Les archives de Hirsch ont été séparées en trois lots après son décès en 1901 : le premier lié à l'Observatoire, le deuxième aux associations internationales et particulièrement au BIPM, et enfin ses archives privées qui ont sans doute été remises à sa sœur Clara Hirsch, qui vivait également à l'Observatoire. Sur l'héritage de Hirsch, voir : Testament olographe du Dr Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, AEN, 1FIN-458.

[96] Nous en profitons ici pour remercier vivement Anton Näf, professeur émérite d'allemand à l'Université de Neuchâtel pour l'apport inestimable qu'il a fourni dans le déchiffrement de la correspondance d'Adolphe Hirsch.

[97] Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal de Neuchâtel 1858-1912, souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Attinger, 1912 ; Guyot Edmond, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel 1858-1938. Son histoire, son organisation et ses buts actuels », *Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles*, 63, 1938, pp. 5-36.

[98] Ces traces prennent la forme de procès-verbaux et d'articles spécifiques. Ils sont conservés sur *E-Periodica* (www.e-periodica.ch/digbib/volumes?UID=bsn-001) dans les *Bulletins de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, devenus à partir de 1897 les *Bulletins de la Société neuchâteloise des sciences naturelles*. Pour plus de simplicité, nous nous référons à tous les bulletins sous l'acronyme : *BSSNN*. Pour un aperçu de l'histoire de cette société, voir : Bivier Henri, « La Société neuchâteloise des sciences naturelles 1832-1932. Notice historique publiée à l'occasion de son centenaire », *BSSNN*, 56, 1931, pp. 5-83. Les interventions des membres de l'Observatoire se trouvent regroupées dans la bibliographie

dans des journaux horlogers dès le XXe siècle, comme *La Suisse horlogère* ou les publications de la Société suisse de chronométrie, illustrent son rôle auprès de l'industrie horlogère[99]. Les échanges avec des fabricants d'instruments, tels que Grubb & Parsons, Carl Zeiss, Ertel & Sohn et Merz und Söhne ou encore la Maison Kern, sont documentés dans divers fonds d'archives[100].

Concernant les instruments eux-mêmes, la plupart sont conservés au MIH, bien que certains soient au MhL notamment ceux liés à l'histoire locloise. Le Pavillon Hirsch abrite encore des pièces comme le triple réfracteur Zeiss et le sismographe Quervain-Piccard. En revanche, le bâtiment principal de l'Observatoire, profondément modifié dans les années 1960, n'a conservé que quelques éléments d'origine : la coupole du réfracteur Merz, la rotonde marquant l'ancien emplacement des pendules astronomiques et la tranchée méridienne, désormais intégrée à la cafétéria du CSEM, locataire des lieux. De nombreux instruments, en particulier ceux des périodes récentes, souvent jugés peu esthétiques, ont disparu, été détruits, vendus ou réemployés, soulignant l'enjeu crucial de sensibilisation et de préservation du patrimoine technique du XXe siècle.

Enfin, des visites comparatives ont été effectuées dans d'autres observatoires (Athènes, Berlin, Besançon, Bordeaux, Bruxelles, Genève, Greenwich,

en fin d'ouvrage et permettent de constater la richesse des thématiques traitées, ainsi que des variations d'intensité des relations entre la société savante et l'établissement.

[99] Ces fonds sont conservés aux archives du centre d'étude l'Homme et le Temps, du Musée international d'horlogerie (MIH).

[100] La correspondance avec Ertel & Sohn est essentiellement conservée aux AEN, dans le fonds 2IND-6 et a été en partie transcrite en annexe, le manuscrit original en présentant davantage, voir : Gressot Julien, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel et la mesure du temps (1858-1960) : acteurs, instruments scientifiques et espaces savants », Neuchâtel, thèse soutenue le 23 février 2024 à l'Université de Neuchâtel. Nous avons également consulté les archives du Deutsches Museum de Munich, qui conserve des catalogues du fabricant Ertel & Sohn : FS 197, FS 272, FS 274 et FS 1154. Les archives Grubb & Parsons sont aussi aux AEN, dans le fonds 1EP-364, AEN, aux Archives Tyne & Wear à Newcastle upon Tyne (Accession 1681 et 1919), ainsi qu'à la bibliothèque de Cambridge dans les fonds consacrés à l'Observatoire de Greenwich (GBR/0180/RGO). Le fonds Kern est préservé dans un abri souterrain du Musée d'Aarau et contient une grande quantité de documents et d'archives matérielles. Il n'est toutefois pas inventorié et mériterait une étude plus poussée. Sur les fabricants d'instruments scientifiques : Brenni Paolo, « From workshop to factory: the evolution of the instrument making industry, 1850-1930 », Buchwald Jed et Fox Robert (eds.), *The Oxford Handbook…*, pp. 584-650 ; McConnell Anita, « Instruments and instruments makers, 1700-1850 », Buchwald Jed et Fox Robert (eds.), *The Oxford Handbook…*, pp. 326-357. L'Estrange Turner Gerard, « Eighteenth-century scientific instruments and their makers », Roy Porter (ed.), *The Cambridge History of Science*, volume 4, Cambridge, Cambridge University Press, 2003, pp. 511-535. Signalons aussi les archives du Musée de la communication à König (BE) : Tele-005, A0002-1 ; T-00 A_0291 et T-00 A_0452 pour la télégraphie et les Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, fonds ABBAW : Sternwarte, Nr. 206 pour la géodésie ainsi que les archives communales de Neuchâtel, particulièrement utile pour des informations fiscales sur le personnel de l'institution ou encore l'Observatoire de Genève avec des échanges entre celui-ci et celui de Neuchâtel.

Hambourg, Heidelberg, Paris, Yerkes, etc.) et dans des collections muséales (Kern à Aarau, Deutsches Museum à Munich, Whipple Museum à Cambridge, Musée d'histoire des sciences à Genève, entre autres), afin d'éclairer les pratiques et les spécificités de l'Observatoire de Neuchâtel.

Sources : les rapports de directeur

Dans notre étude, l'attention se porte principalement sur les directeurs, responsables de la garantie de la qualité de la chaîne opératoire et des données produites, tout en représentant l'institution à l'extérieur, notamment à travers leurs rapports annuels[101]. Ces rapports, intitulés « rapports de directeur à la commission d'inspection de cet établissement », puis, plus simplement, « à la commission de l'Observatoire », constituent une source historique ininterrompue jusqu'en 1990[102]. Destinés à informer les autorités politiques du canton, ils s'inscrivent également dans un réseau scientifique international grâce à un échange de publications entre établissements, pratique instaurée à la demande du premier directeur. Ces documents, véritable technologie littéraire de défense de la production scientifique de l'établissement, assurent sa visibilité et sa légitimité[103].

Les rapports sont divisés en deux parties : une première consacrée au fonctionnement général de l'Observatoire puis une seconde, dissociée dès 1875, spécifiquement orientée vers le service chronométrique, la certification et les concours de chronométrie. Nous concentrons notre analyse sur les rapports généraux, qui, année après année, décrivent l'état des instruments, des bâtiments, de l'activité scientifique, du personnel et des services. Durant la période Hirsch, ils fournissent de nombreux détails, passant en revue les infrastructures pièce par pièce. Ces documents, mêlant bilan annuel et perspectives d'avenir, servent à la fois d'outil de positionnement institutionnel et de levier politico-économique.

---

[101] Sur les directeurs de l'Observatoire : Fischer Gaston, « Adolphe Hirsch (1830-1901). L'Astronomie et les sciences de la terre », *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel* (ci-après *BSSNN*), 124, 2001, pp. 41-47 ; Burgat-Grellet Mika et Schaer Jean-Paul, « Adolphe Hirsch (1830-1901), directeur de l'Observatoire de Neuchâtel de 1858 à 1901 », *BSSNN*, 124, 2001, pp. 23-39 ; Schaer Jean-Paul, « Adolphe Hirsch (1830-1901) », Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel, tome 2, La seconde Académie, 1866-1909*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, G. Attinger, 1994, pp. 435-440 ; Fiala Félix, « Edmond Guyot (1900-1963) », *BSSNN*, 87, 1964, pp. 209-219 ; Anonyme, « Louis Arndt », *Le Véritable Messager boiteux,* 1941, pp. 50-51.

[102] Les rapports de directeur sont conservés aux AEN sous les cotes 2IND-93-99.

[103] Schaffer Simon et Shapin S, *Leviathan et la pompe à air …*

Les instruments scientifiques y occupent une place centrale, souvent évoqués avec une proximité presque anthropomorphique, soulignant leur rôle clé dans le fonctionnement de l'Observatoire[104]. À partir de 1865, le rapport est intégré au rapport de gestion présenté au Grand Conseil, assumant dès lors une fonction administrative[105]. Cependant, à partir des années 1920, il devient plus succinct, réduisant la place accordée aux instruments et bâtiments[106]. Ce changement, marqué par une baisse de pagination (parfois moins de dix pages dans les années 1930 contre près de trente au début de l'institution), illustre une transformation vers une culture plus bureaucratique et administrative, au détriment des détails sur les instruments scientifiques, ce qui en limite d'autant l'intérêt historique.

[104] Virginie Babey a relevé cette « *attitude teintée d'anthropomorphisme* » : Babey Virginie, « L'observatoire chronométrique de Neuchâtel… », p. 329. Sur cette proximité instrumentale : Tresch John, *The Romantic Machine: Utopian Science and Technology after Napoleon*, Chicago, University of Chicago Press, 2014. Sur le rôle des instruments scientifiques : Schaffer S, « Les cérémonies de la mesure… », p. 411.

[105] Rapports du Conseil d'État au Grand-Conseil sur sa gestion et l'exécution des lois, 1863-1864, X. Observatoire cantonal, AEN, 18CE, p. 121.

[106] « Séance du 2 mai 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 49.

Première partie

Fonder un Observatoire

La première partie de cette recherche est consacrée à l'instauration et à la consolidation de la première chaîne opératoire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel. Elle examine les raisons ayant conduit à la création d'un observatoire dans cette région horlogère et dans la Suisse moderne, les choix opérés pour son installation, ainsi que les stratégies déployées pour positionner l'établissement dans le champ scientifique. Cette analyse s'étend également aux pratiques liées à cette chaîne opératoire et aux efforts consentis pour en assurer la pérennité sur un demi-siècle. Cette période correspond au mandat d'Adolphe Hirsch, premier directeur et figure centrale du développement de l'institution, jusqu'à son décès en 1901. Ainsi, cette partie interroge l'émergence, l'utilisation et la continuité d'une culture scientifique axée sur la précision, dans un long XIX^e^ siècle débutant au dernier tiers du XVIII^e^ siècle et s'achevant au début du XX^e^ siècle.

L'analyse s'ouvre sur l'essor de l'horlogerie de précision dans le canton de Neuchâtel, un phénomène socio-économique majeur de l'Arc jurassien amorcé à la fin du XVIII^e^ siècle et qui prend toute son ampleur au XIX^e^ siècle[107]. Parallèlement, l'étude considère l'instauration du régime républicain en

[107] Donzé Pierre-Yves, *Histoire de l'industrie horlogère suisse… ;* Landes Daniel, *L'Heure qu'il est*, pp. 349-369.

1848[108], deux dynamiques étroitement imbriquées qui convergent dans la création de l'Observatoire, premier grand projet de la République de Neuchâtel, validé en 1858. Dès ses débuts, l'établissement se trouve au carrefour de la science, de la politique et de l'industrie, répondant à des objectifs épistémiques, économiques et politiques qu'il convient d'examiner en profondeur.

La première partie couvre la période 1855-1901, bien qu'elle remonte en amont pour comprendre les conditions menant à la fondation de l'institution scientifique. Elle s'organise en cinq chapitres. Le **chapitre 1** explore les origines de la culture de précision et les éléments ayant progressivement conduit au constat de la nécessité d'un observatoire astronomique dans le canton de Neuchâtel. Le **chapitre 2** se concentre sur les débats politiques ayant entouré la création de l'institution, ainsi que sur le rôle central d'Adolphe Hirsch, à la fois organisateur et premier directeur. Le **chapitre 3** retrace le fonctionnement de la première chaîne opératoire, depuis l'observation des astres jusqu'à la diffusion du signal horaire. Le **chapitre 4** examine l'usage de cette chaîne opératoire, avec une attention particulière portée à la dimension mathématique et à la gestion de l'espace savant. Enfin, le **chapitre 5** analyse l'organisation du travail au sein de l'Observatoire et les mécanismes permettant de maintenir cette chaîne opératoire sur la durée.

[108] Barrelet Jean-Marc, *Histoire du Canton de Neuchâtel : la création d'une République. De la Révolution de 1848 à nos jours*, tome 3, Neuchâtel, Alphil, 2011 ; Henry Philippe, *La Mémoire de la Révolution neuchâteloise de 1848. Du cinquantenaire au centenaire (1898-1948)*, Hauterive, Gilles Attinger, 1997.

Chapitre 1

Diffusion d'un savoir-faire astronomique dans le canton de Neuchâtel (seconde moitié du XVIIIe siècle – première moitié du XIXe siècle)

« I. On appelle en général une heure, la vingt-quatrième partie du jour, c'est-à-dire d'un retour du Soleil au Méridien ; mais comme les retours du Soleil au Méridien ne se font pas en tems égaux pendant toute l'année, à cause des inégalités du mouvement de la Terre ; on est obligé de distinguer les jours moyens ou égaux, & les heures moyennes ou égales, des jours vrais ou apparens, & des heures vraies ou apparentes. […] ces retards ou ces avancements forment ce qu'on appelle le tems moyen, & c'est celui sur lequel on doit régler les pendules, si on veut les fixer à demeure & les voir d'accord avec le Soleil 4 fois l'année sans y toucher jamais. La différence entre le tems moyen & le tems vrai, marquée par le Soleil sur les Cadrans Solaires ou Sur les Méridiennes ordinaires, forme l'équation du tems. »

Jean-André Lepaute, *Traité d'horlogerie*, Paris, 1767, pp. 80-81.

Les savoir-faire astronomiques sont au cœur des préoccupations des horlogers ainsi que l'illustre l'examen des traités d'horlogerie, comme celui du Français Jean-André Lepaute (1720-1789) durant la seconde partie du XVIIIe siècle[109]. Cette relation entre l'astronomie et l'horlogerie éclaire la présence d'un observatoire dans une région comme Neuchâtel, éloignée des grands axes de communication et dépourvue d'accès maritime. Contrairement à Greenwich, conçu pour répondre aux exigences du commerce maritime, ou aux observatoires de Paris et de Toulouse, liés avant tout à l'essor des sciences dans le cadre du mouvement académique croissant à partir du XVIIIe siècle, l'Observatoire de Neuchâtel s'inscrit dans une logique différente[110]. En effet, il est fondé par l'État pour répondre à une finalité pratique : soutenir l'industrie horlogère locale, dont l'importance économique ne cesse de croître depuis son introduction au XVIIe siècle[111]. Le choix de certains horlogers de s'orienter vers des produits de grande précision implique la nécessité de disposer de moyens scientifiques pour déterminer l'heure sidérale ou vraie – autrement dit, l'heure astronomique – et la comparer à l'heure moyenne, temps conventionnel utilisé socialement, afin de vérifier la justesse des garde-temps destinés au marché, perçue comme « l'heure exacte »[112].

Dans ce chapitre introductif, il s'agit d'examiner les premiers dispositifs mis en place pour obtenir l'heure exacte dans le canton de Neuchâtel. Les sources

---

[109] À cette époque, les traités d'horlogerie se multiplient, voir par exemple : Berthoud Ferdinand, *Essai sur l'horlogerie ; dans lequel on traite de cet Art relativement à l'usage civil, à l'astronomie et à la Navigation, en établissant des principes confirmés par l'expérience*, en 2 volumes, Paris, Mérigot, 1786 ; Lepaute Jean-André, *Traité d'horlogerie…*

[110] Sur l'Observatoire de Greenwich, voir : Howse Derek, *Greenwich Time and the Longitude*, Londres, Philip Wilson and National Maritime Museum, 1997 [1980] ; Smith Robert, « A national observatory transformed… ». Sur l'Observatoire de Paris : Aubin David, « The fading stars of the Paris Observatory… » ; Deias Dalia, *Inventer l'Observatoire : sciences et politique sous Giovanni Domenico Cassini (1625-1712)*, 2020, [thèse de doctorat non-publiée]. Pour un exemple d'observatoire lié au développement du mouvement académique, voir celui de Toulouse : Lamy Jérôme, *L'Observatoire de Toulouse…*

[111] Pour une histoire de l'introduction de l'horlogerie dans le canton de Neuchâtel, voir note 1.

[112] La notion d'heure exacte doit être envisagée comme une mesure déterminée selon des critères de précision définis par les acteurs de l'époque, sans projeter des évaluations contemporaines qui seraient anachroniques. Au milieu du XIXe siècle, une heure précise est mesurée au dixième de seconde près. Il convient également de noter que l'orientation vers la haute horlogerie n'est pas partagée par l'ensemble de l'industrie horlogère. Cette divergence génère périodiquement des tensions, notamment en période de crise, lorsque les produits de moindre qualité sont perçus comme responsables d'une image négative associée à l'industrie horlogère neuchâteloise dans son ensemble. La haute horlogerie a su valoriser et transmettre son récit, contribuant ainsi à une certaine marginalisation de l'importance économique et sociale des productions moins prestigieuses. Enfin, soulignons que la haute horlogerie inclut à la fois des pièces richement décorées ou réalisées avec des matériaux précieux et des garde-temps d'une grande précision technique. C'est cette dernière dimension qui est au cœur de notre analyse. Sur ces aspects, voir : Künzi Claude-Alain, « Luxe et pacotille », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel…*, pp. 109-121.

disponibles sur la détermination astronomique de l'heure sont fragmentaires, et l'historiographie s'est souvent appuyée sur des travaux antérieurs sans toujours interroger les sources originales[113]. L'analyse des pratiques et des instruments se heurte à plusieurs difficultés, notamment l'absence de descriptions détaillées des méthodes employées et la rareté des informations sur les dispositifs utilisés. Cette lacune s'explique en grande partie par le fait que, à l'époque, il n'était pas jugé nécessaire de documenter les procédures pour défendre la qualité des données produites. Cette problématique est renforcée par l'usage d'un vocabulaire souvent imprécis, rendant difficile l'identification des instruments employés, ainsi que par la disparition de la plupart des traces matérielles, due à des modifications, des pertes ou la destruction des appareils et des lieux d'observation[114]. Toutefois, les vestiges disponibles restent suffisamment nombreux pour permettre d'atteindre notre objectif : examiner la diffusion d'un savoir-faire astronomique dans cette région horlogère, en particulier à travers le cas bien documenté de La Chaux-de-Fonds en 1846[115]. Notre approche place les acteurs et leurs pratiques au centre de l'étude et, à travers l'expansion progressive de ces expériences, met en évidence les prémices d'une culture de la précision dans le canton de Neuchâtel, en particulier dans les Montagnes neuchâteloises, principal foyer de l'horlogerie.

L'analyse de la figure de l'horloger savant, qui émerge autour de la seconde moitié du XVIII^e^ siècle, constitue le point de départ de notre enquête, en s'appuyant sur des exemples de personnalités ayant contribué tant à l'horlogerie de haute précision qu'à l'introduction d'un savoir-faire astronomique[116], sans toutefois prétendre à l'exhaustivité. Nous examinerons ensuite comment des sociétés savantes locales s'approprient cette thématique dans le but de favoriser le perfectionnement de l'horlogerie. Enfin, nous observerons

[113] L'historiographie s'est essentiellement appuyée sur : Jacquet Eugène. et Chapuis Alfred, *Histoire et technique…* ; Chapuis Alfred, *Histoire de la pendulerie…* ; Bachelin Auguste, *L'Horlogerie neuchâteloise…* ; Jeanneret Frédéric-Alexandre et Bonhôte James Henri, *Biographie neuchâteloise*, 2 tomes, Le Locle, 1863.

[114] Ce constat souligne l'importance de préserver ce patrimoine, qui reflète l'évolution industrielle ayant façonné la région, un phénomène reconnu par les inscriptions au patrimoine mondial de l'UNESCO pour l'urbanisme horloger des villes du Locle et de La Chaux-de-Fonds en 2009, ainsi que pour les savoir-faire horlogers et la mécanique d'art en 2020.

[115] Ce cas a été thématisé lors de l'exposition « À la recherche de la lunette perdue », organisée en 2023 au Musée d'histoire de La Chaux-de-Fonds, où nous avons assuré le commissariat en collaboration avec la conservatrice adjointe Myriam Minder.

[116] Sur l'horloger savant, voir : Bernasconi Gianenrico, « La précision de l'heure dans les centres horlogers des Montagnes neuchâteloises dans la deuxième moitié du XVIII^e^ siècle et au XIX^e^ siècle », Guzzi-Heeb Sandro et Dubuis Pierre, *Organisation et mesure du temps dans les campagnes européennes de l'époque moderne au XX^e^ siècle*, Sion, Cahiers de Vallesia, 2019, pp. 37-48, pp. 40-41.

l'élargissement de ces initiatives, notamment à travers l'implication de certaines municipalités qui utilisent des édifices publics pour fournir l'heure à l'ensemble de la population.

1.1 Obtenir l'heure exacte : de l'à-peu-près privé aux initiatives publiques

À partir des XVII^e^-XVIII^e^ siècles, l'horlogerie prend son essor dans le canton de Neuchâtel. Jusqu'au XIX^e^ siècle, la production horlogère neuchâteloise est plutôt orientée vers le moyen et le bas de gamme, tandis que le luxe est laissé aux mains des Genevois et des Anglais[117]. Dès la fin du XVIII^e^ siècle, dans un contexte de croissance des consommations, certains horlogers neuchâtelois orientent leur production vers une économie de qualité, notamment la chronométrie de marine[118]. Progressivement, l'horlogerie locale s'impose sur le marché des produits de haute précision et du luxe, bénéficiant de coûts de production compétitifs. Toutefois, au milieu du XIX^e^ siècle, cette industrie se confronte à un double défi : un manque de main-d'œuvre qualifiée, qui conduit à la création d'écoles d'horlogerie, et une insuffisance de moyens scientifiques pour améliorer la précision de ses produits[119].

Au début du XIX^e^ siècle, Ferdinand Berthoud (1727-1807)[120], Suisse d'origine ayant émigré à Paris à l'âge de 18 ans, où il devint horloger mécanicien du roi et de la marine, signale la nécessité de disposer de l'heure astronomique : « *Pour estimer sûrement la justesse d'une horloge à longitude (ou de toute autre machine servant à l'exacte mesure du temps), il faut avoir une horloge*

[117] Pour l'évolution du marché international de l'horlogerie voir : Landes Daniel, *L'Heure qu'il est*…, p. 299 *sq*.

[118] Sur la chronométrie de marine : Gould Rupert, *The Marine Chronometer. Its History and Development*, Londres, J. D. Potter, 1923. Pour le contexte neuchâtelois, voir : Fallet Estelle, *La Mesure du temps en mer et les horlogers suisses*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1995.

[119] Des écoles d'horlogerie ouvrent en 1851 à Fleurier, en 1865 à La Chaux-de-Fonds, en 1868 au Locle, en 1871 à Neuchâtel. Sur ces points, voir : Perret Thomas, « La recherche de l'excellence », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel*…, pp. 201-211 et Babey Virginie et Piguet Claire, « La recherche de l'exactitude », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel*…, pp. 224-243 ; Fallet Estelle, « La création des écoles d'horlogerie en Suisse », Cardinal Catherine, Jéquier François, Barrelet Jean-Marc et Beynier André (éd.), *L'Homme et le temps*…, pp. 279-284.

[120] Pour les apports de Ferdinand Berthoud à l'horlogerie : Cardinal Catherine (éd.) *Ferdinand Berthoud (1727-1807). Horloger mécanicien du roi et de la marine*, La Chaux-de-Fonds, Musée international d'horlogerie, 1984. Pour quelques informations biographiques à propos de Ferdinand Berthoud, voir : Fallet Estelle, *La Mesure du temps…,* pp. 68-71 ; Jeanneret Frédéric-Alexandre et Bonhôte James Henri, *Biographie neuchâteloise*…, tome 1, pp. 32-45.

astronomique à laquelle on puisse comparer sa marche : mais cela ne suffit pas encore, car pour juger la justesse de l'horloge astronomique même, on ne peut le faire sans le secours des observations du Soleil et des étoiles »[121].

Le moyen le plus précis pour déterminer l'heure consiste alors à combiner l'usage d'une pendule astronomique à celui d'un instrument des passages ou méridien[122]. Cette typologie d'instruments permet d'observer l'instant exact du passage d'un astre au méridien et de le comparer avec la marche du garde-temps afin de constater l'avance ou le retard de celui-ci. C'est pourquoi, dans le cursus d'apprentissage d'horlogers particulièrement doués, aux compétences en mathématiques et en mécanique s'ajoutent des notions d'astronomie ainsi que le mentionne Ferdinand Berthoud dans un article paru en 1765 dans *L'Encyclopédie* de D'Alembert et Diderot :

« *L'*Horlogerie *étant la science du mouvement, cet art exige que ceux qui le professent connoissent les lois du mouvement des corps ; qu'ils soient bons géometres, méchaniciens, physiciens ; qu'ils possedent le calcul, & soient nés non seulement avec le génie propre à saisir l'esprit des principes, mais encore avec les talens de les appliquer.* […] *Après l'avoir ainsi amené par gradation, on lui donnera une notion des machines qui imitent les effets des planetes. En lui faisant seul sentir la beauté de ces machines, on lui fera voir la nécessité d'avoir quelque notion d'Astronomie.* »[123]

Corollaire de ce besoin, le début du XIX^e^ siècle correspond d'ailleurs à une période de popularisation de l'astronomie[124]. Par exemple, François Arago (1786-1853), astronome et directeur de l'Observatoire de Paris, dispense gratuitement des cours publics consacrés à la mécanique et à l'horlogerie[125]. Ce mouvement est également perceptible dans les Montagnes neuchâteloises, où se développent des moyens techniques destinés à l'obtention de l'heure exacte.

---

[121] Berthoud Ferdinand, *Histoire de la mesure du temps par les horloges*, tome 2, Paris, 1802, p. 117.

[122] Guyot Edmond, *Histoire de la détermination de l'heure…* ; Jouannic Jean, « Historique de la mesure du temps », *Culture technique*, 9, 1983, pp. 127-135.

[123] Berthoud Ferdinand, « Horlogerie », Diderot Denis et d'Alembert Jean Le Rond (éd.), *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers par une société de gens de lettres, tome VIII,* Neuchâtel, 1765, pp. 303-310, pp. 305-306.

[124] Christen Carole, « Les leçons et traités d'astronomie populaire dans le premier XIX^e^ siècle », *Romantisme*, 166, 4, 2014, pp. 8-20.

[125] Christen Carole, « Les leçons et traités d'astronomie populaire dans le premier XIX^e^ siècle », *Romantisme*, 166, 4, 2014, p. 8. Voir : Arago François, *Astronomie populaire : œuvre posthume*, [nouvelle édition mise au courant des progrès de la science par M. Jean-Augustin Barral], tome 2, Paris, 1864, p. 264 *sq*. Pour une biographie de François Arago : Lequeux James, *François Arago, un savant généreux : physique et astronomie au XIX^e^ siècle*, Les Ulis, Paris, l'Observatoire de Paris, EDP Sciences, 2008.

1.1.1 La *persona* de l'horloger savant

À cette époque, deux types d'initiatives se distinguent dans le canton de Neuchâtel. D'une part, celles portées par la figure de l'horloger savant, apparue dès la seconde moitié du XVIIIe siècle, qui détermine lui-même l'heure exacte pour répondre à ses besoins spécifiques, incarnant ainsi un groupe social émergent. Le concept de *persona* éclaire cette évolution, révélant les prémices d'une culture horlogère orientée vers la précision[126]. L'horloger savant, parfois qualifié de « chronométrier », se consacre à la fabrication de garde-temps devant atteindre un certain degré de précision, tels que les chronomètres de marine. L'emploi du concept de *persona* permet également d'éviter l'approche strictement biographique, favorisant une compréhension historique de ce phénomène. Cette dynamique sera explorée à travers le parcours de trois horlogers savants et d'un opticien, démontrant que ce mouvement dépasse le cadre de l'horlogerie à strictement parlé. Dans un second temps, nous analyserons comment ces initiatives individuelles tendent à se développer et à toucher un public élargi.

Dès la seconde moitié du XVIIIe siècle, des indices de l'usage de la détermination astronomique de l'heure apparaissent dans les Montagnes neuchâteloises. Ces premières pratiques attestées sont le fait d'horlogers qui s'en servent à titre privé pour contrôler la marche de leur régulateur[127]. L'exemple le plus emblématique est sans doute celui de Jacques-Frédéric Houriet (1743-1830)[128], qui serait l'un des premiers à avoir introduit l'usage de l'astronomie

[126] Pour une définition et une analyse de l'usage du concept de *persona* en histoire des sciences, voir : Daston Lorraine et Sibum Otto, « Introduction: scientific personae and their histories », *Science in Context*, 16, 2003, pp. 1-8, p. 3. En ce qui concerne l'emploi du terme « chronométrier » : Sabrier Jean-Claude, *Jacques-Frédéric Houriet : 1743-1830*, Chézard-Saint-Martin, Cernier, Éditions de la Chatière, 2006, p. 9. Une divergence notable existe concernant la définition du chronomètre entre les traditions anglaise et française. En Angleterre, le terme apparaît au XVIIIe siècle pour désigner des instruments de haute précision équipés d'un échappement à ressort. En Suisse, en revanche, il s'applique à toute montre ayant passé avec succès un contrôle réalisé par un organisme agréé. Pour une discussion approfondie sur la notion de chronomètre, voir : Betts Jonathan, « Chronometer », Bud Robert et Warner Deborah Jean (eds.), *Instruments of Science*, New York, Londres, Garland Publishing, 1998, pp. 112-114.

[127] Ce terme désigne aujourd'hui un garde-temps de qualité moyenne. Cependant, aux XVIIIe et XIXe siècles, il faisait référence à un instrument d'une grande précision, utilisé comme référence dans les ateliers d'horlogerie.

[128] Pour une biographie de Jacques-Frédéric Houriet voir : Sabrier Jean-Claude, *Jacques-Frédéric Houriet… ;* Robert Sylvia, « Jacques-Frédéric Houriet. Horloger (1743-1830) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises. De saint Guillaume à la fin des Lumières*, tome 1, Hauterive, Gilles Attinger, 1996, pp. 137-142 ; Fallet Estelle, *La Mesure du temps…*, pp. 105-112 ; Bachelin Auguste, *L'Horlogerie neuchâteloise…*, pp. 53-57 et Jeanneret Frédéric-Alexandre et Bonhôte James Henri, *Biographie neuchâteloise…*, tome 1er, pp. 500-506.

dans la région. Figure marquante, il incarne l'évolution d'une partie des horlogers des Montagnes neuchâteloises vers la haute précision et une maîtrise approfondie des savoirs théoriques.

Jacques-Frédéric Houriet est né le 25 février 1743 à La Chaux-d'Abel dans le Jura bernois. Fils de Jacob Houriet, un cultivateur aisé disposant d'un vaste réseau, il est également le neveu d'Abraham Gagnebin (1707-1800), médecin-chirurgien et naturaliste renommé, reconnu pour avoir initié Jean-Jacques Rousseau à la botanique[129]. Envoyé à Mulhouse à l'âge de 9 ans pour y apprendre l'allemand, il effectue ensuite un apprentissage chez l'horloger Abraham-Louis Perret (1729-1828)[130]. Il se rend à Paris entre 1759 et 1768 pour y parfaire ses compétences horlogères dans l'atelier de Julien Leroy (1686-1759), horloger de la cour. Après le décès de ce dernier, sa formation est assurée par Pierre Leroy (1717-1785), qui poursuit l'œuvre de son père, ainsi que par Jean Romilly (1714-1796), deux figures majeures de l'horlogerie. C'est à Paris que Jacques-Frédéric Houriet découvre les horloges astronomiques, les chronomètres de marine et les techniques de détermination de l'heure. Durant cette période, il noue des liens d'amitié avec Ferdinand Berthoud, Abraham-Louis Breguet (1747-1823), célèbre horloger de la marine et collaborateur du Bureau des longitudes, et Antide Janvier (1751-1835), distingué pour son expertise dans la construction de planétaires[131]. Houriet possède de solides connaissances théoriques acquises auprès des plus éminents spécialistes, ainsi qu'un vaste réseau qui lui permet de développer une activité commerciale à l'échelle internationale. En 1768, il s'installe au Locle, fort de ce précieux bagage, accompagné d'une pendule à régler – également appelée pendule à longues-lignes ou régulateur – et d'une lunette astronomique (figure 1)[132].

---

[129] Robert Sylvia, « Jacques-Frédéric Houriet… », p. 138.

[130] La notice rédigée par Frédéric-Alexandre Jeanneret et James Henri Bonhôte dans *Biographie neuchâteloise* est à l'origine d'une confusion concernant le nom du maître d'apprentissage de Houriet. Jeanneret et Bonhôte attribuent ce rôle à Abraham-Louis Perrelet, une erreur reprise par plusieurs historiens. Cependant, les archives notariales révèlent qu'il s'agit en réalité d'Abraham-Louis Perret : Jeanneret Frédéric-Alexandre et Bonhôte James Henri, *Biographie neuchâteloise*…, tome 1er, p. 500 *sq*.

[131] Jacquet Eugène et Chapuis Alfred, *Histoire et technique de la montre suisse*…, p. 93.

[132] Sabrier Jean-Claude, *Jacques-Frédéric Houriet*…, p. 9. Ce régulateur est aujourd'hui conservé au Musée d'horlogerie du Locle, au Château des Monts. Preuve que Jacques-Frédéric Houriet n'est pas un cas isolé, Henri Bühler mentionne plusieurs autres horlogers ayant fabriqué des garde-temps de précision pour contrôler la qualité de leurs productions : Jean-Pierre Droz (1709-1780) et Samuel Roy à La Chaux-de-Fonds, Montandon à La Brévine, Borel à Couvet, ainsi que Phinéas Perret : Bühler Henri, « Horlogerie », Comité directeur du centenaire de la République neuchâteloise (éd.), *Le Pays de Neuchâtel : collection publiée à l'occasion du centenaire de la République*, Neuchâtel, P. Attinger, 6, 1948, pp. 24-25.

Figure 1. Portrait de Jacques-Frédéric Houriet (1743-1830) devant son régulateur, Louis-Aimé Grosclaude, ca. 1820-1830. © Musée d'horlogerie du Locle - Château des Monts, Le Locle (photo Schmid Muller).

L'inventaire établi après son décès atteste de la présence de ce type d'instruments dans son atelier : « *Une pendule à régler à équation et compensation ; d'une exécution supérieure et précieuse ; M. Houriet qui l'avait fait exécuter sous ses yeux à Paris, en vérifiait la marche chaque année, au moyen d'une lunette des passages, et il n'a jamais trouvé cette marche dérangée d'une minute entière d'une expérience à l'autre* »[133].

Cette mention fournit de précieux indices sur les critères de précision en vigueur à la fin du XVIII^e^ et au début du XIX^e^ siècle. Une vérification annuelle et une variation de marche inférieure à une minute sont alors considérées comme suffisantes. En comparaison, quelques décennies plus tard, les pratiques de l'Observatoire, qui requièrent une vérification quotidienne des garde-temps, témoignent d'une évolution majeure dans les exigences et les standards de précision entre ces deux périodes[134].

Au Locle, Jacques-Frédéric Houriet fonde un atelier en collaboration avec son beau-frère, David Courvoisier (1726-1789), sous la raison sociale Courvoisier et Houriet. Grâce à son vaste réseau, l'entreprise connaît une croissance rapide et s'impose comme l'un des établissements horlogers les plus importants de la région. À partir de 1806, Houriet diversifie son activité en se lançant, avec son fils, dans la fabrication de chronomètres de marine[135]. Cette activité dans un domaine prestigieux permet à Houriet de se distinguer à une époque où les horlogers les plus qualifiés de la région cherchent à mettre en avant leur expertise[136]. La fabrication de chronomètres de marine lui confère une réputation internationale, comme en attestent des commandes en provenance des royaumes de Prusse et du Danemark[137]. Houriet est ainsi reconnu comme le véritable « *promoteur de l'horlogerie de précision* »[138] dans le canton de Neuchâtel, voire le « *père de la chronométrie suisse* »[139]. Quoi qu'il en soit, son influence dépasse

---

[133] *Catalogue des principaux instrumens et de l'horlogerie de feu Mr. Jacques-Frédéric Houriet*, AEN, AC 522/6 Horlogerie, 1, 6, 1830-1835, 45CB-1.6, X2b 255.

[134] Alexandre Koyré, éminent historien des sciences, décrit le XVIII^e^ siècle comme marqué par un passage « *du monde de l'à-peu-près à l'univers de la précision* ». Il attribue ce changement principalement aux savants plutôt qu'aux horlogers, soulignant ainsi la primauté de la science sur la technique dans cette transformation : Koyré Alexandre, « Du monde de l'à-peu-près à l'univers de la précision », *Études d'histoire de la pensée philosophique*, Paris, Gallimard, 1971 [1961], pp. 341-362.

[135] Robert Sylvia, « Jacques-Frédéric Houriet… »., p. 140.

[136] Sur cet aspect, voir : Lena Sandra, « La société horlogère », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel…*, pp. 33-52, p. 33.

[137] Robert Sylvia, « Jacques-Frédéric Houriet… », p. 140.

[138] Jacquet Eugène et Chapuis Alfred, *Histoire et technique…*, p. 93.

[139] Cette mention figure notamment sur la page de couverture de l'ouvrage de Jean-Claude Sabrier : Sabrier Jean-Claude, *Jacques-Frédéric Houriet…* Gianenrico Bernasconi, pour sa part, adopte une position plus nuancée et met en lumière l'apport de Jacques-Frédéric Houriet à l'implantation de l'horlogerie

largement son propre atelier. Il contribue à la diffusion d'un savoir-faire horloger et scientifique, notamment en formant de nombreux apprentis et en partageant ses connaissances à travers des traités tels que son *Essai sur la mesure du temps par les horlogers* et son *Essai sur l'isochronisme des ressorts spiraux pour rendre la marche des horloges plus exacte*[140].

Jacques-Frédéric Houriet constitue un exemple emblématique d'horloger savant ayant intégré l'utilisation d'un poste d'observation astronomique dans sa pratique. Sa *persona* trouve un écho chez d'autres figures partageant la même quête de l'heure exacte pour perfectionner la qualité de leurs produits. Sans prétendre à l'exhaustivité, nous présentons ici deux autres horlogers illustrant la diffusion de l'horlogerie de haute précision durant la première moitié du XIX^e^ siècle.

Notre deuxième exemple est celui de Frédéric-Louis Favre-Bulle (1770-1849)[141]. Favre-Bulle naît le 21 janvier 1770 aux Cœudres, à La Sagne, dans un contexte marqué par une forte croissance du nombre d'horlogers dans la région entre le milieu du XVIII^e^ siècle et le début du XIX^e^ siècle[142]. Issu d'une famille de paysans-horlogers, il a effectué un apprentissage d'abord chez un finisseur, puis chez Louis Courvoisier (1758-1832). Par la suite, il a bénéficié de la formation de Jacques-Frédéric Houriet avant de fonder son propre atelier en 1808[143].

Dès son installation, il se spécialise dans la chronométrie de marine et l'horlogerie de précision[144]. Il est l'un des horlogers neuchâtelois ayant le plus contribué aux progrès de la chronométrie, grâce à l'utilisation de méthodes scientifiques et à un savoir-faire en astronomie[145]. Parmi ses réalisations, il fabrique le régulateur de l'hôtel de ville du Locle, pour fournir l'heure exacte à l'ensemble de la population[146]. Outre son expertise en horlogerie de

---

de haute précision : Bernasconi Gianenrico, « La précision de l'heure dans les centres horlogers des Montagnes… », p. 41.

[140] Houriet Jacques-Frédéric, *Essai sur la mesure du temps par les horlogers*, BPUN, MS.1855 et Houriet Jacques-Frédéric, *Essai sur l'isochronisme des ressorts spiraux à rendre la marche des horloges plus exacte*, Le Locle, 1814.

[141] Pour une biographie de Frédéric-Louis Favre-Bulle voir : Fallet Estelle, *La Mesure du temps…,* pp. 73-74 ; Bachelin Auguste, *L'Horlogerie neuchâteloise…*, pp. 65-70 ; Jeanneret Frédéric-Alexandre et Bonhôte James Henri*, Biographie neuchâteloise…,* tome 1^er^, pp. 352-356.

[142] Lena S, « La société horlogère… », p. 3.

[143] Fallet Estelle, *La Mesure du temps…,* p. 73.

[144] Sabrier Jean-Claude, *Jacques-Frédéric Houriet…*, p. 166. Voir aussi : Bernasconi Gianenrico, « La précision de l'heure dans les centres horlogers des Montagnes… », p. 41.

[145] Jacquet E. et Chapuis Alfred, *Histoire et technique…*, p. 178.

[146] L'ouvrage de Kathleen Pritchard contient une erreur en affirmant que Favre-Bulle aurait fabriqué le régulateur de l'hôtel de ville de Neuchâtel en 1846. Il s'agit en réalité de celui conçu pour l'hôtel de ville

précision, Favre-Bulle s'illustre également dans la construction de lunettes astronomiques, un domaine où il acquiert une certaine reconnaissance. Lors de la visite du roi de Prusse Frédéric-Guillaume III (1770-1840) en 1814, il offre au souverain une de ses lunettes, un geste récompensé dix ans plus tard par une bague accompagnée d'un message royal de félicitations : « *Le télescope* [sic : il s'agit d'une lunette astronomique] *de votre conception que vous m'avez présenté en 1814 à Neuchâtel* […] *& je ne tarde pas à vous témoigner ma reconnaissance par le cadeau ci-joint.* »[147] Favre-Bulle associe la fabrication de pendules de précision à celle de lunettes de passage, deux instruments essentiels pour la détermination de l'heure[148]. Les archives notariales révèlent qu'il acquiert ses compétences astronomiques par le biais de l'apprentissage, témoignant d'un ancrage de ces savoir-faire en terres neuchâteloises[149].

Terminons cette évocation d'horlogers savants avec Louis Richard (1812-1875), dont le nom complet est Louis JeanRichard dit Bressel[150]. Il incarne un stade peut-être encore plus avancé dans l'appropriation des compétences astronomiques, utilisant un appareillage technique sophistiqué. S'inscrivant dans une lignée marquée par la quête de précision horlogère, Richard est à la fois l'apprenti et le gendre de Favre-Bulle.

Né le 22 octobre 1812 au Locle, il est l'arrière-arrière-petit-fils de Daniel JeanRichard. Visionnaire, Louis Richard met en place des installations non seulement pour déterminer l'heure, mais également pour tester la marche de ses chronomètres dans différentes conditions. Les procès-verbaux de la Société d'émulation patriotique de Neuchâtel conservent une note datée du 18 février 1841, mentionnant que Louis Richard a construit un régulateur et a acquis à grands frais à Paris « *une lunette des passages pour en assurer la marche* »[151]. Selon Auguste Bachelin, historien de l'horlogerie neuchâteloise

---

du Locle : Pritchard Kathleen, *Swiss Timepiece Makers: 1775-1975*, 2 volumes, West Kennebunk, Maine, Neuchâte, Phoenix Publishing ; A. Simonin, 1997 ; Chapuis Alfred, *Histoire de la pendulerie neuchâteloise…*, p. 173.

[147] Lettre de Frédéric-Guillaume III à Frédéric-Louis Favre-Bulle, 28 décembre 1824, Archives communales du Locle, p. 35. La bague reçue par Favre-Bulle fait désormais partie des collections du Musée d'horlogerie du Locle (Inv. 841).

[148] Il réalisera au moins une seconde lunette astronomique, datée de 1837 et aujourd'hui conservée au Musée d'horlogerie du Locle (Inv. 3980, Vitrine F, n° 3).

[149] Fallet Estelle et Cortat Alain, *Apprendre l'horlogerie dans les Montagnes neuchâteloises, 1740-1810*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 2001, p. 75.

[150] Sur Louis Richard, voir la notice dans : Pritchard Kathleen, *Swiss Timepiece Makers 1775-1975…*, tome 2, R32-R33 ; Fallet Estelle, *La Mesure du temps…*, pp. 81-84 ; Bachelin Auguste, *L'Horlogerie neuchâteloise…*, pp. 87-93 ; Jeanneret Frédéric-Alexandre et Bonhôte James Henri, *Biographie neuchâteloise…*, tome deuxième, pp. 296-298.

[151] *Procès-verbaux de la Société d'émulation de Neuchâtel*, 1835-1844, 3, BPUN, Ms.2086-38, p. 127.

(1830-1890), dans *L'Horlogerie neuchâteloise*, Louis Richard dispose d'un véritable « observatoire » équipé d'appareils destinés au contrôle rigoureux de son travail :

« *Mais ce n'était point assez pour Louis Richard, qui voulut se procurer les moyens de contrôler les chronomètres de sa fabrication, aussi bien que son régulateur, par les procédés astronomiques. Dans ce but, il n'hésita pas à se rendre à Paris pour y acheter une lunette méridienne destinée à observer le passage des étoiles. Cette lunette fut adaptée à la fenêtre de son cabinet de travail, et dès lors, sans sortir de chez lui, il put faire ses réglages lui-même. C'est ainsi que, devançant les temps, il put, comme F.-L. Favre-Bulle qui avait construit lui-même son télescope [sic], avoir son observatoire à lui, longtemps avant qu'on osât proposer l'établissement d'un observatoire cantonal. Richard avait également fait disposer dans sa maison une glacière pour observer les pièces à température la plus basse, tout comme il avait son étuve pour les plus hautes températures.* »[152]

Louis Richard dispose ainsi de moyens qui préfigurent certaines des missions futures de l'Observatoire. Si cet aspect est justement mis en lumière par l'historien neuchâtelois, il convient de rappeler qu'il ne fut pas le premier horloger à adopter de telles pratiques. L'inventaire après décès de Jacques-Frédéric Houriet en apporte une preuve tangible, mentionnant notamment « *une étuve pour régler au chaud les chronomètres* »[153]. Le cas de Louis Richard revêt un intérêt particulier, car il figure, en 1855, parmi les délégués neuchâtelois à l'Exposition universelle de Paris, qui ont recommandé la création d'un Observatoire cantonal[154]. Ce rapport des délégués, sur lequel nous reviendrons en détail, propose la fondation d'un Observatoire cantonal étatique, car cela « *fait autorité et rehausse* [sic] *la valeur de la pièce* » en lui conférant une position plus indépendante qu'un horloger réalisant ses propres examens[155]. Cette recommandation, formulée par un professionnel ayant lui-même développé des moyens de contrôle sophistiqués, illustre que l'idée de créer un observatoire émane directement des fabricants. Soulignons

[152] Bachelin Auguste, *L'Horlogerie neuchâteloise*…, pp. 90-91.
[153] *Catalogue des principaux Instrumens et de l'horlogerie de feu Mr. Jacques-Frédéric Houriet*, AEN, AC 522/6 Horlogerie, 1, 6, 1830-1835, 45CB-1.6, X2b 255.
[154] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du canton de Neuchâtel pour l'Exposition universelle de 1855, à Paris*, Neuchâtel, Imprimerie Leidecker & Combe, 1856, AEN, ACAE 620 RAP.
[155] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du canton de Neuchâtel*…, p. 11.

dès à présent la dimension stratégique de cette institution pour les artisans : bien qu'elle représente un débouché limité sur le plan financier, l'Observatoire valorise les produits des horlogers en renforçant leur crédibilité et en établissant des standards de qualité reconnus.

Mentionnons enfin Pierre-Louis Guinand (1748-1824), qui, bien qu'il ne corresponde pas strictement à une *persona*, reflète les complexités des trajectoires liées à la quête de la précision. Son parcours met en lumière une large mise en réseau d'acteurs et de connaissances techniques destinés à cet objectif. Guinand naît en 1748 à La Corbatière, dans la vallée de La Sagne[156]. Ses premières années sont consacrées à la menuiserie dans l'atelier familial et à la fabrique de cabinets pour pendule[157]. Un récit, qui n'est guère documenté, narre que Guinand, œuvrant pour l'entreprise Jaquet-Droz, est intrigué par une lunette astronomique[158]. Pierre-Louis Guinand obtient l'autorisation de la démonter ; l'histoire raconte que « *l'idée lui vint ainsi de se construire des lentilles de télescope* [sic : une lunette astronomique]. *Jaquet-Droz lui procura divers ouvrages qui lui permirent d'acquérir les notions de chimie indispensables à ses essais de vitrification* »[159]. Passionné par le sujet, il s'essaye alors à la fabrication de verres optiques à une période où les lunettes astronomiques sont encore peu répandues dans les Montagnes neuchâteloises. Guinand est décrit comme un « *jeune homme énergique, sans connaissances spécialisées et avec des moyens extrêmement modestes* [qui se consacre] *à cette tâche difficile* »[160]. Quelle que soit l'origine de l'intérêt de Guinand, celui-ci s'oriente résolument vers l'optique. Après des années de tâtonnements, il parvient à perfectionner le procédé technique

[156] Pour une biographie de Pierre-Louis Guinand, voir : Vanden Berghe Marc, « Pierre-Louis Guinand. Opticien verrier, mécanicien de précision (1748-1824) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises. De saint Guillaume à la fin des Lumières*, tome 1, Hauterive, Gilles Attinger, 1996, pp. 131-135 et Jeanneret Frédéric-Alexandre et Bonhôte James Henri, *Biographie neuchâteloise*…, tome 1er, pp. 448-459.

[157] La source principale sur la vie de Pierre-Louis Guinand provient de la publication de son ami, le pasteur Édouard Reynier, des Planchettes, qui a pris en charge ses documents durant les dernières années de son existence. Toute la littérature ultérieure s'est largement fondée sur cette notice : Reynier Édouard, « Notice sur feu M. Guinand, opticien ; demeurant aux Brenets, Canton de Neuchâtel, lue à la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, le 19 février 1923 », *Bibliothèque universelle des sciences, belles-lettres, et arts, faisant suite à la bibliothèque britannique*, tome vingt-cinquième, Genève, 1824, pp. 142-158 ; pp. 227-236.

[158] Pour l'histoire de l'entreprise Jaquet-Droz, voir : Girardier Sandrine, *L'Entreprise Jaquet-Droz. Entre merveilles de spectacle, mécaniques luxueuses et machines utiles (1758-1811)*, Neuchâtel, Alphil, 2020.

[159] Fallet Marius, « Pierre-Louis Guinand, l'opticien et son fils, Aimé Guinand (Extraits de leur correspondance) », *Musée neuchâtelois,* 1918, pp. 133-142, p. 134.

[160] von Rohr Moritz, « Die Entwicklungsjahre der Kunst, optisches Glas zu Schmelzen », *Die Naturwissenschaften*, 12, 39, 26 septembre 1924, pp. 782-797, p. 782.

de fabrication du *flint glass* ou verre flint, un matériau essentiel dans la production de doublets achromatiques. Ces dispositifs permettent de limiter l'aberration chromatique, un phénomène où la lumière, en traversant une lentille, se décompose en différents rayons produisant un flou, problématique notamment pour l'observation astronomique[161]. Cette innovation améliore considérablement la qualité des verres, longtemps affectés par des défauts de fabrication liés à un processus particulièrement délicat, ce qui limitait la taille des lentilles et, par conséquent, les performances des instruments optiques.

Pierre-Louis Guinand commence à produire du verre flint aux Brenets, petite localité proche du Locle, avec un certain succès. Sa réputation s'étend jusqu'en France à la fin du XVIII^e^ siècle. En 1798, son travail attire l'attention de l'astronome français Joseph Jérôme Lefrançois de Lalande (1732-1807), impressionné par la qualité de ses verres. Au début du XIX^e^ siècle, alors que l'Europe subit le blocus continental imposé par Napoléon, perturbant les chaînes d'approvisionnement en produits anglais et notamment les verres optiques, l'intérêt pour l'œuvre de Guinand grandit. Joseph Utzschneider (1763-1840), soutien financier du Mathematisch-Mechanisches Institut, à Munich, s'intéresse à ses innovations. En 1806, Guinand est recruté pour diriger la production de verre destiné aux lentilles achromatiques dans les ateliers bavarois, installés dans l'ancien monastère bénédictin de Benediktbeuern, de 1807 à 1819[162]. La collaboration avec Joseph Fraunhofer (1772-1826), opticien de renom qui rejoint les ateliers en 1807, marque une étape décisive. Elle permet de transformer la méthode artisanale de Guinand en un processus de production industrielle[163]. Bien qu'il ait signé un accord de dix ans avec les fabricants bavarois, Guinand met un terme à cette collaboration en 1813, avant son échéance, pour revenir aux Brenets afin d'aider sa famille. En échange, il reçoit une rente et s'engage à ne plus fabriquer du verre flint[164].

---

[161] Pour une discussion sur le rôle de Guinand dans le développement de verres optiques, voir : Myles Jackson, *Spectrum of Believe: Joseph von Fraunhofer and the Craft of Precision optics*, Cambridge (Massachusetts), Londres, The MIT Press, 2000 ; Thiele Hartmut, *Das Auge unserer Kamera. Die Geschichte der Photooptik von Carl Zeiss von 1890 bis 2003*, Munich, Privatdrück, 2018, pp. 15-16 ; Wall Wilson, *A History of Optical Telescopes in Astronomy*, Cham, Springer, 2018, pp. 48-50.

[162] Le texte de la convention se trouve au Deutsches Museum : NL 015_259. Pour un exemple historique des enjeux entourant la fabrication des lentilles, voir : Dijksterhuis Fokko Jan, « Labour on lenses: Isaac Beeckman's notes on lens making », Helden Albert van, Dupré Sven, Gent Rob van et Zuidervaart Huib (eds.), *The Origins of the Telescope*, Amsterdam, KNAW Press, 2010, pp. 257-270. Pour le contexte historique de la fondation des ateliers de Benediktbeuern se référer à Myles Jackson, *Spectrum of Belief…* p. 43 *sq*.

[163] Myles Jackson, *Spectrum of Belief…,* p. 63.

[164] Convention entre Messieurs Utzschneider, Reichenbach et Fraunhofer, de Benediktbeuern, d'une part, et Monsieur Pierre-Louis Guinand, opticien des Brenets, Principauté de Neuchâtel, d'autre part, 20 décembre 1813, AEN, LRJ-27.

À son retour en Suisse, l'opticien renonce à la rente promise et reprend la production de verre flint. L'importance de ses travaux est soulignée par l'intérêt manifesté par le roi de France et par la Royal Society, qui cherchent à percer le secret de son procédé[165]. Dans les années 1820, la société anglaise explore activement les moyens d'améliorer la qualité des verres optiques[166]. Des membres éminents de la Royal Society, tels que Michael Faraday (1791-1867), physicien et chimiste reconnu pour ses travaux en électromagnétisme et électrochimie, George Dollond (1774-1852), opticien anglais, et John Herschel (1792-1871), astronome de renom, examinent attentivement les méthodes du Brenassier. Les minutes de la Royal Society du 21 mars 1825 mentionnent des essais réalisés sur plusieurs échantillons de verre provenant de différentes sources, parmi lesquels une partie jugée excellente, produite par Guinand[167]. Henri Guinand (1771-1852), l'un des fils de Pierre-Louis Guinand, tente de monnayer le secret de fabrication du verre flint, comme en témoigne une lettre de Charles Tulley (1761-1831), opticien anglais, adressée à John Herschel : « *M. Dollond, moi-même et M. Gilbert sommes les seules personnes à Londres qui fabriquent des lunettes astronomiques pour les observations astronomiques et le verre pour les petits instruments peut être obtenu en n'importe quelle quantité ; il me semble donc que ce devrait être un sujet pour l'*Astronomical*, ou Royal Society ou peut-être le* Board of Longitudes »[168].

Selon cette note, le procédé de Guinand présente un intérêt scientifique, mais suscite peu d'enthousiasme parmi les fabricants d'instruments optiques, réduits à une poignée en Angleterre à cette époque. Cette observation reflète un changement dans les centres de production des lunettes astronomiques, qui sont majoritairement anglais jusqu'au XVIII^e^ siècle avant de connaître un développement important vers la sphère germanique, avec le Mathematisch-Mecanisches Institut de Munich jouant un rôle moteur dans cette transition[169].

---

[165] Vanden Berghe Marc, « Pierre-Louis Guinand… », p. 131.

[166] Voir sur ce point les minutes du Conseil de la Royal Society, notamment les séances du 21 mars 1825, 5 mai 1825, 31 mai 1825, 9 mai 1826 et 11 décembre 1828, Archives de la Royal Society, *Minutes of the Council of the Royal Society*, 10, 11, fonds CMB 1.100, 100-103, CMB 1.13.9, 120-121, CMO 11.1.

[167] Archives de la Royal Society, *Minutes of the Council of the Royal Society*, 21 mai 1825, 10, fonds CMB 1.100.

[168] Lettre de Charles Tulley à John Herschel, octobre 1827, Archives de la Royal Society, HS.26.32. Les traductions des textes ont été réalisées par nos soins. Pour consulter les textes originaux, se référer au manuscrit de thèse : Gressot Julien, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel et la mesure du temps (1858-1960) … » Dans une lettre, Henri Guinand indique chercher un associé pour s'établir à Londres afin de réaliser une production de *flint glass :* Lettre d'Henri Guinand à s.n., 9 octobre 1827, Archives de la Royal Society, HS 26.29.

[169] Smith Robert, « *Remaking Astronoiy… »*, p. 156. Sur le marché anglais, voir : McConnell Anita, *Jesse Ramsden (1735-1800) London's Leading Scientific Instrument Maker*, Londres, New York, Routledge, 2007 ; L'Estrange Turner Gerard, « Eighteenth-century scientific instruments… »,;

Dans le second tome des *Annales de l'industrie française et étrangère*, une mention certifie la grande réputation de l'œuvre de Guinand : « *On sait que les objectifs de* flint-glass *à grande ouverture, qui garnissent les plus fortes lunettes connues, sont dus aux recherches et à la persévérance de feu M. Guinand, des Brenets.* »[170]

Devançant quelque peu la suite de notre récit, soulignons que l'Observatoire de Neuchâtel passe commande de lunettes astronomiques aux successeurs de Fraunhofer, Reichenbach et Utzschneider, illustrant les cheminements parfois sinueux de la quête de précision. Pierre-Louis Guinand, en améliorant un procédé grâce à ses compétences pratiques, est recruté par un atelier d'avant-garde dans la construction d'instruments scientifiques, en particulier dans le domaine de l'optique. Finalement, cette réputation conduit l'institution neuchâteloise à se tourner vers les héritiers des fabricants bavarois. Cet exemple illustre une modalité de circulation des savoirs, qui s'inscrit dans un processus complexe impliquant de multiples acteurs. L'apprentissage, la mise en réseau de produits et d'informations, ainsi que les transferts de connaissances par l'engagement de techniciens talentueux ou inventifs, diffusant de nouveaux procédés qui sont ensuite adaptés localement, jouent un rôle déterminant dans ces circulations.

Ces exemples illustrent le développement d'un savoir-faire astronomique dans les Montagnes neuchâteloises, étroitement lié à la *persona* de l'horloger savant. Ce phénomène émerge avec des horlogers qui, dès la seconde moitié du XVIII^e^ siècle, s'orientent progressivement vers la haute précision. Il englobe également des figures comme Pierre-Louis Guinand, passionné par les lunettes astronomiques, qui se consacre à l'optique et devient un acteur clé dans ce domaine. Cependant, ces initiatives individuelles, bien que remarquables, restent insuffisantes pour répondre aux besoins croissants de l'industrie horlogère.

L'Estrange Turner Gerard, *Elizabethan Instrument Makers. The Origins of the London Trade in Precision Instrument Making*, Oxford, Oxford University Press, 2000 ; Williams Mari, *The Precision Maker: A History of the Instrument Industry in Britain and France 1870-1939 Londres*, New York, Routledge, 1994.

[170] Bérard, Dumas, Payen, Molard jeune et Péclet, *Annales de l'industrie française et étrangère*, tome second, Paris, 1828, p. 256. Signalons que la production de verre flint est poursuivie aux Brenets par le deuxième fils de Pierre-Louis Guinand, Aimé Guinand (1780-1857), qui connaît un certain succès en fournissant du verre à des destinations prestigieuses telles que Londres, Paris et Vienne. Aimé Guinand s'illustre également en défendant la primauté des découvertes de son père face aux revendications d'Utzschneider, concernant le secret de fabrication du verre flint. Voir à ce propos : Guinand Aimé, « Lettre du 26 décembre 1829 », rédigée à Genève, Bibliothèque universelle des sciences, belles-lettres, et arts, 15, 43, 1830, pp. 222-228. Cette lettre est également publiée dans les *Astronomische Nachrichten*, 8, 23, 1830, pp. 342-346. Le Musée d'histoire de La Chaux-de-Fonds conserve une lunette réalisée par Guinand : Inv. 15.541.

1.1.2 Le rôle des sociétés savantes dans la diffusion d'un savoir-faire astronomique

Au début du XIXe siècle, la place de l'industrie évolue dans le canton de Neuchâtel. Encore perceptibles en 1766 dans la *Description des Montagnes* de Frédéric Samuel d'Ostervald (1713-1795), géographe et homme politique neuchâtelois, les idées physiocrates – qui postulaient que la principale source de richesse résidait dans l'agriculture et la terre – déclinent progressivement au début du XIXe siècle[171]. Corollaire de cette évolution, des sociétés savantes se penchent sur le développement économique, notamment dans le domaine de l'horlogerie. La Société d'émulation patriotique de Neuchâtel (SEPN), fondée en 1791, en est un exemple marquant[172]. Ainsi, lors de sa séance du 23 avril 1817, un mémoire d'horlogers demande « *le perfectionnement de cette branche d'industrie* » et requiert l'appui de la SEPN, ce à quoi son comité ne « *voit aucun inconvénient* »[173]. Ce soutien encore timoré va progressivement prendre de l'ampleur. En 1828, un comité, composé de Henri de Joannis (1797-1873)[174], professeur de mathématiques, de Jacques-Louis de Pourtalès-Boyve (1761-1835) et de Guidé, un horloger, est constitué pour évaluer le fonctionnement de quatre montres lors d'un concours ouvert en novembre 1826 par la SEPN[175]. Cette initiative s'inscrit dans une démarche qui fait écho aux concours organisés par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, fondée en 1801 en France, et reflète une pratique typique de soutien à l'innovation industrielle au début du XIXe siècle[176]. En 1828, le comité présente un rapport à la SEPN, détaillant les procédures

---

171 Sur cette analyse du recul des idées physiocrates, voir : Marti Laurence, *L'Invention de l'horloger…*, pp. 49-56 ; Ostervald Frédéric Samuel, *Description des Montagnes et des Vallées qui font partie de la Principauté de Neuchâtel et Valangin*, 1766.

172 Les archives de la Société d'émulation patriotique de Neuchâtel sont conservées à la BPUN dans le fonds Société d'émulation patriotique de Neuchâtel. Sur la fondation de la Société d'émulation patriotique et un aperçu de l'évolution économique du début du XIXe siècle, voir : Petitpierre Alphonse, *Un demi-siècle de l'histoire économique de Neuchâtel (1791-1848)*, Neuchâtel, 1871.

173 *Procès-verbaux de la Société d'émulation de Neuchâtel*, 1791-1822, volume 1, BPUN, Ms.2086-38, pp. 43-44.

174 Sigrist François, « Henri de Joannis », Schaer Jean-Paul, Schwitguebel-Leroy Antoinette et Jeanneret Anne-Françoise (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel. La première Académie 1838-1848, tome 1*, Hauterive, Gilles Attinger, 1988, pp. 251-255.

175 *Procès-verbaux de la Société d'émulation de Neuchâtel*, 1822-1835, volume 2, BPUN, Ms.2086-38, p. 72.

176 Benoît Serge, « Associer le développement artistique et l'innovation et promouvoir les arts industriels : une orientation majeure de la société d'encouragement pour l'industrie nationale au XIXe siècle », Lamard Pierre (éd.), *Art & Industrie. XVIIIe-XXIe siècle*, Paris, Picard, « Histoire industrielle et société », 2013, pp. 39-50.

employées pour contrôler la marche des montres et pour déterminer l'heure avec précision :

« *La marche des quatre montres envoyées à la Société, a été suivie pendant 105 jours, et chaque jour, à midi, on a constaté leur marche, d'après celle de la pendule de l'hôtel-de-ville, qui, elle-même, a été réglée sur le midi vrai, toutes les fois qu'on a pu observer le passage du soleil* [sic] *au méridien. La pendule réglée d'après l'heure donnée par la lunette méridienne, et réduite au moyen de l'équation du temps, présentait des erreurs en avance et en retard, qui ont été réparties sur la marche respective de chaque montre ; de sorte qu'on peut regarder les observations comme ayant été basées sur le moyen avec une approximation suffisante.* »[177]

Des experts horlogers tels que Jacques-Frédéric Houriet, Frédéric-Louis Favre-Bulle, Savoye-Gabus, Théophile Matthey, Richard de Fleurier et Pétremand de La Côte-aux-Fées vérifient avec soin les montres en question[178]. Le nombre de membres composant ce comité semble indiquer que l'expertise dans le contrôle des montres et le savoir-faire astronomique sont déjà bien développés dans le canton de Neuchâtel à cette époque[179]. La précision attendue dans ce concours est de l'ordre d'une « approximation suffisante », l'objectif étant de classer les quatre montres en compétition. Cela montre que le niveau de précision visé dépend des finalités poursuivies. Le concours a pour objectif de stimuler l'émulation parmi les horlogers, sans ambition commerciale ou publicitaire directe. Le descriptif des opérations met en lumière les exigences de la procédure, qui implique un suivi rigoureux sur une période de cent cinq jours. Cette contrainte est d'ailleurs reconnue à demi-mot par le comité dans son rapport : « *Guidés, comme les membres du comité spécial, par un louable patriotisme, ces Messieurs comptent pour rien le dérangement et la peine dès qu'il s'agit de se rendre utile à leurs concitoyens.* »[180] Cette expérience de la SEPN illustre le développement de compétitions, dont on retrouve des traces dès la fin du XVIII^e^ siècle, favorisant une émulation et un processus

[177] De Joannis Henri, Rapport fait à la Société d'émulation patriotique de Neuchâtel dans sa séance du 3 juillet 1828 sur quatre montres simples, envoyées au concours ouvert par elle, pour le 1^er^ février de la même année, Neuchâtel, 1828, pp. 3-4.

[178] Anonyme, *Précis de la séance de la Société d'émulation patriotique de Neuchâtel du 3 juillet 1828,* Neuchâtel, 1828, p. 2.

[179] Pasquier Hélène, « La fabrication du savoir », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel…*, pp. 97-107.

[180] Anonyme, « *Précis de la séance de la Société d'émulation patriotique de Neuchâtel du 3 juillet 1828* », Neuchâtel, 1828, p. 2.

d'innovation au sein de l'horlogerie suisse[181]. Elle préfigure la nécessité de professionnaliser les activités de contrôle des produits horlogers et de la détermination de l'heure, ce qui constitue un argument fort en faveur de la création d'une institution spécialisée.

La Société d'émulation patriotique continue d'apporter son soutien à l'industrie horlogère dans d'autres directions. Par exemple, le 6 février 1839, Louis Agassiz (1807-1873), fameux géologue, zoologue et botaniste, présente un mémoire sur les moyens à allouer pour améliorer la production horlogère : « *La formation de bibliothèques, la formation de musées d'horlogerie renfermant les pièces des différents genres* […]*, la fondation de Sociétés d'horlogerie devant s'occuper de tout ce qui concerne l'horlogerie, l'institution d'une exposition annuelle, la formation d'un comité général, l'établissement d'une école d'horlogerie* […]*, pour arriver à réaliser ce projet, la Société pense que des dons bienveillants pourraient être le moyen le plus désirable, et voulant y contribuer pour sa part, elle vote dès à présent dans ce but une somme de cent louis d'or* »[182].

Le développement et la systématisation du savoir-faire horloger sont envisagés par Agassiz, sans qu'il soit fait mention d'un observatoire. Le comité de la SEPN compte sur des « dons bienveillants » pour financer ces outils de soutien, ce qui témoigne du fait que ce type de politique n'est pas encore intégré dans une logique d'intervention étatique. Le 3 juillet 1839, le Comité rédige une notice dans son *Précis*, recueil de textes publié périodiquement par la SEPN, évoquant son activité en faveur de l'industrie : « *La Société d'émulation patriotique s'est occupée à plusieurs reprises depuis nombre d'années des moyens de stimuler l'industrie et en particulier d'encourager l'horlogerie.* »[183] Ainsi, après un soutien encore discret en 1817, la SEPN affirme désormais de manière explicite son engagement en faveur du développement de l'industrie horlogère.

L'appui demeure cantonné à la sphère privée. Lorsqu'il s'agit d'expliquer les raisons du succès d'une industrie horlogère de haute précision, un certain M. Houriet (probablement Jacques-Frédéric Houriet), cité par John Bowring (1792-1872) dans son *Report on the Commerce and Manufactures of Switzerland* souligne l'importance du rôle joué par la SEPN. Dans ce rapport, rédigé à la suite de visites de Bowring dans plusieurs pays pour évaluer l'état

[181] Landes Daniel, *L'Heure qu'il est…*, p. 389.
[182] *Procès-verbaux de la Société d'émulation de Neuchâtel*, 1835-1844, 3, BPUN, Ms.2086-38, p. 121.
[183] *Procès-verbaux de la Société d'émulation de Neuchâtel*, 1835-1844, 3, BPUN, Ms.2086-38, p. 121.

de l'industrie et du commerce, M. Houriet met également en lumière les limites de l'intervention de l'État dans ce domaine :

« *Les échanges constants que nous avons toujours entretenus avec ces pays où les arts mécaniques ont atteint le plus haut développement, ainsi que les fréquents voyages et déplacements de nos marchands et de nos industriels dans ces divers pays, ont exercé une influence plus grande sur notre industrie qu'aucune autre circonstance. En effet, à l'exception des prix d'encouragement décernés à différentes époques par la Société patriotique de Neuchâtel pour stimuler l'émulation de notre population, et de la tentative faite il y a quelques années par le gouvernement pour instituer des cours publics de mathématiques appliquées aux arts mécaniques en vue de former nos ouvriers, aucune autre mesure n'a été adoptée.* »[184]

Ainsi, selon les propos d'un horloger fabricant de chronomètres de marine au cours de la première moitié du XIX^e^ siècle, les initiatives successives visant à soutenir l'industrie horlogère, notamment par l'entremise de la SEPN, se révèlent insuffisantes. Cet aspect va progressivement évoluer avec des interventions directes de collectivités afin de bénéficier d'une heure exacte publique.

1.2 L'heure publique

Malgré ces réalisations, le besoin de rendre l'heure exacte plus largement accessible devient pressant dans un contexte d'expansion de l'industrie horlogère[185]. Plusieurs démarches concomitantes vont être mises en œuvre dans le canton de Neuchâtel[186]. Les informations sur ces installations sont souvent incomplètes, car la plupart ont disparu, et les sources mettent davantage l'accent sur l'existence de dispositifs que sur leur description détaillée. Cependant, les indices disponibles permettent d'en avoir une compréhension suffisante pour notre propos, notamment dans le cas de La Chaux-de-Fonds, où des traces matérielles significatives subsistent. Ce

[184] Houriet [Jacques-Frédéric], cité dans : Bowring John, *Report on the Commerce and Manufactures of Switzerland,* Londres, 1836, p. 38.
[185] Barrelet Jean-Marc, *Histoire du Canton de Neuchâtel : La création d'une République. De la Révolution de 1848 à nos jours*, tome 3, Neuchâtel, Alphil, 2011, p. 8.
[186] Bernasconi Gianenrico, « La précision de l'heure dans les centres horlogers des Montagnes… », p. 41.

déploiement s'inscrit dans les trois principales villes du canton, témoignant ainsi d'un besoin largement partagé.

1.2.1 La détermination de l'heure à Neuchâtel

Bien que l'industrie horlogère soit moins développée à Neuchâtel, c'est dans cette ville que l'on trouve la première trace de l'instauration de l'heure astronomique à usage public au début du XIXe siècle, principalement pour des raisons de prestige. Le 18 mai 1801, les autorités communales effectuent une première tentative pour obtenir l'heure exacte et acquérir une « pendule longue-ligne ». Ce projet échoue toutefois en raison de difficultés techniques et d'un manque de place[187]. L'idée rebondit avec succès. Le 23 janvier 1804, « *Messieurs les Quatre Ministraux* [les magistrats de la ville de Neuchâtel] *sont autorisés d'aller de l'avant pour l'acquisition d'une lunette méridienne et d'une pendule-régulateur proposée par M. le Professeur Tralès* [Tralles]*, chargé d'ailleurs de tous les détails qui résultent de ces établissements.* »[188] Johann Georg Tralles (1763-1822), géodésien et mathématicien allemand, enseigne les mathématiques et la physique à la Haute École de Berne à partir de 1785, avant de s'établir à Neuchâtel en 1803 après des « *différends avec les autorités de la ville de Berne* »[189]. Par la suite, il est nommé professeur de mathématiques à l'Université Friedrich-Wilhelm de Berlin[190]. Les registres des délibérations des Quatre Ministraux indiquent qu'il faut « *profiter des lumières et des connaissances de M. Tralès* [pour] *placer le méridien* »[191]. Une notice fournit des informations supplémentaires sur le site prévu pour cette installation, précisant qu'il ne « *seroit que question de leur emplacement à déterminer, tant pour la solidité que pour la comodité* [sic] *publique ; la tour de Diesse pour la lunette & le vestibule de l'hôtel pour la pendule* »[192]. Alfred Chapuis reprend cette information en situant

[187] Chapuis Alfred, *Histoire de la pendulerie neuchâteloise…*, pp. 373-374.
[188] Chapuis Alfred, *Histoire de la pendulerie neuchâteloise…*, pp. 373-374. Sur les Quatre-Ministraux voir : Quadroni Dominique, « Quatre-Ministraux », *DHS*, version du 06.05.2010. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/010251/2010-05-06/, consulté le 01.07.2021.
[189] Rickenbacher Martin, « Tralles, Johann Georg », *DHS*, version du 27.05.2011, traduit de l'allemand, Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/026246/2011-05-27/, consulté le 09.08.2021.
[190] Wolf Rudolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz, als historische Einleitung zu den Arbeiten der schweiz. geodätischen Commission*, Zurich, 1879, pp. 143-144.
[191] Procès-verbal de la séance du 26 septembre 1803, Manuel des Quatre-Ministraux, Archives de la ville de Neuchâtel, p. 302.
[192] Assemblée extraordinaire de la magistrature du 20 janvier 1804, Manuel des Quatre-Ministériaux, Archives de la ville de Neuchâtel, p. 448.

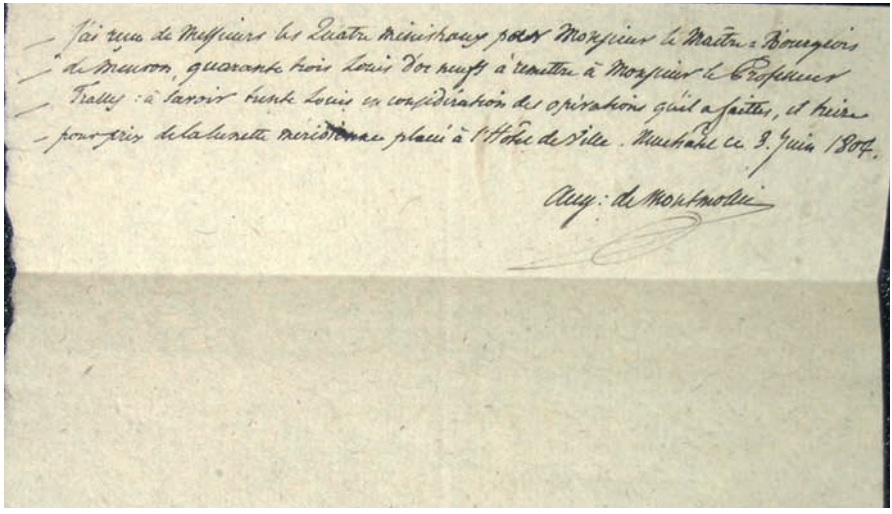


Figure 2. Quittance à Johann Georg Tralles (1763-1822), 3 juin 1804. © Archives de la Ville de Neuchâtel, E 202.01.104.

cette lunette sur la Tour de Diesse[193]. Cependant, un reçu, consigné dans le registre des Quatre-Ministraux, indique que la lunette est en réalité disposée à l'hôtel de ville (figure 2)[194].

La pendule (figure 3) est fabriquée sous la direction de Jacques-Frédéric Houriet et les livres de comptes des Quatre-Ministraux mentionnent un paiement à Courvoisier et Houriet[195].

Le détail de la facture révèle qu'une somme de 997 livres est versée à Louis Yersin, tandis qu'une autre part revient à un certain Felix Jacot[196]. Jacques-Frédéric Houriet sous-traite le travail qui est chapeauté par Johann Georg Tralles. Ce processus de fabrication suit le modèle de production en vigueur dans l'horlogerie, caractérisé par une division du travail désigné

[193] Chapuis Alfred, *Histoire de la pendulerie neuchâteloise…*, p. 374.
[194] Montmollin Auguste de, « Quittance de l'argent livré à M. le professeur Tralesse pour la Lunette et ses vacations », 3 juin 1804, Manuel des Quatre-Ministériaux, Archives de la ville de Neuchâtel, p. 8.
[195] « Compte de la pendule à longue ligne, acquitté le 26ème [sic] d'octobre 1805, payé à M. Houriet, 1 680 livres », Manuel des Quatre-Ministraux, Archives de la ville de Neuchâtel. Le régulateur, qui est conservé dans la salle des pendules à l'hôtel de ville de Neuchâtel, est décrit dans : Sabrier Jean-Claude, *Jacques-Frédéric Houriet…*, pp. 126-137.
[196] Pour le paiement de la facture à Houriet, voir : « Compte de la pendule à longue ligne… »

Figure 3. Régulateur Jacques-Frédéric Houriet (1743-1830), à Neuchâtel. © Photographie de l'auteur.

par le terme d'établissage ou comme une «*production éclatée*»[197]. Dans ce système hautement flexible, l'établisseur joue un rôle central en regroupant les divers composants fabriqués par des artisans spécialisés pour produire un objet fini. Dans l'un de ses manuscrits, Jacques-Frédéric Houriet révèle le rôle qu'il a personnellement joué dans la fabrication de la pendule : «*Je fus chargé de surveiller l'établissement de cette pendule, et de choisir l'artiste le plus capable pour la confectionner ; à mon retour au Locle, je la proposais à Monsieur D. L. Yersin, qui s'empressa de l'entreprendre, et de l'exécuter avec tous les soins, qu'une pendule de règle l'exige, aussi s'en est-il acquitté à l'entière satisfaction des connaisseurs*»[198].

Dans son exposé, Houriet montre sa connaissance des innovations techniques survenues en horlogerie, notamment les principes développés par John Smeaton (1724-1792), ingénieur et physicien. Celui-ci propose un alliage reposant sur le coefficient de dilatation de différents métaux, une idée qui suscite l'intérêt de Tralles. Ce dernier exprime alors «*le désir de mettre en usage ce correcteur nouveau, comme infiniment supérieur à tous les autres connus, tant par sa grande simplicité, solidité, sûreté, que par une exécution plus facile*»[199].

On peut raisonnablement supposer que cette installation a été utilisée pour la vérification des montres soumises au concours de la SEPN en 1828. Les registres de la commune de Neuchâtel ne mentionnent ni la création d'un dispositif similaire entre-temps ni des modifications éventuelles apportées à celui existant. Par ailleurs, la participation de Jacques-Frédéric Houriet comme expert lors de ce concours suggère une certaine continuité. Quoi qu'il en soit, la seule mention explicite du concours confirme que la pratique de la détermination de l'heure était encore en place à cette époque et qu'elle perdurera jusqu'à la fondation de l'Observatoire.

Les motivations qui ont conduit la ville de Neuchâtel à instaurer ce dispositif relèvent principalement d'un désir de prestige local et de la volonté de fournir une heure exacte à la population, sans que cela n'ait pour objectif de contribuer directement au développement de l'industrie horlogère : «*Sans doute qu'avec le secours d'une machine aussi régulière, on fera suivre les horloges de la ville sur le temps moyen, comme le seul qu'on puisse raisonnablement suivre*

[197] Blanchard Philippe, «Une production éclatée», Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel…*, pp. 15-32. Voir aussi : Blanchard Philippe, *L'Établissage. Étude historique…*.

[198] Pour une description de la pendule : Houriet Jacques-Frédéric, *Plan d'un nouveau correcteur employé avec succès ; avec les figures du rouage qui composent la pendule de règle destinée pour l'hôtel de ville de Neuchâtel, construit en 1804, et fini en 1805*, BPUN, MS 1858.

[199] Houriet Jacques-Frédéric, *Plan d'un nouveau correcteur…*, p. 6.

pour l'usage civil ; on rendra par là le plus grand service aux personnes qui ont des montres ou pendules, auxquelles à chaque jour pour ainsi dire on est obligé de retoucher pour être d'accord avec le Soleil »[200].

Il est donc question de régler l'heure de la cité, bien plus que d'une recherche d'amélioration de la précision. Cette dernière question est toutefois présente, puisque les comptes liés à la pendule insistent sur le soin apporté à l'installation par Houriet : « *Pour amener cet ouvrage, non seulement dans sa plus grande perfection, mais encore d'une marche si régulière, qu'après les trois correctifs dont cette pendule est revêtue, elle sera susceptible de se régler à cinq secondes près environ dans l'année, une fois que le point du correcteur sera bien trouvé* »[201].

La détermination de l'heure à Neuchâtel se situe donc au croisement d'une logique de service à la population, considérant l'heure comme un bien commun, et de l'émergence des exigences industrielles en matière de contrôle et de mesure du temps, avec l'application des avancées techniques les plus récentes dans le domaine de l'horlogerie[202].

1.2.2 La détermination de l'heure au Locle

Les centres horlogers du Locle et de La Chaux-de-Fonds, berceaux des initiatives des horlogers savants, instaurent leurs propres systèmes pour établir l'heure exacte. Ces efforts répondent à un besoin croissant de précision et traduisent une évolution qui dépasse les compétences individuelles de quelques maîtres exceptionnels pour s'inscrire dans une dynamique plus large.

Au Locle, le développement de la détermination de l'heure est la source d'inspiration du système de La Chaux-de-Fonds, justifiant que nous débutions par ce dispositif. Charles-François Nicolet (1789-1861)[203], maire du Locle entre 1824 et 1848, fait installer une lunette méridienne dans la tour du

[200] Pour quelques remarques sur l'intérêt de la pendule Houriet pour le prestige local, voir : « Compte de la pendule à longue ligne… »

[201] « Compte de la pendule à longue ligne… »

[202] Sur l'heure comme bien commun, voir : Herr-Laporte Catherine, *Être à l'heure…* ; Glennie Paul et Thirft Nigel*, Shaping the Day. A History of Timekeeping in England and Wales, 1300-1800*, Oxford, Oxford University Press, 2009. Sur l'émergence du contrôle temporel en lien avec l'industrialisation : Thompson Edward, « Time, work-discipline, and industrial capitalism », *Past & Present*, 38, 1967, pp. 56-97.

[203] Sur Charles-François Nicolet, voir sa nécrologie dans *Le Véritable Messager boiteux de Neuchâtel, pour l'an 1862,* pp. 48-49 et Jeanneret Frédéric-Alexandre et Bonhôte James Henri, *Biographie neuchâteloise*…, pp. 137-139.

Figure 4. Petite lunette méridienne utilisée au Locle, Heinrich Rudolf Ernst (1803-1863), Paris, ca. 1845. © Musée d'horlogerie du Locle - Château des Monts, Le Locle (Photographie de l'auteur).

temple en 1845 (figure 4)[204]. Le dispositif est décrit dans la *Feuille d'avis des Montagnes* dans un article du 27 décembre 1845 :

« *C'est à la générosité et aux connaissances de Monsieur Nicolet, maire de la juridiction, que l'industrie et tout le public sont redevables de connaître les divisions du temps avec la plus rigoureuse exactitude ; un observatoire qu'il a établi au haut de la tour de l'église, dans une petite chambre construite exprès, nous procure ce bienfait* […] *: la méridienne a été donnée par Monsieur d'Osterwald ; il l'a déduite par ses observations trigonométriques de celle qui passe par l'Observatoire de Berne. La lunette servant aux observations a été construite à Paris avec les plus grands soins et la plus grande précision ; elle est disposée de manière à pouvoir observer avec une invariable exactitude le passage du soleil au méridien ; elle se meut sur un axe horizontal auquel est adapté un grand niveau à bulle d'air au moyen duquel on peut apercevoir la plus légère variation dans sa position ; le tout est fortement assujéti* [sic] *sur une pierre des carrières de Morteau, taillée au roc de manière à ne pas gêner les mouvements de la lunette. Cette pierre repose elle-même sur un massif de briques scellées au gypse et qui est enchâssé dans un mur de quatre pieds d'épaisseur, au haut du clocher. Un établissement d'une aussi incontestable*

[204] La date exacte de l'installation demeure incertaine, mais elle peut être déduite d'un article de la *Feuille d'avis des Montagnes* du 27 décembre 1845 intitulé « Un souvenir de 1845 » : S.n., « Un souvenir de 1845 », *Feuille d'avis des Montagnes*, BVL, FAM, 27 décembre 1845, pp. 3-4. Cette imprécision contribue à un certain flou historiographique. Par exemple, Alfred Chapuis, lorsqu'il aborde le sujet, n'indique aucune date précise, tandis que Johann Boillat suggère une période autour de 1824 : Boillat Johann, « La culture technique allemande de la chronométrie neuchâteloise : Jules Grossmann, l'École d'horlogerie du Locle et l'Observatoire cantonal de Neuchâtel (1868-1907) », *Bulletin de la Société suisse de chronométrie*, 87, 2019, pp. 41-50, p. 43.

utilité est un bienfait qui mérite d'autant plus notre reconnaissance qu'on se demande aujourd'hui comment nos fabricants ont pu se passer jusqu'à présent de ce moyen de précision. Il sert encore à vérifier le régulateur dont Monsieur le Pasteur Andrié a daigné gratifier la commune et qui est placé dans une des salles de l'hôtel-de-ville, où chacun peut, à toutes les heures du jour, régler sa montre avec exactitude. Une souscription faite au cercle de cette même maison nous a dotés d'un baromètre et d'un thermomètre (Réaumur et centigrade), d'un superbe travail et qui seront placés de chaque côté du portail de l'hôtel-de-ville, afin qu'ils puissent satisfaire aux observations et à la curiosité de chacun. »[205]

Cette description précise que la lunette est destinée à un emplacement fixe, montée sur un axe horizontal qui lui confère une assise stable. L'instrument est fabriqué par Heinrich Rudolf Ernst (1803-1863), un Bernois établi à Paris, dont les activités diversifiées incluaient à la fois la production d'instruments scientifiques et la réalisation de daguerréotypes[206]. Signalons que ce fabricant, relativement peu connu, a obtenu une médaille d'argent pour sa production d'instruments lors de l'exposition des produits de l'industrie en 1839. Parmi les pièces présentées figuraient une machine pneumatique, un planimètre et des baromètres, témoignant de la qualité et de la précision de son travail[207]. Le calcul de la longitude (ou de la « méridienne ») est effectué en référence à l'Observatoire de Berne, qui sert de point de référence pour l'installation du dispositif au Locle. Le choix d'un édifice religieux pour son emplacement

[205] S.n., « Un souvenir de 1845 », *Feuille d'avis des Montagnes*, BVL, FAM, 27 décembre 1845, p. 4.

[206] Des confusions ont émergé concernant le fabricant des lunettes méridiennes du Locle et de La Chaux-de-Fonds. Estelle Fallet affirme que la lunette aurait été fabriquée par Jules Ernst et qu'elle remonterait à la fin du XVIII[e] siècle, voir : Fallet Estelle, *La Mesure du temps*…, p. 49. Cependant, il s'agit bien de Heinrich Rudolf Ernst, comme l'atteste une plaque publicitaire utilisée par ce dernier pour promouvoir ses séances de daguerréotypes. Cette plaque, conservée au Museum Ludwig de Cologne, confirme qu'il fabriquait également des instruments, principalement météorologiques, parallèlement à son activité de daguerréotypiste. Elle évoque l'adresse de son atelier à Paris, qui correspond à celle inscrite sur la lunette méridienne. Des mentions d'Ernst apparaissent également dans l'*Annuaire et almanach du commerce et de l'industrie*, attestant de sa présence à Paris entre 1840 et 1864. Par ailleurs, une correspondance relative à la construction d'une lunette astronomique pour La Chaux-de-Fonds établit un lien direct entre cet instrument et celui du Locle, confirmant qu'ils proviennent du même fabricant à la même adresse, voir : lettre de Heinrich Rudolf Ernst à Célestin Nicolet, 24 mai 1846, MIH, fonds Célestin Nicolet. Pour quelques informations biographiques sur Heinrich Rudolf Ernst, voir : Blaser Jean-Christophe et Lafontant Vallotton Chantal (éd.), *Transitions : la photographie dans le canton de Neuchâtel 1840-1970*, Neuchâtel, Alphil, 2017. La *Feuille d'avis de Neuchâtel* permet de suivre les présences d'Heinrich Rudolf Ernst dans le canton de Neuchâtel, car il annonce son arrivée pour réaliser des portraits au daguerréotype, voir FAN entre 1843 et 1849.

[207] *Exposition des produits de l'industrie française en 1839. Rapport du jury central, Tome 2*, Paris, 1839, pp. 258-259.

s'explique par sa position dominante, offrant des lignes de vue dégagées. Ce choix s'inscrit dans une continuité historique remontant au Moyen Âge, époque où les églises servaient déjà à la diffusion de l'heure publique et à l'observation astronomique[208].

Notaire, Nicolet officie en tant qu'arpenteur juré et ingénieur géographe lors de la délimitation de la frontière franco-suisse après le traité de paix de 1815[209]. Ces métiers nécessitent des compétences en mathématiques, notamment en trigonométrie, discipline dont les principes sont également appliqués à la détermination de l'heure. Selon les biographes de Charles-François Nicolet, ce dernier a ainsi installé « *un modeste observatoire, disposé dans les combles de la tour du temple, muni de quelques bons instruments, dont à lui seul il fit tous les frais* »[210]. Cette initiative, bien qu'attribuée à la volonté de Charles-François Nicolet, bénéficie également d'un soutien collectif. Elle profite notamment du don d'un régulateur par le pasteur Andrié et d'une souscription locale pour l'acquisition d'un baromètre et d'un thermomètre, témoignant ainsi d'un intérêt partagé.

Signe qu'une grande précision est recherchée, le cartographe neuchâtelois Jean-Frédéric d'Ostervald (1773-1850) est sollicité pour positionner une mire méridienne sur le Communal, un monticule au sud du Locle[211]. Dans l'ouvrage commémorant le cinquantenaire de l'Observatoire de Neuchâtel, nous apprenons que « *Charles-François Nicolet, des Ponts, établissait dans une fenêtre de la tour du temple du Locle une petite lunette méridienne dont la position pouvait être vérifiée au moyen d'une borne dressée aux frais de Jürgensen père, sur le Communal du Locle* »[212]. Pour tenir compte des conditions d'observation et parce que « *la sonnerie des*

[208] Lors des premières fondations d'observatoires, les astronomes privilégient les emplacements en altitude, cherchant à se rapprocher au plus près des étoiles. Cependant, cette priorité évolue progressivement en faveur de la stabilité des instruments scientifiques, un facteur essentiel pour garantir des mesures précises. Sur le lien entre édifices religieux et pratique de l'astronomie, voir : Aubin David, « Modèles de scientificité dans les observatoires : les églises de l'âge positiviste ? », *Revue des sciences religieuses*, 87, 4, 2013, pp. 451-461 ; Heilbron John, *The Sun in the Church: Cathedrals as Solar Observatories*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 1999.

[209] *Recueil officiel des pièces concernant le droit public de la Suisse*, tome 2, Lausanne, 1839, p. 611.

[210] Jeanneret Frédéric-Alexandre et Bonhôte James Henri, *Biographie neuchâteloise*…, p. 139.

[211] Chapuis Alfred, *Histoire de la pendulerie neuchâteloise*…, pp. 421-422. Pour la biographie de Jean-Frédéric d'Ostervald voir : Evard Maurice, « Jean-Frédéric d'Ostervald », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises. Des Lumières à la Révolution*, Hauterive, Gilles Attinger, pp. 233-236 ; *Coulon Louis, « Notice biographique sur Monsieur Frédéric d'Osterwald », Actes de la Société helvétique des sciences naturelles, 35, 1850,* pp. 153-156.

[212] Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912, p. 9.

cloches dérangeait la position de la lunette [Jules Jürgensen] *fit dresser sur le Communal du Locle une borne servant de mire pour la lunette méridienne de Nicolet* »[213].

Un régulateur, dont la marche est contrôlée par les déterminations de l'heure, est mis à la disposition du public à partir de 1846 à l'hôtel de ville du Locle. Ce régulateur serait l'œuvre de Favre-Bulle, selon une brève notice descriptive mentionnée dans l'ouvrage de Chapuis[214]. Le garde-temps est équipé d'un échappement à ancre sans dispositif de compensation, ce qui ne permet pas de neutraliser les effets des variations atmosphériques ou de température susceptibles d'altérer la régularité de la marche de la pendule.

Le 4 décembre 1854, après avoir exercé durant plusieurs années sans que la méthode employée ni la fréquence des observations ne soient précisément documentées, Charles-François Nicolet fait don de son instrument des passages à la collectivité du Locle :

« *Par la lettre que* [vous] *m'avez fait l'honneur de m'adresser le 2 de ce mois, tout en me faisant connaître la personne que vous avez choisie pour me remplacer dans les soins du réglage du régulateur de l'hôtel de ville, d'après le passage du Soleil au méridien, vous me demandez de conserver à la communauté du Locle la lunette méridienne que j'ai placée dans le haut du clocher. Je m'empresse de vous annoncer, Messieurs, que c'est avec plaisir que je fais hommage de cet instrument à la communauté du Locle, ainsi que j'en ai toujours eu l'intention, afin de procurer à notre industrie le moyen, dont elle étoit* [sic] *privée, d'opérer le réglage des produits sur une base fixe & invariable.* »[215]

Selon cette notice, c'est donc le Soleil qui est utilisé comme référence dans la station d'observation du Locle. Témoignant d'une continuité entre l'installation de Charles-François Nicolet et l'Observatoire de Neuchâtel, le régulateur de Favre-Bulle reste en service, même lorsque l'établissement scientifique prendra en charge la détermination de l'heure, comme nous le verrons par la suite.

[213] Bachelin Auguste, *L'Horlogerie neuchâteloise*…, p. 176.
[214] Chapuis Alfred, *Histoire de la pendulerie neuchâteloise*…, p. 373.
[215] Archives communales du Locle (L-173), lettre publiée par Fallet Estelle, *La Mesure du temps*…, p. 48.

1.2.3 La détermination de l'heure à La Chaux-de-Fonds

À La Chaux-de-Fonds, deux systèmes distincts se succèdent, sans qu'il ne semble exister de continuité entre eux. La première mention d'un tel dispositif remonte à 1810, lorsque le juré Florian Sandoz-Gendre demande l'autorisation d'équiper, à ses propres frais, la tour du Grand Temple de La Chaux-de-Fonds d'un « *méridien* »[216]. Cette demande est acceptée avec « *beaucoup de reconnoissance* » par la communauté[217], sans qu'il ne soit possible de savoir avec certitude la typologie du système mis en place. Cependant, après cette mention, aucune autre trace de l'installation réalisée par Sandoz-Gendre ne semble subsister dans les archives.

Durant les années 1840, la section des Montagnes de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel cherche à mettre en place un moyen d'obtenir l'heure exacte[218]. Pour ce faire, un « comité de la lunette méridienne » est constitué, dont la présidence est assurée par le pharmacien et botaniste Adolphe-Célestin Nicolet (1803-1871)[219]. Ce dernier explique le principe du projet à Rudolf Ernst, le même fabricant que celui sollicité au Locle :

« *L'absence d'une lunette méridienne se faisait sentir depuis longtemps dans notre localité où la fabrication de l'horlogerie a son plus grand développement ; une société s'est formée pour en monter une dans l'un de nos édifices publics, sous le patronage de la Société des sciences naturelles, et sous la direction de Monsieur d'Osterwald. Sans parler des avantages que*

[216] Registre contenant les arrêts et résultats de l'honorable Communauté de La Chaux-de-Fonds. Depuis le 18 novembre 1806 jusqu'au 22 novembre 1812, séance du 3 juin 1810, Archives de la ville de La Chaux-de-Fonds, cité dans : Urech Édouard, *Histoire de l'église de La Chaux-de-Fonds, tome II,* La Chaux-de-Fonds, Éditions G. Saint-Clair, 1956, p. 34.

[217] Urech Édouard, *Histoire de l'église de La Chaux-de-Fonds*…, p. 34.

[218] Pour les discussions de la SSNN, voir : « Séance du 11 décembre 1845 », *BSSNN*, 1, 1845-1846, p. 434 et « Séance du 12 mars 1846 », *BSSNN*, 1, 1845-1846, pp. 452-453. Sur le rôle des sociétés savantes dans le développement industriel, voir notamment : Bergeron Louis, « Comment situer la Société d'encouragement pour l'industrie nationale dans la France de son temps », Benoit Serge, Emptoz Gérard et Woronoff Denis (éd.), *Encourager l'innovation en France et en Europe. Autour du bicentenaire de la société d'encouragement pour l'industrie nationale*, Paris, Éditions du CTHS, pp. 17-27 ; Bret Patrice, « La Société d'encouragement pour l'industrie nationale et l'Académie des sciences au XIX^e^ siècle : le fonctionnement parallèle de deux institutions », Benoit Serge, Emptoz Gérard et Woronoff Denis (éd.), *Encourager l'innovation en France*…, pp. 65-94.

[219] Sur Adolphe-Célestin Nicolet ou plus simplement Célestin Nicolet, voir : Jacquat Marcel, « Adolphe-Célestin Nicolet, pharmacien, naturaliste et historien (1803-1871) », *Biographies neuchâteloises, tome 3 : de la Révolution au cap du XX^e^ siècle,* Hauterive, G. Attinger, 2001, pp. 269-275 ; Schaer Jean-Paul, « Adolphe Célestin Nicolet (1802-1871) », Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel, tome 2, La seconde Académie, 1866-1909*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, G. Attinger, 1994, pp. 393-395.

l'établissement de l'instrument des passages procurerait aux personnes qui se livrent à l'étude de l'astronomie, la lunette méridienne est indispensable aux horlogers, car elle sert à connaître à chaque instant la marche de la pendule, et signale la différence qui existe entre le jour solaire actuel et le jour solaire moyen ou équation du temps. Le midi vrai étant donné au public, chaque horloger pourra, sans frais, étudier la marche de sa pendule et perfectionner son art. Les travaux géodésiques qui ont été faits dans notre pays par Monsieur d'Osterwald permettent de donner avec facilité la précision nécessaire à cet instrument dont la privation avait été depuis longtemps sentie. Toutes les observations que son établissement exige sont terminées. La Société pour l'établissement de la lunette méridienne compte sur le généreux concours de ses concitoyens. »[220]

Plusieurs points importants émergent des propos de Nicolet. Tout d'abord, l'absence de continuité avec l'initiative de Florian Sandoz-Gendre est confirmée, car Célestin Nicolet n'y fait aucune allusion. Ensuite, le lien étroit entre la détermination de l'heure et l'horlogerie est clairement souligné. Pour Nicolet, la connaissance de l'heure exacte constitue une condition fondamentale permettant aux horlogers de « perfectionner leur art ». Le dispositif avait ainsi pour objectif de fournir le midi vrai aux horlogers, soit le temps solaire moyen corrigé par l'équation du temps. Enfin, la précision de ce système est assurée par l'intervention de Jean-Frédéric d'Ostervald, qui a soigneusement positionné les différentes composantes du dispositif[221]. Ainsi, la filiation entre les initiatives du Locle et de La Chaux-de-Fonds apparaît clairement, puisque le fabricant de la lunette et le géographe impliqués dans les deux projets sont les mêmes.

Pour obtenir les fonds nécessaires, une souscription est ouverte, qui se révèle toutefois insuffisante. Le 11 décembre 1845, lors d'une séance de la section des Montagnes de la SSNN, le « comité de la lunette méridienne » s'adresse au bureau de contrôle des ouvrages en métaux précieux de La Chaux-de-Fonds, pour le prier de « doter notre localité d'un régulateur, d'un compteur, d'un baromètre et d'un thermomètre exacts ; les fonds souscrits

[220] Lettre de Célestin Nicolet à Heinrich Rudolf Ernst, 10 avril 1846, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CN102-413-002.02.

[221] Il est plausible que Frédéric d'Ostervald soit à l'origine de la proposition d'instaurer la lunette méridienne de La Chaux-de-Fonds. Son rôle central dans la conception et le positionnement de dispositifs similaires, comme au Locle, ainsi que son expertise reconnue en cartographie et en géodésie, renforcent cette hypothèse, voir : Coulon Louis, « Notice biographique sur Monsieur Frédéric d'Osterwald… », p. 154. L'orthographe actuellement admise pour le nom d'Ostervald utilise la lettre V, mais à l'époque, il était courant de le voir écrit avec un W.

pour la lunette ne suffisant pas à l'achat de ces objets d'une nécessité absolue pour notre industrie »[222]. Le 7 mars 1846, le bureau de contrôle annonce mettre à disposition trois mille francs, «*pénétré de l'utilité qu'il y aurait pour l'honneur de l'industrie du lieu, de posséder dans la localité les instruments* [proposés] »[223]. L'intérêt pour le développement de ce dispositif est partagé par les savants locaux, la SSNN et le bureau de contrôle, sans qu'il y ait d'implication directe de la commune. Le mode de financement révèle également les limites des initiatives privées, car même une station d'observation modeste représente un coût élevé.

Le 12 mars 1846, la SSNN prend connaissance de la lettre du bureau de contrôle annonçant l'octroi du subside, sous la condition que le régulateur soit érigé à La Chaux-de-Fonds par « les artistes jugés capables »[224], illustration ici de la volonté d'encourager l'industrie locale. Charles-Frédéric Klentschi (1774-1851) et son fils Louis Klentschi (1806-1881) fabriquent le régulateur, comme indiqué sur le mouvement de l'instrument : « Par les économies du Bureau de contrôle Chaux-de-Fonds 6 mars 1846. Chs-Fc. Klentschi et fils fecit. 1846 » (figure 5)[225].

Le baromètre et le thermomètre doivent être placés dans «*un endroit convenable de l'Hôtel-des-Postes que le gouvernement se propose de bâtir* »[226]. Célestin Nicolet entame une correspondance avec Rudolf Ernst pour commander une lunette méridienne «*pareille à celle que vous avez établie pour monsieur le maire Nicolet* », mais souhaite «*y ajouter un cercle vertical (cercle sur le côté) de 28 centimètres de diamètre* » (figure 6)[227].

---

[222] « Séance du 11 décembre 1845 », *BSSNN*, 1, 1845-1846, p. 434. Sur l'histoire du bureau de contrôle des métaux précieux, voir : Matthias Albert (éd.), *Centenaire du Bureau du contrôle fédéral de La Chaux-de-Fonds : 1820-1920. Sa création, son évolution : avec un aperçu historique sur le contrôle des ouvrages en métaux précieux dans le canton de Neuchâtel et en Suisse*, La Chaux-de-Fonds, Arts graphiques Haefeli, 1920 ; Bureau de contrôle des ouvrages en métaux précieux de La Chaux-de-Fonds, *Le Bureau de contrôle des ouvrages en métaux précieux de La Chaux-de-Fonds,* La Chaux-de-Fonds, Haefli, Co, 1954. Sur le rôle de mécénat du bureau de contrôle des métaux précieux dans le développement culturel et patrimonial de La Chaux-de-Fonds, voir : Bregnard Théo, *Le Rôle du mécénat horloger dans le développement culturel de La Chaux-de-Fonds (1920-1980)*, mémoire de master soutenu à l'Université de Neuchâtel [non-publié], 2006.

[223] Lettre de Jeanrenaud, secrétaire du bureau de contrôle, à Adolphe-Célestin Nicolet, 7 mars 1846, Archives du Musée international d'horlogerie, La Chaux-de-Fonds, fonds Célestin Nicolet.

[224] « Séance du 12 mars 1846 » *BSSNN*, 1, 1845-1846, pp. 452-453, p. 453.

[225] Cardinal Catherine et Piguet Jean-Michel (éd.), *Musée international d'horlogerie. Catalogue d'œuvres choisies*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1999, notice 28. Le régulateur de précision est conservé au MIH sous le numéro d'inventaire : IV-492.

[226] « Séance du 12 mars 1846 » *BSSNN*, 1, 1845-1846, pp. 452-453, p. 453.

[227] Lettre de Célestin Nicolet à Heinrich Rudolf Ernst, 28 mars 1846, NIC.001.101 A6219. Archives du Musée international d'horlogerie, fonds Célestin Nicolet. Les débuts de cette correspondance sont quelque peu laborieux en raison de l'homonymie de Célestin Nicolet avec le maire du Locle – la lettre de

Figure 5. Régulateur de Charles-Frédéric Klentschi (1774-1851) et de son fils Louis Klentschi (1806-1881) de La Chaux-de-Fonds. Collection Musée international d'horlogerie, © Photo MIH.

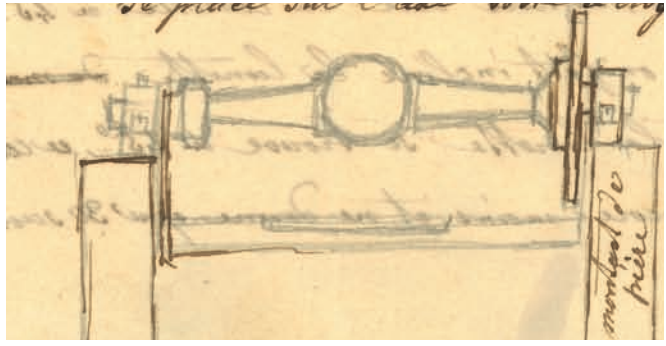


Figure 6. Esquisse de la lunette méridienne de Célestin Nicolet. Lettre de Célestin Nicolet à Heinrich Rudolf Ernst, 28 mars 1846. © Musée international d'horlogerie, Fonds Célestin Nicolet, NIC 001.101 - A6219.

L'adjonction d'un cercle à la lunette fournit une meilleure stabilité en donnant la possibilité de connaître l'angle entre l'axe de l'instrument et la zone du ciel visée sans devoir toucher directement le tube. À la suite de la proposition de réduction de la dimension du cercle par Ernst, Nicolet requiert des précisions et en profite pour définir clairement ses attentes : « *C'est pour diriger sans tâtonnement l'instrument sur le soleil* [sic] *que nous vous demandons un cercle vertical, vous le ferez de 25 centimètres environ. Si je vous ai bien compris, la lunette munie d'un cercle vertical, et d'un petit appareil pour éclairer les fils pour l'objectif, reviendra à 400 francs de France* »[228].

Dans un courrier d'Ernst, une esquisse inscrite en marge, permet de constater que l'installation est fixe, usant de « *montant*[s] *de pière* [sic] »[229] – toujours présent in situ – et offrant une bonne assise à l'ensemble (figure 7)[230].

Rudolf Ernst est adressée par erreur à Charles-François Nicolet et parvient finalement à destination par l'entremise de Jean-Frédéric d'Ostervald.

[228] Lettre de Célestin Nicolet à Heinrich Rudolf Ernst, 10 avril 1846, CN102-413-002.02 – Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds.

[229] Lettre de Heinrich Rudolf Ernst à Célestin Nicolet, 4 avril 1846, Archives du Musée international d'horlogerie, fonds Célestin Nicolet.

[230] Le support de la lunette existe aujourd'hui encore dans les combles du Grand Temple et témoigne du soin porté au projet. Lors d'une visite des combles du Grand Temple, il a été possible de retrouver le support de la lunette qui avait été laissé sur place et oublié depuis. Nous profitons de l'occasion pour remercier vivement Armand Studer pour son aide qui nous a permis de redécouvrir cet artefact.

Figure 7. Support de la lunette méridienne Célestin Nicolet dans le Grand Temple de La Chaux-de-Fonds. © Aline Henchoz.

Une procédure, décrite par Rudolf Ernst, présente la méthode de fixation de l'instrument sur le support : « *Pour placer la lunette dans l'axe, vous sortirez les petites vis qui est visé* [sic] *après du côté où j'ai fait deux petites croix +. Vous ferez entré* [sic] *la lunette, chose qui du reste se guiderait de soit même. Quand* [sic] *aux coussinets, celui qui porte le vernier sera sur le côté gauche ainsi que le cercle. La pince et vis de rappelle* [sic] *se trouve sur le côté droit* »[231].

L'instrument de La Chaux-de-Fonds est donc un petit cercle méridien, à savoir une lunette des passages fixe, pointant dans l'axe nord-sud, avec un cercle pour l'orienter dans le bon angle[232]. Plusieurs accessoires complètent le dispositif. Le cercle méridien est composé d'un cercle en bronze de 25 centimètres, de deux verniers pour mesurer les angles, d'un niveau et de coussinets pour poser l'axe horizontal[233]. Signe d'une certaine évolution par rapport à la lunette du Locle, Ernst prend contact avec un astronome pour obtenir des informations sur la meilleure façon de réaliser l'instrument[234].

Rudolf Ernst explique que la lunette est « *destinée à régler sur les étoiles et sur le soleil* [sic] *les pendules et les chronomètres qui se fabriquent dans notre vallée, elle est spécialement destinée à régler la marche d'une pendule publique* »[235]. L'objectif de fournir une référence temporelle aux fabricants est ici clairement exposé, de même que la possibilité d'utiliser les étoiles. Ce paramètre permet d'obtenir une plus grande précision que les observations fondées sur le Soleil. D'après une lettre d'un certain Leblanc, du dépôt général des fortifications du ministère de la Guerre en France, adressée à Célestin Nicolet, cette typologie d'instrument fournit l'heure à deux dixièmes de seconde près[236]. Cependant, cette assertion doit être remise en perspective, car la précision dépend d'un ensemble de critères dépassant les seules performances d'un instrument scientifique. Dans ce cas, ni la méthode d'observation, ni les modalités de contrôle des erreurs, ni la fréquence des

[231] Lettre de Heinrich Rudolf Ernst à Célestin Nicolet, 24 mai 1846, fonds Célestin Nicolet, MIH.

[232] Pour une définition du cercle méridien, voir : Belteki Daniel et Gressot Julien, « Introduction: Re-Assembling the History of Meridian Circles », « Une culture de la précision : les cercles méridiens aux XIXe et XXe siècles », *Cahiers François Viète*, III.14, 2023, pp. 5-20.

[233] Lettre d'Heinrich Rudolf Ernst à Célestin Nicolet, 4 avril 1846, Archives du Musée international d'horlogerie, fonds Célestin Nicolet.

[234] Lettre d'Heinrich Rudolf Ernst à Célestin Nicolet, 4 avril 1846, Archives du Musée international d'horlogerie, fonds Célestin Nicolet.

[235] Lettre d'Heinrich Rudolf Ernst à Célestin Nicolet, 10 avril 1846, CN102-413-001.01 – Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds.

[236] Lettre de Leblanc à Adolphe-Célestin Nicolet, 10 juillet 1844, Archives du Musée international d'horlogerie, fonds Célestin Nicolet.

déterminations ne sont stipulées. Leblanc recommande d'ailleurs de solliciter Alphonse Laquiante, un «*distingué astronome*» de Strasbourg, en vue d'obtenir des informations sur la façon de se servir de l'instrument, attestant d'une certaine méconnaissance[237].

Les modalités d'usage du dispositif demeurent obscures. La seule évocation d'une possible méthode provient du journaliste et historien local Henri Bühler dans un article de *L'Impartial* en date du 29 avril 1939, soit bien après l'abandon de la station d'observation :

«*De la tour du Temple, l'observateur braquait la lunette sur la borne. Au moment où le soleil se trouvait exactement dans le plan vertical de la méridienne, il était midi. Il fallait nécessairement se servir d'un verre noir. Comme la Terre n'a pas une vitesse constante, le moment du midi ne se reproduit jamais deux fois de suite avec le même intervalle. Une correction s'impose. On se sert à cet effet des Tables d'équation.*»[238]

Cette description mêle les différents temps dont il faut tenir compte pour déterminer l'heure. Selon Bühler, il s'agit de partir du temps solaire moyen, convention faisant durer les jours pendant vingt-quatre heures. Pour correspondre à l'heure employée socialement, il faut utiliser le temps solaire vrai – soit la durée entre deux passages du Soleil à un méridien ou le temps astronomique – qui varie selon les jours et la période de l'année. La différence entre le temps solaire moyen et le temps solaire vrai correspond à l'équation du temps. Toutefois, l'observation céleste est uniquement une étape du processus pour mesurer le temps. Il est également nécessaire de disposer d'un chronomètre de référence pour le comparer à l'heure déterminée. La donnée horaire est ensuite reportée soit sur le régulateur public, soit, de manière plus probable sur un tableau à proximité. En effet, remettre à l'heure un garde-temps est une opération délicate, susceptible de perturber sa marche et d'altérer sa précision. Il nous semble toutefois que la proposition d'Henri Bühler, qui ne cite pas sa source, mérite d'être discutée. La fréquence d'utilisation de la lunette n'est jamais mentionnée, mais il est probable qu'il y ait eu quelques observations par année au maximum. Pour protéger la lunette, il s'agissait de la retirer de son socle et donc, au moment de son emploi, l'observateur devait la placer précisément dans l'axe nord-sud, rôle premier de la borne méridienne qui servait de point de repère. Une fois calibrée, il suffisait de

[237] Lettre de Leblanc à Adolphe-Célestin Nicolet, 10 juillet 1844, Archives du Musée international d'horlogerie, fonds Célestin Nicolet.
[238] Bühler Henri, «Le long de notre méridienne», *L'Impartial*, 29 avril 1939, p. 1.

pointer vers le Soleil, et non pas sur la borne méridienne qui est employée comme moyen de contrôle. Le reste de la méthode impliquant l'emploi de l'équation du temps nous paraît en revanche envisageable, bien qu'il manque l'évocation de l'observation d'étoiles.

En juillet 1846, Jean-Frédéric d'Ostervald profite d'une opération de relevés cartographiques pour déterminer l'emplacement de la tour de l'église afin de positionner correctement la mire dans l'axe de la méridienne sur le terrain du Creux-des-Olives, dit « de la Sorcière », jouxtant le bois du Couvent, au sud du Grand Temple (figure 8)[239].

Preuve d'un souci du détail, le choix du matériau de construction retient l'attention de Célestin Nicolet. Pour cela, il sollicite un certain François Hutler, un maître maçon devant fournir une installation « *sans défaut et qui soit tout* [sic] *saine* » et, qui demande un délai pour trouver la pierre idéale, pour ériger une mire, devant être à la fois visible depuis une certaine distance, solide et résistante[240].

Célestin Nicolet commande également divers instruments météorologiques, notamment un baromètre et un thermomètre, destinés à mettre ces informations à disposition du public. Le baromètre devait être installé « dans une niche extérieure et grillée de l'hôtel des Postes »[241]. Par ailleurs, un système d'éclairage des fils de l'objectif de la lunette est prévu, utilisant du coco de soie plutôt que des fils d'araignée, car « *Monsieur Nicolet du Locle se pleignait* [sic] *que les fills* [sic] *étaient trop fins* »[242]. L'éclairage des fils permet une utilisation nocturne du petit cercle méridien. L'association de cet éclairage et de l'instrument témoigne d'une maîtrise des principes

[239] Lettre Frédéric d'Ostervald à Célestin Nicolet, 18 septembre 1846, Archives du Musée international d'horlogerie, fonds Célestin Nicolet. Pour quelques remarques sur la mire méridienne, voir : Jacquat Marcel, « La borne méridienne de Célestin Nicolet », *Nouvelle Revue neuchâteloise*, 123-124, 2014, pp. 35-37. Sur la mire méridienne figure une inscription, apposée par le Musée d'horlogerie, prédécesseur du MIH, afin de rappeler la vocation et l'origine de cet objet historique. On y lit : « *Cette borne fut érigée par Célestin Nicolet en 1846. Elle servait de point de mire à la lunette méridienne placée dans la cour du Temple français* [désormais Grand Temple] ». En 1941, le Musée d'horlogerie déposa une plainte à la suite du vol de cette plaque, permettant d'en attester la présence à cette date : MIH, 2643.001. Notons que la borne méridienne a visiblement été déplacée à la suite d'un orage selon l'article, déjà cité d'Henri Bühler : Bühler Henri, « Le long de notre méridienne », *L'Impartial*, 29 avril 1939, p. 1.

[240] Lettre de François Hutler à Célestin Nicolet, 31 juillet 1846, Archives du Musée international d'horlogerie, fonds Célestin Nicolet.

[241] Lettre de Célestin Nicolet à Heinrich Rudolf Ernst, 28 mars 1846, CN102-373-001.01 – Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds. La description détaillée du baromètre et du thermomètre montre l'importance qu'ils ont aux yeux de Nicolet.

[242] Lettre d'Heinrich Rudolf Ernst à Célestin Nicolet, 24 mai 1846, Archives du Musée international d'horlogerie, fonds Célestin Nicolet.

Figure 8. Borne méridienne de La Chaux-de-Fonds. © Photographie de l'auteur.

théoriques de la détermination de l'heure et reflète l'ambition de mesurer le temps avec précision.

L'heure est ensuite mise à disposition dans la salle des pas perdus à l'hôtel de ville, où se trouve le régulateur Klentschi[243]. Célestin Nicolet n'a pas

[243] Pour la localisation du régulateur Klentschi, voir : Laracine Marin, *Description pittoresque et critique de La Chaux-de-Fonds*, La Chaux-de-Fond, Convert, 1852, p. 3.

laissé d'indications sur la manière de transporter la donnée horaire, qui devait nécessiter l'usage d'un chronomètre ou d'un autre garde-temps mobile suffisamment précis.

La détermination de l'heure dans les trois villes du canton de Neuchâtel demeure une activité non professionnelle, ce qui empêche toute continuité dans les observations et compromet la pérennité de ces initiatives[244]. Le lieu est également un facteur limitant. Construire une station d'observation en haut d'un édifice pour se rapprocher le plus possible de l'objet observé est monnaie courante jusque dans la première partie du XIXe siècle[245]. Cependant, cela réduit la stabilité des instruments, en raison des vibrations du bâtiment. Ce phénomène est d'autant plus fort dans une tour d'église, du fait de la présence de cloches, un facteur défavorable qui était d'ailleurs craint lors de la fondation de l'Observatoire de Neuchâtel : Hirsch y met en garde, notamment des risques liés à la proximité des clochers et au bruit des cloches, susceptibles de perturber tant la qualité des observations que le bon fonctionnement des instruments[246]. Ainsi, un ancien système de communication du temps peut mettre en péril la détermination de l'heure[247]. Ce n'est qu'à la suite de certaines expériences, telles que celles menées à l'Observatoire de Pulkowa, qu'une assise solidement ancrée dans le sol sera reconnue comme un critère indispensable à la conception d'un observatoire[248].

*****

Les divers systèmes instaurés au XIXe siècle dans le canton de Neuchâtel traduisent un besoin grandissant d'obtention d'une heure exacte. Ces démarches sont le corollaire de l'orientation d'une partie de plus en plus importante, quantitativement et économiquement, de l'industrie horlogère vers des produits de haute précision répondant à une demande croissante

[244] Sur le processus de professionnalisation de l'astronomie dans le contexte français, voir : Saint-Martin Arnaud, « L'astronomie française à la Belle Époque. Professionnalisation d'une activité scientifique », *Sociologie du travail*, 53, 2011, pp. 253-272.

[245] L'Observatoire de Palerme, fondé à la fin du XVIIIe siècle, se trouve au sommet du Palais des Normands. Cependant, il ne faut pas généraliser le propos, car l'emplacement des observatoires varient au gré des contextes. Pour un aperçu de ces questions, voir : Morton-Gledhill Rowan, « The architecture of astronomy in the British Isles: a general study », *Vistas in Astronomy*, 32, 1988, pp. 235-283.

[246] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 5.

[247] Schmidgen Henning, « Time and noise: the stable surroundings of reaction experiments, 1860-1890 », *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 34, 2003, pp. 237-275, pp. 259-260.

[248] Pour la construction de l'Observatoire de Pulkowa, voir : Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire astronomique…*

des consommateurs[249]. Ces compétences se développent progressivement à travers l'action de sociétés savantes locales, telles que la SEPN et la SSNN, qui œuvrent à rendre l'heure exacte accessible à un large public. Les exemples étudiés illustrent une forme de maîtrise à la fois théorique et pratique, des techniques astronomiques, contribuant à l'émergence d'une culture de la précision horlogère à Neuchâtel. Ainsi, ce savoir, transmis par des horlogers érudits formés auprès de maîtres dans des centres horlogers comme Paris ou Londres, s'est enraciné dans la région entre la seconde moitié du XVIII^e^ siècle et la première moitié du XIX^e^ siècle.

Ces stations d'observation se succèdent dans des cadres chronologiques et géographiques relativement restreints et atteignent rapidement leurs limites. Plusieurs facteurs expliquent ce phénomène. Tout d'abord, leur fonctionnement exige une régularité difficile à maintenir dans le cadre d'une activité bénévole. Ensuite, ces installations ne permettent pas d'atteindre pleinement l'objectif visé – à savoir le contrôle des tables de réglage des chronomètres. Cette insuffisance est due à l'absence de professionnalisation garantissant à la fois la précision et l'indépendance vis-à-vis de l'industrie horlogère, critères indispensables pour transformer cette expertise pratique en véritable valeur économique. Finalement, les différents acteurs en viennent à la conclusion que ces contrôles ne peuvent être effectués par les fabricants eux-mêmes, mais nécessitent la certification d'un organisme neutre.

Dès les années 1850, de nouvelles réflexions émergent, portées par un contexte politique propice suite à la Révolution neuchâteloise de 1848. Ces efforts conduisent finalement vers l'identification claire du besoin de fonder un observatoire cantonal.

[249] Donzé Pierre-Yves, *Histoire de l'industrie horlogère suisse…*, p. 26 *sq*.

Chapitre 2

Fonder l'Observatoire (1855-1859)

> « La Chaux-de-Fonds peut être considérée comme formant une seule manufacture horlogère. »
>
> Karl Marx, *Das Kapital,* 1867.

Au cours du XIXe siècle, l'horlogerie devient l'activité industrielle dominante dans le canton de Neuchâtel et tout particulièrement dans les Montagnes neuchâteloises, comme le relève à sa manière Karl Marx (1818-1883) à la suite de son passage dans la région[250]. L'ampleur de ce développement historique, couplée à l'orientation d'une partie de l'industrie horlogère neuchâteloise vers une économie de la qualité, met en exergue l'absence d'une politique globale de soutien à l'industrie. De plus, les diverses installations locales permettant la détermination de l'heure atteignent leurs limites et ne suffisent plus à répondre aux besoins de l'horlogerie de précision, d'un point de vue à la fois organisationnel (absence de professionnalisation), technique (précision insuffisante) et commercial (absence de certification des produits).

L'établissement de la République en 1848 ouvre la voie à une transformation profonde des dynamiques économiques et politiques. Le régime républicain ambitionne de déployer une politique industrielle audacieuse, répondant aux défis d'une concurrence économique croissante sur la scène internationale,

[250] Barrelet Jean-Marc, *Histoire du Canton de Neuchâtel : La création d'une République. De la Révolution de 1848 à nos jours*, tome 3, Neuchâtel, Alphil-Presses universitaires suisses, 2011, p. 8.

tout en marquant une rupture partielle avec le libéralisme dominant de la période précédente[251]. Dans ce contexte, l'Observatoire constitue un symbole de l'affirmation républicaine, représentant la première réalisation concrète de la République et du canton de Neuchâtel[252]. Cette initiative s'inscrit dans un programme plus large. Ce dernier se manifeste particulièrement dans le domaine de la formation, avec la création d'écoles d'horlogerie et l'établissement, en 1866, de la seconde Académie, qui deviendra plus tard l'Université de Neuchâtel[253].

Une fois acceptée l'idée de créer un observatoire, l'État de Neuchâtel entame un processus de délimitation de ses objectifs et de son champ d'action. Ce travail de définition de l'objet épistémique s'étend de 1855 à 1859 et repose sur une collaboration entre divers acteurs : horlogers, autorités politiques, savants locaux et un astronome allemand. Initialement conçu comme un projet modeste, l'observatoire évolue pour intégrer une dimension scientifique, avec l'ambition d'acquérir une renommée internationale. Ce chapitre explore les négociations complexes – scientifiques, techniques, économiques et politiques – qui ont abouti à la création d'une institution sur mesure. Cette analyse s'appuie sur un corpus documentaire riche, composé de rapports d'expertise et d'une correspondance abondante échangée entre les différents protagonistes[254].

---

[251] Sur le rôle de l'État en Suisse à partir de 1848, voir : Humair Cédric, « L'État fédéral comme prestataire des services à l'industrie. Faire face à la compétition économique internationale (1848-1914) », Gilomen Hans-Jörg, Müller Margrit et Tissot Laurent (Hrsg.), *Dienstleistungen. Expansion und Transformation*…, pp. 47-61.

[252] Sur le lien entre la création de la République et la fondation de l'Observatoire de Neuchâtel, voir : Canales Jimena, « Exit the frog… », p. 179.

[253] Sur ce contexte de développement de la formation après la Révolution de 1848, voir : Jeanneret Anne-Françoise, « Le développement de l'instruction », Barrelet Jean-Marc (éd.), *Histoire du Pays de Neuchâtel. De 1815 à nos jours*, tome 3, Hauterive, Gilles Attinger, 1993, pp. 258-272 ; Perret Thomas, « La recherche de l'excellence… ». Sur la seconde Académie : Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel…* ; Quartier-la-Tente Édouard, *Histoire de l'instruction publique dans le canton de Neuchâtel. De l'origine à nos jours avec de nombreuses illustrations dans le texte*, Neuchâtel, Attinger frères, 1914.

[254] Les différentes expertises permettent de suivre l'évolution du projet de 1855 à 1858, voir : Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du canton de Neuchâtel…* ; « Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, n° 2 ; « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal », séance du 17 mai 1858, *BOCG*, Neuchâtel, n° 19, 1858, AEN 3GC-1.22, pp. 605-626 ; « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588. La correspondance relative à la fondation de l'Observatoire est répartie dans divers fonds d'archives conservés aux archives de l'État de Neuchâtel (AEN). Les principaux fonds concernés sont : 1TP-792, 2IND-8 et 2IND-83. En complément, plusieurs articles rédigés par Hirsch apportent des éclairages précieux sur les étapes clés de la fondation et offrent une description détaillée de l'Observatoire : Hirsch Adolphe, « Sur l'établissement de l'observatoire à Neuchâtel, son

Nous analyserons tout d'abord la genèse du projet, initié par des délégués du canton de Neuchâtel de l'Exposition universelle de Paris en 1855. Nous examinerons ensuite l'approfondissement des réflexions, nourries par de premières études menées par des savants de la région et par les contributions d'Adolphe Hirsch, un jeune astronome d'origine allemande. Enfin, nous traiterons de la construction du bâtiment, marquant la première étape concrète de la réalisation de ce projet ambitieux.

2.1 Origine du projet

Pour analyser la fondation de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, il est essentiel d'examiner le lien intrinsèque entre cette institution et le régime républicain instauré en 1848. Cette corrélation s'inscrit dans le contexte d'un régime encore fragile, en quête de légitimité et désireux de démontrer sa capacité à promouvoir le progrès scientifique et technologique[255]. Il est frappant de constater que ce n'est qu'après la stabilisation du régime républicain, consécutive à l'échec des dernières tentatives contre-révolutionnaires en 1856, que la création de l'Observatoire devient envisageable. Dès ses prémices, cette institution s'inscrit ainsi au croisement des enjeux politiques et économiques, témoignant des interactions complexes entre ces sphères dans le cadre de son élaboration[256].

Dans le contexte neuchâtelois, la relation étroite entre politique et économie se manifeste notamment par l'engagement des nouvelles élites industrielles au sein de la Révolution neuchâteloise[257]. Cette dynamique est particulièrement

orientation et les premiers travaux d'installation », *BSSNN*, 5, 1858-1859, pp. 60-65 ; Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238.

[255] Sur la Révolution de 1848, voir : Henry Philippe, *La Mémoire de la Révolution neuchâteloise de 1848. Du Cinquantenaire au Centenaire (1898-1948)*, Hauterive, Gilles Attinger, 1997 ; Humbert Aimé et Clerc John, *Alexis-Marie Piaget d'après sa correspondance et la République neuchâteloise de 1848 à 1858*, deux tomes, Neuchâtel, Attinger frères, 1888 et 1895.

[256] Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto, « Introduction… », p. 2.

[257] Philippe Henry souligne que l'insatisfaction des nouvelles élites politiques et économiques a joué un rôle déterminant dans leur implication lors de la Révolution de 1848 : Henry Philippe, *Histoire du Canton de Neuchâtel. Le temps de la monarchie. Politique, religion et société de la réforme à la Révolution de 1848. Tome deux,* Neuchâtel, Éditions Alphil, Presses universitaires suisses, 2011, p. 97. Cette fusion entre élites politiques et industriels est aussi constatée par Christophe Koller avec le cas du Jura bernois : Koller Christophe, « De l'industrialisme à l'étatisme : évolution du système productif dans l'industrie horlogère suisse, 1846-1951 », Daumas Jean-Claude (éd.), *Les Systèmes productifs dans l'Arc jurassien. Acteurs, pratiques et territoires (XIXe-XXe siècles)*, Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté, 2004, pp. 39-59.

visible chez les horlogers, qui cherchent à accroître leur influence politique au cours de la première moitié du XIXe siècle. Plusieurs d'entre eux occupent une place centrale dans les événements de 1848, certains accédant ensuite à des postes clés au sein des nouvelles autorités républicaines. Parmi ces figures, on peut citer Fritz Courvoisier (1799-1854), horloger originaire de La Chaux-de-Fonds, meneur des colonnes révolutionnaires en 1848 et par la suite conseiller national. Cette fonction lui permet de promouvoir des projets d'envergure tels que la construction d'une ligne ferroviaire internationale traversant les Montagnes neuchâteloises[258]. Autre exemple notable : Aimé Humbert (1819-1900), conseiller d'État de 1848 à 1858, qui quitte ensuite la politique pour « consacrer sa vie à la défense de l'industrie horlogère »[259]. On peut également mentionner Henri Grandjean (1803-1879), fabricant de chronomètres de marine, établi au Locle et membre du gouvernement provisoire en 1848, qui figure parmi les promoteurs les plus actifs de la fondation de l'Observatoire[260]. Il convient également de souligner le rôle de Célestin Nicolet, membre actif de l'opposition libérale sous l'Ancien Régime et député au législatif cantonal entre 1848 et 1852, ainsi que celui de Louis Richard, horloger savant, qui est représentant du comité à l'Exposition universelle de Paris, en 1855. Ces horlogers, engagés dans les cercles de la Révolution, incarnent les nouvelles élites politico-industrielles. Leur action a été déterminante pour la fondation de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel.

[258] Châtelain Pierre-Yves, « Frédéric-Alexandre Courvoisier, fabricant d'horlogerie homme politique militaire 1799-1854 », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises, tome 2, Hauterive*, G. Attinger, 1998, pp. 93-98.

[259] Barrelet Jean-Marc, *Histoire du Canton de Neuchâtel*…, p. 49. Pour une biographie d'Aimé Humbert voir : Henry Philippe, « Aimé Humbert : Homme politique, professeur (1819-1900) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises*, tome 3, Hauterive, G. Attinger, 2001, pp. 185-191.

[260] Henri Grandjean rédige un mémoire adressé au Comité de l'exposition suisse de 1857, dans lequel il souligne l'état d'infériorité de l'horlogerie de précision neuchâteloise par rapport à la concurrence étrangère. Selon lui, cette situation est en grande partie due à l'absence d'un observatoire spécialisé. Bien que le texte original de ce mémoire nous soit inconnu, une mention indirecte en est faite dans le rapport d'Adolphe Hirsch, confirmant l'importance de cet argument dans les discussions entourant la fondation de l'Observatoire : « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 3. Le mémoire d'Henri Grandjean témoigne d'une certaine pression exercée par des horlogers pour obtenir la fondation d'un observatoire. Pour une biographie d'Henri Grandjean, voir : Fallet Estelle, *La Mesure du temps*…, pp. 113-122 ; Calame Caroline, « Henri Grandjean. Horloger, homme politique (1803-1879) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises*…, pp. 155-159.

2.1.1 L'Exposition de 1855 à Paris ou le pari d'une précision étatique

Dans ce contexte, l'Exposition universelle de Paris en 1855 constitue une opportunité pour observer et s'inspirer des pratiques industrielles d'autres pays et régions. L'historiographie souligne régulièrement la vocation pratique de l'Observatoire, conçu au service de l'horlogerie, et identifie 1855 comme année fondatrice du projet. C'est en effet à cette occasion que le Conseil d'État envoie des délégués à Paris, dont le rapport détaillé, à leur retour, sert de point de départ aux réflexions sur la création d'un observatoire à Neuchâtel[261]. Le comité est constitué de cinq membres provenant des milieux politiques et industriels : Charles-Louis Jeanrenaud-Besson (1798-1868) [262], actif dans le commerce de dentelles et membre du Conseil d'État entre 1848 et 1859, Henri Grandjean, Alcide Calame[263], horloger chauxois, Frédéric Verdan (1798-1861)[264], un des derniers fabricants d'indiennes – des toiles de coton imprimées avec différents motifs, dont la fabrique à Neuchâtel a connu un grand développement au cours du XVIIIe siècle avant de progressivement péricliter – et républicain de la première heure ayant effectué plusieurs mandats politiques (vice-président de la Constituante en 1848, membre du Grand Conseil (1848-1856), conseiller d'État neuchâtelois (1851-1852) et conseiller aux États (1854-1855), et enfin Charles Guillaume. Ce comité mandate à son tour une délégation composée de Louis Richard, de l'industriel et préfet à Boveresse, Dalphon Favre (1811-1896), d'un dénommé Tixier, de Philibert Perret, d'Alfred Courvoisier, un horloger chaux-de-fonnier tourné

[261] Le 10 septembre 1855, le Conseil d'État mandate le comité du Canton de Neuchâtel afin d'observer les développements industriels qu'il serait possible d'importer dans la région : *Manuel du Conseil d'État*, janvier-juin 1855, AEN 1CE-230, p. 290.

[262] Jeannin-Jaquet Isabelle, « Jeanrenaud-Besson, Charles Louis », *DHS*, version du 17.02.2009. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/004546/2009-02-17/, consulté le 09.11.2022.

[263] Dans la *Feuille d'avis de Neuchâtel*, nous trouvons un dénommé Alcide Calame, qui s'associe le 15 juillet 1862, avec Paul Vuilliomenet pour développer une société active dans l'horlogerie et son commerce, dont Henri Touchon, conseiller d'État en est le commanditaire : « Extraits de la Feuille officielle », *Feuille d'avis de Neuchâtel et du vignoble neuchâtelois*, 60, 26 juillet 1862, p. 1. Une autre source témoigne du rôle actif d'Alcide Calame dans le processus de sélection d'un instituteur pour le collège industriel. Une lettre d'un candidat à ce poste révèle que celui-ci sollicite le soutien de Célestin Nicolet afin qu'il intercède en sa faveur auprès d'Aimé Humbert et d'Alcide Calame, démontrant l'implication de ces figures sur les questions de formation et de développement industriel à un niveau local : Lettre d'Ed. Pagnard à Célestin Nicolet, 29 mai 1855, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CN-102.190, p. 4.

[264] Kern Gilliane, « Verdan, Frédéric », *DHS*, version du 10.10.2016. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/004766/2016-10-10/, consulté le 09.11.2020.

vers des produits « soignés »[265], et Édouard Combe, avec comme mission précise d'y :

« *Rechercher les améliorations à introduire dans notre industrie horlogère pour faire de la fabrication des chronomètres de marine une branche importante de l'horlogerie neuchâteloise.* […] *d'augmenter l'emploi des machines de fabrication dans la fabrique des montres,* […] *d'importer dans* [le] *Canton des industries nouvelles,* […] *rechercher les améliorations* […] *pour l'utilisation de la force motrice, et en général comme moyens mécaniques de travail industriel et agricole et aborder la question des chemins de fer.* »[266]

L'État s'engage ainsi dans l'élaboration d'un véritable programme de développement économique. Ces six personnalités, représentant des milieux politiques et industriels, concluent à la nécessité de créer un observatoire étatique. À l'issue de leur investigation, ce groupe d'experts rédige un *Rapport présenté au comité du canton de Neuchâtel pour l'Exposition universelle de 1855, à Paris*[267]. Ce document fait état de la situation de l'horlogerie neuchâteloise, souligne son importance stratégique pour le canton et présente une analyse comparative des forces et faiblesses face à la concurrence internationale.

Bien que ce rapport joue un rôle crucial pour la fondation de l'Observatoire, deux remarques méritent d'être formulées pour évaluer correctement sa place. Tout d'abord, il convient de le resituer dans le contexte plus large d'une volonté affirmée de soutenir l'économie à une époque où l'industrialisation et le changement de régime politique façonnent de nouvelles élites politiques et économiques dans le canton de Neuchâtel. La rupture, si elle existe, réside principalement dans l'ampleur accrue des initiatives en faveur de l'industrie. Ces efforts s'inscrivent dans une période de croissance de l'horlogerie de précision et d'initiatives individuelles et collectives en faveur de ce secteur, qui puisent leurs racines dans le XVIII^e siècle, comme nous l'avons observé. Ensuite, le soutien à l'industrie horlogère, bien qu'important, ne constitue pas le seul

[265] Concernant Alfred Courvoisier, une mention le concernant se trouve dans l'indicateur Davoine, répertoire des adresses des fabricants en horlogerie, de l'année 1855, pour les Montagnes neuchâteloises : Anonyme, *Indicateur des Montagnes pour 1855*, La Chaux-de-Fonds, 11^e année, 1854, BVCF, n° 866.
[266] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du canton de Neuchâtel*…, p. 26.
[267] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du canton de Neuchâtel*…, p. 26.

domaine d'intérêt des délégués. Leurs réflexions s'étendent à des secteurs variés, tels que l'énergie, la construction de machines et l'introduction de brevets. Cette approche révèle une vision plus globale du développement économique et industriel. Par conséquent, mettre en avant le rôle fondateur de ce rapport est aussi une façon de souligner l'action du gouvernement, visant à rehausser le prestige de la République. Cela s'inscrit dans une stratégie de légitimation du nouveau régime, qui dépasse le cadre de l'Observatoire. Cela étant dit, il est indéniable que ce rapport contient la première mention explicite d'un observatoire et marque le point de départ des réflexions pour sa concrétisation.

Mentionnons encore le rôle des expositions universelles durant la seconde moitié du XIXe siècle[268]. Elles témoignent d'un développement des marchés tournés vers une économie de libre-échange et de concurrence internationale[269]. Les délégués neuchâtelois s'inscrivent clairement dans cette dynamique et considèrent que le champ reste largement ouvert pour l'horlogerie neuchâteloise : « *Les produits de l'horlogerie anglaise à l'Exposition font voir que cette industrie n'a pas progressé dans ce pays, depuis une vingtaine d'années.* […] *Pour l'horlogerie française* […] *les chronomètres de marine, quoique d'une meilleure exécution que les chronomètres anglais, n'offrent également aucune particularité digne de remarque* »[270].

Dès lors, les auteurs du rapport en concluent que : « *Les chronomètres de marine français et anglais, qui sont les plus nombreux et les plus renommés en général, n'offrent à l'Exposition universelle, rien de bien remarquable, d'un tel état de stagnation de l'art, on pourrait craindre que l'industrie si importante de l'horlogerie de précision ne tende* […] *à tomber dans le domaine banal de la simple spéculation* »[271].

Le déclin des industries françaises et anglaises évoqué par les délégués ne doit pas se propager à « *l'industrie horlogère neuchâteloise* [qui] *pourrait* […] *soutenir avantageusement la lutte avec les autres nations possédant la même industrie, si des mesures administratives, une bonne organisation, viennent*

[268] Pour le rôle économique des expositions universelles, voir par exemple : Debluë Claire-Lise, *Exposer pour exporter. Culture visuelle et expansion commerciale en Suisse (1908-1939)*, Neuchâtel, Alphil, Presses universitaires suisses, 2015 ; Auerbach Jeffrey et Hoffenberg Peter (eds.), *Britain, the Empire, and the World at the Great Exhibition of 185*1, Aldershot, Ashgate, 2008.

[269] Sur ce point, voir : Debluë Claire-Lise, *Exposer pour exporter*…, p. 32.

[270] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du canton de Neuchâtel*…, pp. 6-7.

[271] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du Canton de Neuchâtel…,* p. 10.

à son aide »[272]. Pour remédier à cette situation, les représentants neuchâtelois identifient cinq « vices » ou lacunes majeures à combler : « *L'absence de contrôle sur la marche des pièces* […] ; *l'abus incroyable de la* marque de fabrique […] *; le manque, chez nos ouvriers, du désir de se perfectionner* […] *; l'insuffisance de l'enseignement public par rapport à l'horlogerie ; le manque de goût et d'élégance dans l'ornement* […] »[273].

Le rapport en appelle à une intervention active des autorités politiques, en raison « *de la plus haute importance de veiller scrupuleusement au maintien de cette branche d'industrie (la plus importante* […] *de tout le canton)* »[274]. Selon les délégués, les domaines de la précision et de la chronométrie de marine doivent être privilégiés. Dans ce but, ils évoquent l'instauration d'un observatoire étatique à Neuchâtel comme une « *condition* sine qua non » pour obtenir un moyen efficace de contrôler les pièces horlogères : « *Les tables de réglage faites par nous-mêmes n'ont à peu près aucune valeur vis-à-vis de l'acheteur qui, s'il ne suspecte pas notre bonne foi, peut au moins mettre en doute l'exactitude de nos moyens d'observation ; tandis qu'un chronomètre accompagné d'une table de réglage faite et signée par le directeur de l'Observatoire d'un Gouvernement, fait autorité et rehausse la valeur de la pièce en donnant confiance à l'amateur* »[275].

Ainsi, la professionnalisation de la mesure du temps au sein d'une institution spécialisée apparaît comme une réponse incontournable. L'Observatoire est donc conçu comme un service public spécifiquement orienté vers l'industrie horlogère, avec un double objectif : fournir l'heure exacte selon des standards scientifiques et garantir la qualité des produits horlogers. À cet égard, le rapport de 1855 une reconnaissance explicite des limites des initiatives antérieures observées au chapitre premier.

Les délégués ont donc à l'esprit un objectif avant tout pratique lorsqu'ils proposent « *la construction d'un Observatoire gouvernemental à Neuchâtel, Observatoire propre seulement à la vérification exacte des produits de notre fabrication d'horlogerie, en évitant les frais considérables qu'entraînerait*

[272] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du Canton de Neuchâtel…*, p. 10.
[273] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du Canton de Neuchâtel…*, p. 11.
[274] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du Canton de Neuchâtel…*, p. 6.
[275] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du Canton de Neuchâtel…*, p. 11.

la fondation d'un Observatoire scientifique complet »[276]. Dans ce but, un établissement fonctionnel au prix le plus bas possible est envisagé comme adéquat. Les délégués ont aussi à l'esprit le type d'instruments requis pour le service de l'Observatoire : « *D'une lunette méridienne sur pivots, avec niveau à bulle d'air, supportée par deux piliers en granit ; d'une lunette murale fixée contre un bloc massif également en granit* [sur ce point, les délégués veulent sans doute parler d'un cercle mural]*; d'une pendule astronomique de premier ordre et d'un compteur, pour qu'un seul observateur puisse faire la vérification de la marche de la pendule* »[277].

Cette observation met en lumière que, dès l'origine du projet, les instruments scientifiques jouent un rôle fondamental pour concrétiser la vision des délégués

2.1.2 Le projet Ladame ou une précision minimaliste

Le Conseil d'État accorde une grande attention au rapport des délégués et fait sienne la suggestion de créer un observatoire cantonal[278]. Ainsi ce projet ambitieux parvient-il à fédérer les milieux économiques et politiques. La responsabilité de sa mise en œuvre est confiée au département de l'Instruction publique. Ce choix, plutôt que celui du département de l'Industrie, suggère que le Conseil d'État conçoit dès le départ une vocation plus large pour l'Observatoire, dépassant une simple finalité pratique.

En janvier 1856, le département de l'Instruction publique charge Henri Ladame (1801-1870), professeur de physique de l'Académie et cofondateur, en 1832, avec Louis Agassiz de la SSNN d'étudier la question[279]. Il aborde celle-ci sous différents aspects, incluant le nombre et la nature des

[276] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du Canton de Neuchâtel*…, p. 11.

[277] Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du Canton de Neuchâtel*…, p. 11.

[278] Le 28 décembre, le Conseil d'État décide l'impression du rapport des délégués à l'Exposition universelle de Paris de 1855 : *Manuel du Conseil d'État*, AEN, 1CE-230, p. 854.

[279] « Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, n° 2. Pour une biographie d'Henri Ladame voir : Jeannet Éric, « Henri Ladame (1807-1870) » ; Schaer Jean-Paul, Schwitguebel-Leroy Antoinette et Jeanneret Anne-Françoise (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel*…, pp. 229-236 ; Jeannet Éric, « Ladame, Henri », *DHS*, version du 10.03.2009. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/028867/2009-03-10/, consulté le 28.07.2021.

instruments, l'architecture du bâtiment et le personnel[280]. Le 11 mai 1856, Ladame soumet un rapport au Département, dans lequel il rend compte de ses démarches[281]. Ce document inclut un devis détaillé, précisant les besoins financiers et matériels requis pour concrétiser le projet. Ladame y expose également sa vision de la mission qui lui a été confiée, en mettant en avant les avantages qu'une telle institution offrirait à l'industrie horlogère. Selon lui, la principale distinction entre un observatoire étatique et les stations d'observation déjà existantes réside dans la capacité de l'observatoire à délivrer des certificats officiels, conférant une reconnaissance formelle à la précision des instruments horlogers : « *Le Locle et La Chaux-de-Fonds possèdent chacun une courte lunette méridienne et une horloge-régulateur qui rand* [sic] *de grands services aux industriels de ces localités ; mais ce qui manque, ce sont les délivrances des bulletins de marche, certifiés d'une manière officielle, comme le font observer MM. les experts envoyés à l'Exposition de Paris. Cela ôte le relief et la confiance à notre horlogerie de précision* »[282].

Ladame entame son étude par une série de visites aux observatoires de Zurich, de Genève et de Berne. Cette démarche lui permet d'examiner leurs pratiques, d'évaluer leurs équipements et de dresser un état des lieux des institutions astronomiques suisses. Ces visites offrent une base comparative précieuse pour orienter le projet neuchâtelois. Selon l'astronome helvétique Rudolf Wolf (1816-1893), l'Observatoire de Zurich, qui a occupé plusieurs sites depuis le milieu du XVIII^e^ siècle, est considéré comme le premier observatoire de Suisse. En 1773, un site est sélectionné pour l'Observatoire de Zurich, mais son édification sur la « Caroli-Thurm » s'avère peu adaptée. Les conditions structurelles du lieu, notamment son manque de commodité et une protection insuffisante contre la pluie, limitent considérablement les bénéfices scientifiques qui pourraient en être tirés[283]. Dès lors, l'expérience est abandonnée et il faut attendre les débuts de l'École polytechnique fédérale pour voir un nouvel établissement construit entre 1859 et 1864[284]. Cet échec révèle que la construction d'une telle structure n'est pas automatiquement gage de

[280] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 607.
[281] Ce rapport est repris dans : « Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, n° 2, pp. 1-8.
[282] « Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, n° 2, p. 6.
[283] Wolf Rudolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz…,* pp. 100-102.
[284] Wolf Rudolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz…,* pp. 298-301.

réussite, de nombreux facteurs entrant en ligne de compte, dont le choix de l'emplacement. Ladame explique que Rudolf Wolf, alors professeur à l'École polytechnique fédérale, « *qui a réorganisé* […] *l'Observatoire de Berne* […] *a fourni d'utiles directions pour l'étude de notre projet* » et que Zurich ne peut servir de modèle, n'en étant encore qu'au stade de l'étude[285].

Ladame examine également l'établissement de Genève, fondé en 1772, qui est « *le meilleur observatoire de la Suisse et le mieux monté en instruments de toutes sortes ; il permet de faire des observations scientifiques d'un grand intérêt* »[286]. Fondé par l'astronome genevois Jacques-André Mallet (1740-1790)[287], l'Observatoire de la cité de Calvin est constitué pour effectuer des observations astronomiques, des relevés météorologiques et des déterminations de longitude et de l'heure[288]. Cette dernière activité étant réalisée « *pour les besoins de l'industrie horlogère locale* »[289]. En effet, « *les meilleures horloges avaient encore* [en 1771] *des variations quotidiennes de l'ordre de la seconde. La recherche astronomique va donc obliger les horlogers à réaliser des pendules de plus en plus précises* »[290]. Dès 1790, des concours chronométriques sont organisés de manière sporadique, avant d'être formalisés dans le règlement de l'institution en 1835 où il est stipulé que « *l'Observatoire doit contribuer au progrès de la haute horlogerie* »[291]. En 1831, dans le cadre de la modernisation de l'établissement, un cercle méridien conçu par le Parisien Henri-Prudence Gambey (1787-1847) est installé[292]. Cet

[285] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 609.

[286] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… ». Sur l'histoire de l'Observatoire de Genève, voir : Golay Marcel, « L'astronomie », Trembley Jacques (éd.), *Les Savants genevois dans l'Europe intellectuelle du XVII^e^ au milieu du XIX^e^ siècle*, Genève, *Journal de Genève*, 1987, pp. 55-88 ; Gautier Raoul et Tiercy Georges, *L'Observatoire de Genève : 1772-1830-1930*, Genève, A. Kundig, 1930. Pour une histoire du développement scientifique à Genève à partir de la culture matérielle, voir : Ratcliff Marc et Stahl Gretsch Laurence-Isaline (éd.), *Mémoires d'instruments. Une histoire des sciences et des savants à Genève 1559-1914*, Genève, Suzanne Hurter, 2011.

[287] Pour une biographie de Jacques-André Mallet, voir : Wolf Rudolf, *Biographien der Kulturgeschichte der Schweiz*, tome 2, Zurich, 1859, pp. 249-268 ; Gautier Raoul et Tiercy Georges, *L'Observatoire de Genève*…, p. 14 *sq.* ; Golay Marcel, « L'astronomie… », p. 55.

[288] Golay Marcel, « L'astronomie… », pp. 55-56.

[289] Golay Marcel, « L'astronomie… », p. 56.

[290] Golay Marcel, « L'astronomie… », p. 65.

[291] Golay Marcel, « L'astronomie… », p. 71.

[292] Pour une illustration d'un cercle méridien Gambey, voir : Golay Marcel, « L'astronomie… », p. 75 ; et pour des indications sur l'acquisition du cercle méridien : Gautier Raoul et Tiercy Georges, *L'Observatoire de Genève*…, p. 31. Pour une biographie du fabricant d'instrument, voir : Brenni Paolo, « 19th century french scientific instrument makers. I: The Brunners and Paul Gautier », *Bulletin of the Scientific Instrument Society,* 49, 1996, pp. 11-13.

instrument vise à améliorer la précision de la détermination de l'heure. Dès lors, le lien entre un observatoire et l'horlogerie de précision existe avant la création de l'Observatoire neuchâtelois. D'après Ladame, bâtir un observatoire sur le modèle genevois reviendrait à une dépense de 60 000 francs et entraînerait des frais annuels estimés entre 4 000 francs et 5 000 francs, « *mais il n'est nullement nécessaire d'aller si loin. On peut meme* [sic] *dire qu'à certains égards un Observatoire analogue à celui de Genève ne correspondrait pas au but que nous devons atteindre, surtout en ce qui concerne les Observations chronométriques* »[293].

Ladame juge la dimension scientifique d'un établissement astronomique superflue, comme le rapport le mentionne : « *M. Ladame essaya de réduire le projet, dont il était chargé, à un minimum de frais.* »[294] Il vise à réaliser un établissement à moindre coût, ce qui le conduit à s'intéresser particulièrement à l'Observatoire de Berne, qu'il considère comme un modèle adapté au contexte neuchâtelois : « *C'est Berne qui possède l'observatoire qui répond le mieux au besoin que l'on peut désirer atteindre dans notre canton.* »[295] Dès 1812, une « *baraque* » d'observation est érigée à Berne sous l'impulsion de Johann Friedrich Trechsel (1776-1849), professeur de mathématiques à la Haute École de la ville[296]. Cette construction constitue le point de départ de ce qui deviendra l'Observatoire de Berne. Dès 1847, il est placé sous la direction de Rudolf Wolf, qui entreprend une réorganisation complète de l'institution pour en améliorer les capacités scientifiques et techniques[297]. En 1852, l'établissement développe un service méridien en vue de fournir l'heure au Bureau fédéral de télégraphie[298]. Toutefois, le manque de personnel limite la possibilité de réaliser de manière suivie cette mission et l'institution devient plutôt, selon son directeur, un « *observatoire tellurique* »[299]. Celui-ci sert de référence à Ladame pour établir son projet : « [Il] *a particulièrement*

[293] « Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, n° 2, p. 5.

[294] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 609.

[295] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 5. Sur l'Observatoire de Berne, voir : Wolf Rudolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz*…, pp. 284-288. Sur le développement de l'astronomie à Berne : Gorgé Viktor, « Die Entwicklung der exakten Wissenschaften an der Berner Hochschule. Ein Beispiel des Professionalisierungsprozesses », Im Hof Ulrich (Hrsg.), *Hochschulgeschichte Berns 1528-1984: Zur 150-Jahr-Feier der Universität Bern 1984*, Bern, Universität Bern, 1984, pp. 320-351.

[296] Wolf Rudolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz*…, p. 284. Sur Trechsel, voir : Zürcher Christoph, « Trechsel, Friedrich », *DHS*, Version du 05.11.2013. Online : https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/013307/2013-11-05/, consulté le 07.11.2022.

[297] Wolf Rudolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz*…, p. 285.

[298] Wolf Rudolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz*…, p. 286.

[299] Wolf Rudolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz*…, p. 287.

frappé l'attention de M. le professeur Ladame, qui a soigneusement examiné la question de savoir si un établissement conçu et exécuté sur les mêmes bases, relativement fort restreintes, ne suffirait pas pour répondre presque complètement au but que l'on peut désirer d'atteindre dans notre canton »[300].

Ladame souligne cependant que l'absence de personnel dévolu à l'Observatoire de Berne ne répond pas aux exigences nécessaires pour l'observation des chronomètres. Il insiste sur la nécessité d'une « régularité dans le service, que l'on ne pourra obtenir sans quelques dépenses »[301]. Il propose une structure modeste estimée à 24 000 francs, dont la moitié serait consacrée aux instruments scientifiques avec des charges de fonctionnement évaluées à environ 2 000 francs par an[302]. Le 20 février 1856, le plan « *d'un observatoire réduit à deux chambres de service avec une coupole, et sans logements, à peu près dans les dimensions de celui de Berne* »[303] est esquissé par Louis-Daniel Perrier (1818-1903), architecte cantonal à l'État de Neuchâtel entre 1849 et 1861[304]. Tirant parti de ses visites dans divers observatoires, Ladame élargit la liste des instruments initialement proposée par les délégués de l'Exposition de 1855, qui comprenait une lunette méridienne, une lunette murale, une pendule astronomique et un compteur, en y ajoutant des équipements supplémentaires pour mieux répondre aux besoins du projet : « *Une lunette méridienne, une lunette parallactique, un baromètre, une horloge, quelques thermomètres, un appareil pour les observations chronométriques et des livres d'astronomie renfermant des tables de position des astres, qui se publient chaque année par les soins des grands observatoires* »[305].

Ladame suggère encore le nom du fournisseur du cercle méridien et « [r] *ecommande la maison Erte et fils* [Ertel et fils ou plutôt Ertel & Sohn], *successeurs de Reichenbach, à Munich, fabricants d'instruments astronomiques et mathématiques. Tous les objectifs achromatiques et les oculaires employés dans cette maison proviennent de l'établissement d'Utzschneider et Fraunhofer à Munich* »[306]. Il envisage de solliciter l'un des meilleurs fabricants de lunettes astronomiques du milieu du XIXe siècle, en suivant attentivement les réalisations

[300] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 609.
[301] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 609.
[302] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 609.
[303] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 609.
[304] « Note de M. Perrier, architecte », 3 février 1858, AEN, 1TP-792, p. 1.
[305] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », pp. 609-610.
[306] « Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, no 2, p. 8. L'établissement d'Utzschneider et Fraunhofer est celui où a œuvré Pierre-Louis Guinand.

de Rudolf Wolf. L'Observatoire de Berne comme celui de Zurich, tous deux réorganisés par Wolf, sont équipés d'instruments d'Ertel & Sohn et de Merz und Söhne (successeur d'Utzschneider et Fraunhofer)[307]. À partir de 1854, l'Observatoire de Berne est doté d'un cercle méridien Ertel & Sohn, pour déterminer l'heure destinée à l'administration fédérale. Cette décision, prise par le gouvernement bernois, vise à compléter l'équipement de « *l'observatoire local afin d'émettre l'heure normale pour toutes les stations télégraphiques de Suisse depuis l'établissement* »[308]. Par la suite, cette mission sera transférée à l'Observatoire de Neuchâtel, celui de Berne n'étant pas en mesure de répondre aux attentes du directeur technique de l'administration fédérale des télégraphes, Matthäus Hipp (1813-1893), sur lequel nous aurons l'occasion de revenir en détail, ainsi que le signale Adolphe Hirsch : « *M. Hipp* […] *accepterait avec empressement l'offre de leur donner* [à l'administration fédérale] *depuis Neuchâtel chaque jour le temps de Berne.* »[309]

2.2 Une première tentative avortée

Le gouvernement neuchâtelois adopte les conclusions du rapport de Ladame en initiant une première démarche concrète pour la création de l'Observatoire. Il inscrit à cet effet un montant de 10 000 francs au budget de l'État pour l'année 1857[310]. Lors de la séance du Grand Conseil du 27 juin 1856, cette somme est toutefois retirée par la commission des comptes qui se demande si « *l'établissement n'était pas trop coûteux* »[311]. Aimé Humbert, conseiller d'État chargé de l'Instruction publique, accepte ce retrait, convaincu de pouvoir obtenir sa réinscription lors de la séance de novembre 1856[312]. Il défend tout de même le projet en indiquant que « *le but n'est pas une dépense de luxe, puisqu'il pourrait rendre des services à l'instruction et développer le goût de la science, on comprend les avantages de cette dépense, qui profitera aussi à*

[307] Sur les instruments scientifiques des différents observatoires suisses, voir : Wolf Rudolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz…*, pp. 99-106 et pp. 284-303.

[308] Gorgé Victor, « Die Entwicklung der exakten Wissenschaften… », pp. 331-332. Sur les nouvelles installations de l'Observatoire de Berne, voir : Wolf Rudolf, « Über die neuesten Veränderungen auf der Sternwarte », *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern*, 319-320, 1854, pp. 73-77. Le directeur technique de l'administration des télégraphes Matthäus Hipp communique à plusieurs reprises dans les *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellchaft in Bern* à propos du réseau télégraphique dans les années 1850.

[309] Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 27 juillet 1858, AEN, 1TP-792, p. 17.

[310] « Séance du 20 mai 1856 », *BOGC*, Neuchâtel, 16, 1856, p. 95.

[311] « Séance du 27 juin 1856 », *BOGC*, Neuchâtel, 16, 1856, pp. 457-458, p. 458.

[312] « Séance du 27 juin 1856 », *BOGC*, Neuchâtel, 16, 1856, pp. 457-458, p. 458.

l'industrie »[313]. Le Conseil d'État adopte une perspective bien plus ambitieuse qu'un simple observatoire destiné à l'industrie horlogère, en mettant l'accent sur la promotion du « *goût de la science* ». Cependant, en septembre 1856, la tentative avortée de contre-révolution menée par des royalistes souhaitant le retour du Canton de Neuchâtel sous contrôle prussien – un épisode connu sous le nom de « l'affaire de Neuchâtel » – vient perturber la planification gouvernementale. Face à ces événements, le projet d'observatoire est relégué au second plan et reste en suspens durant plus d'une année[314].

2.2.1 L'expertise Desor, Vouga et Favre

En décembre 1857, une fois la situation politique apaisée, l'exécutif revient à la charge et demande des études complémentaires. Le gouvernement considère que le développement d'une branche industrielle de grande précision est « *d'un haut intérêt* [apportant] *une nouvelle source de revenus, un nouvel élément de supériorité des produits de la fabrique, une nouvelle garantie contre le relâchement ou l'avilissement de la main-d'œuvre et contre la dispersion de notre industrie nationale* »[315].

Le Conseil d'État vise à soutenir l'industrie horlogère face à la concurrence internationale tout en concentrant ses efforts sur le développement de pôles économiques stratégiques. Le 2 décembre, le rapport de Ladame est examiné par la Commission d'État des écoles industrielles qui « *fut unanime à exprimer le vœu d'un remaniement du projet sur une base plus large. On signalait entre autres l'indispensable nécessité d'annexer au moins un logement à l'observatoire, le bâtiment devant être constamment gardé en raison des valeurs qu'il était appelé à contenir* »[316]. De plus, la question de l'emplacement de l'Observatoire n'avait pas encore été tranchée[317]. Aimé Humbert mandate

[313] « Séance du 27 juin 1856 », *BOGC*, Neuchâtel, 16, 1856, pp. 457-458, p. 458.

[314] Pour le récit de cet épisode méconnu de l'histoire neuchâteloise qui a fait craindre un conflit entre la Prusse et la Suisse autour de l'appartenance neuchâteloise, voir : Barrelet Jean-Marc, *Histoire du Canton de Neuchâtel*…, pp. 38-42 ; Petitpierre Jacques, *Neuchâtel et la Confédération suisse devant l'Europe 1856-1857. L'insurrection royaliste et le traité de Paris. À propos du centenaire d'une capitulation royale, 1856-1857*, Neuchâtel, Messeiller, 1958.

[315] « Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, n° 2, p. 2.

[316] « Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, n° 2, p. 8.

[317] « Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, n° 2, p. 8.

alors un nouveau comité d'experts composé des professeurs Édouard Desor (1811-1882)[318], assistant de Louis Agassiz, géologue et député au Grand Conseil, Charles-Auguste Vouga (1827-1875)[319], enseignant de sciences naturelles aux « Auditoires » de Neuchâtel puis à l'Académie, naturaliste et ichtyologue, et Louis Favre (1822-1904)[320], naturaliste, archéologue et l'un des fondateurs du Musée d'histoire naturelle de Neuchâtel. Le 20 février 1858, le rapport de ce comité évalue l'investissement pour fonder un observatoire à 50 000 francs et ses coûts de fonctionnement annuel à 5 000 francs[321]. Une lunette méridienne, un équatorial avec appareil moteur, une horloge sidérale et une horloge ordinaire, et des instruments de météorologie y sont jugés essentiels. La plus grande divergence avec le rapport Ladame réside dans l'instauration de logements in situ pour le concierge et le directeur, afin de garantir la surveillance continue des instruments scientifiques et des chronomètres entreposés. Le traitement du directeur est également revalorisé. Ce dernier pourrait aussi être professeur d'astronomie et de haute horlogerie à l'Académie, cette dernière fonction se rattachant à la « *création éventuelle et très désirable d'une école d'horlogerie à Neuchâtel* »[322]. Ce dernier aspect montre encore une fois que la question d'un observatoire s'insère dans un cadre plus large, dépassant le strict soutien à l'industrie horlogère. Comparant les deux rapports, Aimé Humbert estime que les «*frais d'établissement et les dépenses annuelles sont portés trop bas* » par Henri Ladame et qu'il y a « *exagération inverse dans le projet du comité de la Commission d'État des Écoles industrielles* [composé de Desor, Vouga et Favre] »[323].

Face à cette divergence de vues, un spécialiste est consulté. Il s'agit d'Adolphe Hirsch, jeune astronome d'origine allemande, dont l'arrivée à Neuchâtel s'accompagne d'un récit probablement romancé qui en fait une

[318] Sur Édouard Desor, voir : Kaeser Marc-Antoine, *L'Univers du préhistorien. Science, foi et politique dans l'œuvre et la vie d'Édouard Desor (1811-1882),* Paris, L'Harmattan, Société d'histoire de la Suisse romande, 2004 ; Schaer Jean-Paul, « Pierre Jean Édouard Desor (1811-1882) », Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel*…, pp. 403-408.

[319] Pour quelques informations sur Charles Vouga, voir : Jacquat Marcel, « 175 ans de zoologie des vertébrés dans le *Bulletin* et les *Mémoire*s de la Société neuchâteloise des sciences naturelles », *BSSNN*, 131, 2010, pp. 73-89, p. 87.

[320] Sur Louis Favre, voir : Châtelain Auguste, « Louis Favre », Musée neuchâtelois, 1906, pp. 237-251.

[321] Desor Édouard, Vouga Charles et Favre Louis, « Le comité nommé par la Commission d'État, pour examiner le mémoire de M. Ladame, relatif à l'érection d'un observatoire, à l'honneur de vous présenter le résultat de ses délibérations » remis le 20 février 1858, « Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, n°2, pp. 8-10.

[322] Desor Édouard, Vouga Charles et Favre Louis, « Le comité nommé par la Commission d'État… », p. 9.

[323] Desor Édouard, Vouga Charles et Favre Louis, « Le comité nommé par la Commission d'État… », p. 11.

figure providentielle. Selon cette version, Aimé Humbert, confronté à l'absence d'un expert en astronomie, sollicite son entourage, notamment le médecin Louis Guillaume (1833-1924), également membre du Grand Conseil[324]. Ce dernier rapporte alors que, durant ses études de médecine à Zurich, il a rencontré sur l'Uetliberg, une colline boisée avoisinant la ville, un jeune astronome avec lequel il a noué une amitié, Adolphe Hirsch[325]. Aimé Humbert, qui avait initialement prévu de contacter Rudolf Wolf, apprend que Hirsch, en route de Venise à Paris pour travailler à l'Observatoire, pourrait s'arrêter à Neuchâtel, comme il l'explique dans une lettre à Louis Guillaume : « *J'avais l'intention d'appeler aux premiers beaux jours, M. Wolf, professeur d'astronomie à l'École polytechnique fédérale de Zurich, pour délibérer avec lui de cette affaire en lui adjoignant M. l'architecte Rychner. Mais la perspective que M. Hirsch pourrait devenir un jour le directeur de l'Observatoire m'engage à modifier mon plan* »[326].

Hirsch n'est donc ni le premier choix, ni la seule personne à laquelle le Conseiller d'État a songé à s'adresser. La possibilité qu'il puisse prendre la tête de l'Observatoire semble avoir été l'argument principal aux yeux d'Aimé Humbert, qui ne souhaitait pas laisser passer une telle opportunité face à la difficulté de trouver du personnel qualifié en astronomie dans la région. Malgré cette relativisation du caractère providentiel de la découverte d'Adolphe Hirsch, il est incontestable que ce personnage, qui dirigera l'Observatoire jusqu'à sa mort en 1901, s'est révélé une aubaine pour l'établissement auquel il se dévouera totalement.

2.2.2 Adolphe Hirsch, l'artisan de la précision et organisateur de l'Observatoire (1830-1901)

Né en 1830 à Halberstadt, Adolphe Hirsch, fils du commerçant Moses Hirsch (1787-1850) et de Fanny Magnus (1796-1869), appartient à une famille juive, bien qu'il se déclare athée et critique des religions[327]. Il a deux frères et

[324] Sur Louis Guillaume, voir Buess Heinrich, « Der Neuenburger Arzt Louis Guillaume », *Gesnerus*, 35, 1978, pp. 230-241 ; Barrelet Jean-Marc, « Louis(-Constant) Guillaume : médecin, hygiéniste, professeur, directeur de pénitencier (1833-1924) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises, tome 3: de la Révolution au cap du xx^e^ siècle,* Hauterive, G. Attinger, 2001, pp. 175-180.

[325] Pour un récit de la découverte d'Adolphe Hirsch, voir notamment : Trueb Lucien, *L'Observatoire de Neuchâtel…,* p. 23.

[326] Lettre d'Aimé Humbert à Louis Guillaume, 6 mars 1858, AEN, 2IND-83.

[327] Pour une biographie d'Adolphe Hirsch voir : Fischer Gaston, « Adolphe Hirsch (1830-1901). L'astronomie et les sciences de la terre », *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*

cinq sœurs, dont Mathilde (1822-1891), épouse du rabbin et écrivain progressiste Ludwig Philippson (1811-1889), et Clara Hirsch (1826-1903), qui vécut à l'Observatoire avec lui durant de longues années et joua un rôle essentiel dans sa vie, notamment en l'accompagnant dans certains de ses voyages[328]. Signalons dès à présent qu'il n'est guère aisé d'en savoir davantage concernant la vie privée de Hirsch, car cette partie de ses archives a été perdue[329]. Adolphe a comme cousin Max Hirsch (1832-1905), homme politique, écrivain et pacifiste allemand. Adolphe, pour sa part, étudie le droit à Heidelberg où il est l'un des meneurs de la *Märzrevolution* à 18 ans tout juste (figure 9)[330]. Avec d'autres étudiants, il invite le philosophe révolutionnaire Ludwig Feuerbach (1804-1872) en mars 1849 à l'Université d'Heidelberg[331]. Ces événements lui valent d'être mis en difficulté et il doit quitter la région.

Il poursuit ensuite son cursus à Berlin à la Friedrich-Wilhelms-Universität du 20 octobre 1849 au 31 mars 1853. Durant sa période berlinoise, Adolphe Hirsch s'intéresse plus particulièrement à l'astronomie en suivant les cours de Johann Franz Encke (1791-1865), fameux astronome et directeur de l'Observatoire de Berlin[332]. Ce dernier a contribué au développement de l'astrométrie en étant à la fois un grand calculateur (il a notamment déterminé la trajectoire de la comète qui porte son nom) et le formateur d'une génération

(ci-après *BSSNN*), 124, 2001, pp. 41-47 ; Burgat-Grellet Mika et Schaer Jean-Paul, « Adolphe Hirsch (1830-1901), directeur de l'Observatoire de Neuchâtel de 1858 à 1901 », *BSSNN*, 124, 2001, pp. 23-39.

[328] Sur ce point : Burgat-Grellet Mika et Schaer Jean-Paul, « Adolphe Hirsch (1830-1901), directeur de l'Observatoire de Neuchâtel de 1858 à 1901 », *BSSNN*, 124, 2001, p. 27. Voir aussi : lettre d'Adolphe Hirsch à Simon Newcomb, 24 juin 1884, BPUN, OBSE-102-4.6, p. 164. On retrouve également une photographie de Clara Hirsch lors de l'inauguration de l'Observatoire de Nice, voir : https://www.unav.es/gep/AdolpheHirsch.html, consulté le 23 août 2022.

[329] À son décès, son secrétaire personnel classe ses papiers en trois dossiers distincts : ceux relatifs à l'Observatoire de Neuchâtel, aux associations internationales et à ses affaires privées. Cette dernière partie, remise à sa famille, semble avoir malheureusement disparu : « Procès-verbal des opérations de liquidation de la succession du Docteur Adolphe Hirsch, Directeur de l'Observatoire de Neuchâtel du vendredi 29 novembre 1901 », AEN, 1 FIN-458, p. 2.

[330] Sur les jeunes années d'Adolphe Hirsch et son rôle de meneur durant les mouvements estudiantins de 1848 à Heidelberg, voir : Giovannini Norbert, Bauer Jo-Hannes et Mumm Hans-Martin, *Jüdisches Leben in Heidelberg. Studien zu einer unterbrochenen Geschichte,* Heidelberg, Wunderhorn, 1993, pp. 86-87. Sur la Révolution de 1848, voir : Hein Dieter, *Die Revolution von 1848/49*, Munich, C. H. Beck, 2019.

[331] Caldwell Peter, *Love, Death, and Revolution in Central Europe,* New York, Palgrave Macmillan, 2009, p. 36.

[332] Adolphe Hirsch est inscrit à l'Université de Berlin le 25 avril 1849 ; voir l'inscription dans le registre des immatriculations : *Matrikelbucheintrag der berlin-branderburgische Akademie der Wissenschaften in Archiv der berlin-branderburgische Akademie der Wissenschaften*, 1849, nº 484 et Bahl Peter, Ribbe Wolfgang (Hrsg.), *Die Matrikel der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin 1810-1850, Teil 2, 24. Bis 40. Rektoratsjahr (1833-1850)*, De Berlin, Boston, De Gruyter, 2013, p. 1215. Pour Encke, voir : Bruhns Karl Christian, *Johann Franz Encke. Königliche Astronom und Director der Sternwarte in Berlin*, Leipzig, 1869.

Figure 9. Portrait d'Adolphe Hirsch par Bernhard Fries, 1849. © Kurpfälzisches Museum der Stadt Heidelberg, Inv. Nr. G 182.

d'astronomes, jouant un rôle dans l'essor de l'école allemande d'astronomie fondée sur une organisation méticuleuse des observatoires et l'utilisation systématique des statistiques[333]. Hirsch baigne dans cet apprentissage dont il appliquera les principes à Neuchâtel.

Durant son parcours, le jeune astronome montre des dispositions en mathématiques, en géographie et en statistiques[334]. Toutefois, le lieu où Adolphe Hirsch a obtenu son titre de docteur et le sujet de sa thèse demeurent inconnus. Un article citant un extrait de la *Feuille officielle du canton de Neuchâtel* affirme qu'il est docteur de l'Université de Breslau, tandis que Hans Weil, dans sa biographie d'Adolphe Hirsch, évoque Berlin, sans que ces affirmations puissent être vérifiées[335]. Ce qui est certain, c'est que les premières années de Hirsch sont marquées par des difficultés, notamment pour trouver une place dans le domaine de l'astronomie, entrecoupées de périodes de préceptorat. Il reste en contact avec Ludwig Feuerbach grâce à l'écrivain et philosophe Christian Kapp (1798-1874) et fait également la connaissance du physiologiste Jacob Moleschott (1822-1893)[336], ce qui lui permet de disposer d'un large réseau. À Heidelberg, chez Kapp, Hirsch rencontre le poète et romancier suisse Gottfried Keller (1819-1890), et noue un lien qui se prolonge à Berlin[337]. C'est dans ce cercle, dans la *Kap-Keller*, que Hirsch fait la connaissance de Gustav Siegmund (1820-1902), frère de Fanny Piaget, la mère d'Anna Piaget (1839-1916), qu'il épouse de 1865[338]. Ce mariage est

[333] Chapman Allan, « The astronomical revolution… », pp. 57-59. Dans son chapitre, Chapman examine les transformations survenues en astronomie sous l'impulsion des Allemands.

[334] La liste des cours suivis à Berlin comprend la géographie, le droit, l'économie politique, l'anthropologie, l'astronomie et les mathématiques. Pour les notes de cours d'Adolphe Hirsch, voir le fonds conservé à la BPUN, OBSE-106-1.4.

[335] Pour l'hypothèse d'un doctorat à l'Université de Breslau, voir l'extrait de la *Feuille officielle* du 2 septembre dans *L'Express*, 4 septembre 1858. Quant à l'hypothèse d'une poursuite de ses études auprès d'Encke, voir : https://hans-weil.faszination-uhrwerk.de/hirsch.pdf, consulté le 23 novembre 2021. Par ailleurs, dans sa correspondance avec Aimé Humbert, Hirsch propose d'engager comme précepteur un de ses amis originaires de Breslau, ce qui permet d'établir un lien potentiel entre ce lieu et lui : Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 1er juin 1858, 1TP-792, p. 9. Cependant, un échange avec l'administration de l'Université de Breslau n'a pas permis de confirmer cette hypothèse. Seul un « Heinrich Hirsch » figure dans le registre des étudiants de l'Université de Breslau entre 1811 et 1885 : Pretzsch Karl, *Verzeichnis der Breslauer Universitätsschriften, 1811-1885*, Breslau, Wilh. Gottl. Korn, 1905, p. 367. Après consultation des archives et des registres, il ne semble pas non plus que Hirsch ait obtenu son doctorat à Berlin.

[336] Lettre de Jacob Moleschott à Ludwig Feuerbach, 11 novembre 1850, Schuffenheuer Werner (Hrsg.), *Feuerbach Ludwig, 19. Briefwechsel 3. (1845-1852),* Berlin, Akad. Verlag, 1993, p. 250.

[337] Sur cette rencontre, voir : Amrein Ursula (Hrsg.), *Gottfried Keller. Handbuch. Leben-Werk-Wirkung*, Stuttgart, J. B. Metzler Verlag, 2016, p. 327.

[338] Sur ce réseau, voir : Bechtold Jakob, *Gottfried Kellers Leben. Seine Briefe und Tagebücher. Zweiter Band: 1850-1861,* Berlin, Verlag von Wilhelm Herz, 1894, p. 14. Le 15 avril 1865, les fiançailles de

un échec : en août 1868, profitant d'un séjour à Berlin, Anna Piaget quitte le domicile conjugal, et le divorce est prononcé en 1874[339]. Fanny Piaget est aussi la sœur d'Emma Herwegh (1817-1904), mariée au révolutionnaire et poète allemand Georg Herwegh (1817-1875).

Hirsch se révèle être un homme de réseau, qu'il sait mobiliser pour accéder à des opportunités professionnelles. En 1852, Gottfried Keller le recommande à Wilhelm Baumgartner (1820-1867), compositeur suisse, comme précepteur, poste qu'il occupe alors auprès de Fanny Piaget[340]. Hirsch parvient à revenir à sa passion première, l'astronomie, en rejoignant l'Observatoire de Vienne, où il travaille pendant près de trois ans, et présente, en 1855, une étude sur l'éclipse solaire de 1860[341]. En 1858, on le retrouve en tant que précepteur à Venise. Il parvient ensuite à intégrer l'Observatoire de Paris où il est engagé par Urbain Le Verrier (1811-1877)[342] grâce à la recommandation de Karl Littrow (1811-1877), directeur de l'Observatoire de Vienne[343]. Dans une lettre de février 1858 à Le Verrier, Hirsch évoque son parcours et ses capacités scientifiques, indiquant ne pas se considérer comme un bon observateur :

« *Je connais bien la théorie et l'usage des instruments astronomiques, dans le temps j'ai pris part aux cours pratiques que mon maître, M. Encke de Berlin, donnait à ses écoliers, et pendant les trois ans que j'étais à Vienne, j'y ai aussi observé surtout à l'instrument de passage ; j'avais alors l'œil et l'oreille assez exercés et mon équation personnelle avec d'autres observateurs de Vienne n'était point considérable et assez constante. Pourtant, je ne prétends pas*

Adolphe Hirsch et d'Anna Piaget sont annoncées : BPUN, OBSE-102.1. Le mariage est officialisé le 26 septembre 1865 : « Registre des mariages », AEN, EC-166.

[339] Le 27 mars 1874, le divorce est prononcé pour abandon de domicile d'Anna Piaget, qui retourne à Berlin le 3 août 1868 : AEN, EC-169.

[340] Lettre de Gottfried Keller à Wilhelm Baumgartner, juillet 1852, Bechtold J…., p. 207.

[341] Lettre de Karl Littrow à Urbain Le Verrier, 26 mai 1858, Bibliothèque de l'Institut de France, cote Ms 3711, p. 223. Hirsch Adolphe, « Vorausberechnung der totalen Sonnen-Finsterniss am 18 Juli 1860 : mit 3 Karten », *Sitzung Bericht der kaiserlichen Akademie der Wissenschaft*, 19, 1856, pp. 195-225. Cette étude est corrigée, deux années après, du fait de l'utilisation de nouvelles données : Hirsch Adolphe, « Über die SonnenFinsterniss am 18. Juli 1860 », *Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, 30, 1858, pp. 200-204. Cette modification donne lieu à plusieurs échanges de correspondance entre Hirsch et Littrow conservés à la *Wienbibliothek im Rathaus*, dans la collection de manuscrits : Handschriftensammlung, Briefe von Adolphe Hirsch (H.I.N.-158525 u.a.). Ce travail ne débouchera pas sur une thèse de doctorat et Hirsch n'est pas inscrit à l'Université pour y réaliser un doctorat.

[342] La correspondance entre Le Verrier et Hirsch se trouve à la Bibliothèque de l'Institut de France à Paris, dans le fonds Ms 3711. Pour une biographie de Le Verrier, voir : Lequeux James, *Le Verrier : Savant magnifique et détesté*, Paris, L'Observatoire de Paris, 2008.

[343] Le dossier de recrutement d'Adolphe Hirsch à l'Observatoire de Paris comprend quelques lettres de Karl Littrow à Urbain Le Verrier, Bibliothèque de l'Institut de France, cote Ms 3711, pp. 218-224.

d'être un bon observateur dans le sens que je ne possède toute la facilité, la sûreté et la promptitude d'observation, que l'on n'acquiert que par une longue familiarité avec ses instruments. »[344]

En mars 1858, en route pour Paris afin d'y occuper sa nouvelle fonction, Hirsch fait une halte à Neuchâtel pour examiner la question de la fondation d'un observatoire. Sa trajectoire illustre les difficultés de l'époque pour s'établir dans le domaine de l'astronomie, ainsi qu'un antisémitisme latent qui a compromis ses chances d'obtenir un poste permanent à Vienne[345]. Il convient de noter que cet antisémitisme touche également Hirsch au cours de sa carrière à Neuchâtel, en particulier en 1887, lorsqu'il critique la fondation de la Fédération horlogère. Selon lui, cette initiative risque de perturber le bon fonctionnement de l'industrie horlogère en provoquant une hausse des salaires, entraînant à son tour une augmentation du prix des pièces. Ses propos déclenchent alors une campagne de caricatures à caractère antisémite mettant en doute ses connaissances de l'économie et l'utilité de l'Observatoire (figure 10)[346].

Conscient de l'opportunité que représente son poste à Paris, Hirsch reste modeste quant à ses prétentions salariales, comme il l'exprime à Urbain Le Verrier : « *Je tiens plutôt à l'honneur de travailler sous votre direction que de chercher une récompense équivalente des travaux que vous me confieriez.* »[347] Hirsch manifeste ici une certaine propension à flatter ses supérieurs tout en adoptant un comportement nettement plus autoritaire envers ses subalternes, traits qui se confirmeront par la suite. Ce point sera d'ailleurs relevé quelques années plus tard par le philosophe et géodésien américain Charles Peirce (1839-1914), qui décrit Hirsch comme un homme de pouvoir, « [qui] *soutient celui qui est fort et combat le faible* », dans le cadre de l'Association internationale de géodésie[348]. Cette tendance se retrouve

[344] Lettre d'Adolphe Hirsch à Urbain Le Verrier, 9 février 1858, Bibliothèque de l'Institut de France, cote Ms 3711, p. 220.

[345] Lettre de Karl von Littrow à Urbain Le Verrier, 19 janvier 1858, Bibliothèque de l'Institut de France, cote Ms 3711, p. 218.

[346] Sur ce point, voir le dossier conservé au Château et Musée de Valangin, 6551 – val. Voir aussi : Anonyme, « La science de l'économie politique et……. M. le Dr Hirsch ! », *La Solidarité horlogère*, 8, 19 février 1887, p. 1.

[347] Lettre d'Adolphe Hirsch à Urbain Le Verrier, 4 avril 1858, Bibliothèque de l'Institut de France, cote Ms 3711, p. 219. Dans sa lettre de candidature à Urbain Le Verrier, Hirsch explique le privilège que cela serait de servir à l'Observatoire de Paris : Lettre d'Adolphe Hirsch à Urbain Le Verrier, 9 février 1858, Bibliothèque de l'Institut de France, cote Ms 3711, pp. 220-224.

[348] Lettre de Charles Sanders Peirce à Sarah Mills, 2 novembre 1877, traduction personnelle de la transcription de Sara Barrena, Projet de recherche « La correspondance du troisième voyage en Europe

Figure 10. Caricatures antisémites d'Adolphe Hirsch, La Solidarité horlogère, 8, 19 février 1887, p. 1. © Château et Musée de Valangin.

également dans sa gestion quotidienne à l'Observatoire, où il instaure un strict régime de contrôle sur ses employés, comme nous le verrons ultérieurement.

Le choix d'un astronome allemand reflète les difficultés à recruter un personnel qualifié en Suisse. Le nombre d'observatoires y est limité, et les opportunités de former de jeunes astronomes restent rares. À cette époque, quelques observatoires existent en Suisse, mais des figures comme Rudolf Wolf ou Émile Plantamour (1815-1882), directeur de l'Observatoire de Genève, sont davantage des exceptions que la norme. Entre Berne, Zurich, Bâle et Genève, la formation d'une relève demeure encore fragmentaire[349]. Hirsch illustre le cas de cette diaspora allemande qui, après la Révolution de mars 1848, trouve refuge en Suisse et contribue au développement des domaines technico-scientifiques[350]. Hirsch dispose d'un réseau familial et relationnel solide, ainsi que d'un contexte scientifique suisse favorable, ce qui éclaire la manière dont un jeune astronome, sans position établie, a pu accéder au poste de directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel.

Grand voyageur, Hirsch semble doté d'un talent certain pour l'apprentissage des langues, comme le souligne Karl Littrow : « *Après avoir étudié l'astronomie sous Encke à Berlin, il a fait des voyages par une grande partie de l'Europe et possède, je crois, assez de connaissances dans les langues tant classiques que vivantes.* »[351] Charles Peirce évoque cette faculté dans une lettre adressée à sa mère : « *Hirsch me rappelle beaucoup Hilgard* [probablement Julius Hilgard (1825-1891), scientifique et topographe américain]*; il a le même calibre, la même intelligence générale, il parle également bien l'anglais, le français, & l'allemand, il est également adroit, il est au même degré un gentleman.* »[352] Sa maîtrise linguistique lui permettra d'effectuer une vaste carrière au niveau international.

---

de Charles S. Peirce (septembre-novembre 1877) » (PIUNA 2016-2018), Université de Navarre, https://www.unav.es/gep/Havre02.11.1877En.html, consulté le 04.04.2025.

[349] Pour une introduction au champ astronomique en Suisse au milieu du XIXe siècle, voir : Golay Marcel, « L'astronomie… » ; Steinlin Uli, « Astronomie », *DHS*, version du 21.09.2006, traduit de l'allemand. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/008255/2006-09-21/, consulté le 14.07.2021. Sur le petit observatoire de Bâle, voir : Bonjour Edgar, *Die Universität Basel von den Anfängen bis zur Gegenwart, 1460-1960*, Bâle, Helbling & Lichtenhahn, 1960, pp. 755-757.

[350] Urner Klaus, *Die Deutschen in der Schweiz: Von den Anfängen der Kolonienbildung bis zum Ausbruch des Ersten Weltkrieges*, Frauenfeld, Stuttgart, Huber, 1976.

[351] Lettre de Karl Littrow à Urbain Le Verrier, 19 janvier 1858, Bibliothèque de l'Institut de France, cote Ms 3711, p. 218.

[352] Lettre de Charles Sanders Peirce à Sarah Mills, 2 novembre 1877, traduction personnelle de la transcription de Sara Barrena, Projet de recherche « La correspondance du troisième voyage en Europe

Hirsch participe activement à diverses commissions dans les domaines de la métrologie et de la géodésie, jouant un rôle clé dans le développement de cette dernière discipline en Suisse et son intégration au réseau international. En réponse aux sollicitations du général prussien Johann Jacob Baeyer (1794-1885), adressées le 7 juillet 1861 au Conseil fédéral et proposant une coopération internationale pour relier les triangulations géodésiques nationales, Hirsch est nommé membre de la Commission géodésique suisse[353]. Il y siège aux côtés du général Dufour (1787-1875), de l'ingénieur Heinrich Denzler (1814-1876), du mathématicien et géodésien Élie Ritter (1801-1862) et de Rudolf Wolf, alors à l'École polytechnique fédérale de Zurich[354]. Cette commission, où Hirsch occupe le poste de secrétaire jusqu'en 1892, tient sa première réunion le 11 avril 1862 à l'Observatoire de Neuchâtel[355]. Hirsch s'implique particulièrement dans ce projet, qu'il soutient activement dès sa création. Son intervention lors de la 45e session de la Société suisse des sciences naturelles, tenue à Lausanne du 20 au 22 août 1861, en témoigne : « [Il] *estime que la Société doit donner à ce projet plus qu'un appui moral* […]. *M. Hirsch propose que la Société nomme une commission chargée de suivre cette affaire.* »[356] Il est notable que, en seulement deux années de présence en Suisse, Hirsch ait déjà atteint une position lui permettant de proposer la création d'une commission fédérale. À l'inverse, Émile Plantamour, directeur de l'Observatoire de Genève depuis 1839, ne rejoint la commission qu'à la suite du décès d'Élie Ritter[357]. Illustrant sa vision et son influence, Hirsch propose lors de la première séance l'acquisition d'un instrument universel de « Ertel & Sohn » plutôt qu'un théodolite ordinaire, orientant ainsi les choix

de Charles S. Peirce (septembre-novembre 1877) » (PIUNA 2016-2018), Université de Navarre, https://www.unav.es/gep/Havre02.11.1877En.html, consulté le 04.04.2025.

353 Gautier Raoul, « Exposé historique des travaux de la Commission géodésique suisse de 1862 à 1892 », *BSSNN*, 21, 1892-1893, pp. 35-69, p. 40.

354 Delaharpe Jean-Jacques et Dufour Louis, « Deuxième Assemblée générale », le 22 août 1861, *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* = Actes de la Société helvétique des sciences naturelles = Atti della Società elvetica di scienze naturali], 45, 1861, pp. 28-30, p. 29.

355 Voir le procès-verbal de la première séance : Général Dufour, Denzler Heinrich, Wolf Rudolf et Hirsch Adolphe, « Procès-verbal de la séance de la Commission géodésique, nommée par la Société helvétique des sciences naturelles », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 129-139.

356 « Compte-rendu de la 45e session de la Société suisse des sciences naturelles réunie à Lausanne, les 20, 21 et 22 août 1861 », *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* [Actes de la Société helvétique des sciences naturelles] ou [Atti della Società elvetica di scienze naturali], 45, 1861, p. 30.

357 Élie Ritter décède le 17 mars 1862, soit moins d'un mois avant la séance constitutive de la Commission géodésique le 11 avril, et est alors remplacé par Émile Plantamour : Général Dufour, Denzler Heinrich, Wolf Rudolf et Hirsch Adolphe, « Procès-verbal de la séance de la Commission géodésique, nommée par la Société helvétique des sciences naturelles », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 129-139, p. 129.

instrumentaux de la commission[358]. Nommé président de cette dernière en 1893, Hirsch occupe cette fonction jusqu'à sa mort en 1901[359].

Dès 1863, Hirsch représente la Suisse au sein de la *Mitteleuropäische Gradmessung*, issue de l'initiative de Johann Jacob Baeyer. Il y occupe d'abord le poste de secrétaire francophone, avant de devenir secrétaire perpétuel en 1886[360]. Cette association changera de nom au fil des adhésions de différents pays, devenant l'*Europäische Gradmessung* en 1867, puis l'Association internationale de géodésie en 1887[361]. Adolphe Hirsch occupe également le poste de secrétaire du Bureau international des poids et des mesures (BIPM) dès la fondation de ce dernier en 1875 à laquelle il a activement contribué, comme le souligne Charles-Édouard Guillaume (1861-1938) : « *Pendant toute la période préparatoire, Hirsch montra une si grande activité, un esprit si clairvoyant, et s'identifia si bien avec l'œuvre commune, qu'il fut, par un vote unanime, choisi comme secrétaire du nouveau comité.* »[362] Ainsi, le directeur d'un modeste observatoire suisse accéda à une position de premier plan au sein du BIPM, chargé de « l'étude et la réalisation des étalons de haute précision », démontrant son envergure internationale[363]. Hirsch joue donc un rôle majeur dans l'organisation des sciences et la standardisation des mesures. Cette activité prolifique entraîne un emploi du temps particulièrement chargé. Dès 1863, il participe régulièrement à des congrès internationaux, généralement organisés en automne, qui l'éloignent de Neuchâtel pendant des périodes allant d'un à deux mois selon les circonstances. Parallèlement, il s'investit dans la vie scientifique neuchâteloise, notamment en tant que membre régulier de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel[364].

L'ensemble de ses occupations permet à l'Observatoire de s'intégrer à un vaste réseau international, tout en exigeant un travail important de rédaction de rapports et de procès-verbaux, ainsi qu'une correspondance abondante

[358] Général Dufour, Denzler Heinrich, Wolf Rudolf et Hirsch Adolphe, « Procès-verbal de la séance de la Commission géodésique, nommée par la Société helvétique des sciences naturelles », *BSSNN*, 6, 1861-1862, p. 135.

[359] « Procès-verbal de la 45e séance de la Commission géodésique suisse tenue au Palais fédéral à Berne », *BSSNN*, 29, 1900-1901, annexe no 4.

[360] LeGrandRoy Eugène, « Adolphe Hirsch », *BSSNN*, 29, 1900-1901, pp. 3-35, pp. 14-15. Pour les débuts de la *Mittel-Europaïsche Gradmessung*, voir : Schiavon Martina, *Itinéraires de la précision…*, pp. 66-68.

[361] Schiavon Martina, *Itinéraires de la précision…*, 125.

[362] Guillaume Charles-Édouard, « Adolphe Hirsch », *La Nature,* 1459, 1901, pp. 383-384.

[363] Schiavon Martina, *Itinéraires de la précision…*, 128.

[364] Voir la bibliographie en fin d'ouvrage pour les interventions de Hirsch à la SSNN.

avec des astronomes et des géodésiens du monde entier[365]. Soulignons ici que la place de Hirsch dans ces associations est encore largement méconnue et mériterait une étude qui dépasse le cadre de nos travaux[366].

Par ailleurs, Hirsch est professeur d'astronomie et de physique du globe dès la fondation de la Seconde Académie en 1866, et ce, jusqu'à sa mort[367]. Entre 1873 et 1882, il préside la Faculté des sciences[368]. Lors de la réouverture de l'Académie, il est particulièrement engagé dans sa mise en place[369].

Ainsi, Hirsch arrive à Neuchâtel doté d'un réseau important, d'une expérience dans plusieurs observatoires et d'une certaine pratique de l'observation méridienne.

2.2.3 La précision « au pays des brouillards »

Au cours du mois de mars 1858, Hirsch rédige un rapport sur la création d'un observatoire à Neuchâtel, qu'il soumet au Conseil d'État le 31 mars[370]. Dans son étude, Hirsch analyse le travail préparatoire réalisé par Ladame, ainsi que par le comité composé de Desor, Vouga et Favre. Il y aborde divers aspects du projet, notamment l'orientation à donner à l'initiative, le choix

[365] La correspondance de Hirsch, en sa qualité de géodésien et de secrétaire des associations internationales, est principalement conservée aux Archives de l'État de Neuchâtel (AEN), à la Bibliothèque publique et universitaire de Neuchâtel (BPUN), aux Archives fédérales de Berne, ainsi qu'au Bureau international des poids et mesures à Paris, aux archives de l'Académie des sciences naturelles de Berlin et à la bibliothèque de Cambridge. Concernant ces fonds d'archives, voir : AEN, fonds 2IND-1 à 2IND-5 ; BPUN, fonds PV 137, comptes-rendus des séances de l'association géodésique internationale (1877-1886) ; aux Archives fédérales, fonds E88 1000/1167, BD1, E88/3 ; E89 1000/1172, BD23, E89/119 ; BIPM, fonds Hirsch ; Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, fonds ABBAW, Sternwarte, Nr.206, Cambridge Library, fonds RGO 7/148.

[366] Ainsi, lorsqu'il s'agit d'établir le lien entre la Suisse et les organisations internationales, Gees omet de mentionner le rôle de Hirsch dans les domaines de la géodésie et de la métrologie, se concentrant plutôt sur les secteurs des télécommunications et des transports au milieu du XIXe siècle : Gees Thomas, « La Suisse et les organisations internationales », Halbeisen Patrick, Müller Margrit et Veyrassat Béatrice (éd.), *Histoire économique de la Suisse au XXe siècle,* Neuchâtel, Livreo-Alphil, 2021, pp. 1197-1224.

[367] Sur la seconde Académie, voir : Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel…* Hirsch accepte par courrier du 20 octobre 1866 sa nomination en tant que professeur d'astronomie et de physique du globe : Lettre d'Adolphe Hirsch au Conseil d'État de la République et Canton de Neuchâtel, 20 octobre 1866, AEN, 2UNI-5.

[368] Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel…*, p. 591.

[369] Notons que Hirsch manque régulièrement les débuts de semestre en raison de ses engagements internationaux. Sur ce point, voir notamment la correspondance avec le rectorat conservée aux AEN, 2UNI-6.

[370] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588.

du site, la conception du bâtiment, la sélection des instruments à acquérir, l'identification des fabricants à contacter et l'organisation du travail. En introduction, Hirsch précise les motivations et l'objectif de sa démarche :

« *J'ai trouvé cette affaire assez avancée d'abord par le mémoire de M. le professeur Ladame, et ensuite par le rapport du Comité, composé de MM. les professeurs Desor, Vouga, docteur, et Louis Favre. Tous les deux ont très bien envisagé les points principaux, mais ils diffèrent essentiellement sur les proportions qu'ils proposent de donner à cet établissement, sur son organisation et sur l'évaluation des frais qu'il entraînerait. Il s'agit donc maintenant de déterminer d'une manière définitive l'échelle d'après laquelle il faudrait construire et monter l'observatoire pour qu'il réponde complètement au but que vous avez en vue, il s'agit de déterminer ensuite l'emplacement le plus convenable, le plan de construction, enfin le nombre et la nature des instruments scientifiques dont il faudrait le garnir.* »[371]

En premier lieu, il explique de quelle manière l'institution sera en mesure de soutenir l'industrie horlogère :

« *Le but principal de l'institution que vous voulez fonder est de déterminer le temps d'une manière scientifique et appropriée aux besoins de l'industrie horlogère et de pouvoir fournir des tables de réglage aux chronomètres de marine. En effet, les moyens que les horlogers emploient ordinairement pour régler leurs montres ne sont point exacts et rationnels ; car on se borne presque toujours à consulter des régulateurs qu'on suppose infaillibles ; mais c'est là une supposition inadmissible, car ces pendules, quelques bonnes qu'elles soient, ont toujours quelques irrégularités de marche qu'il faudrait connaître, si l'on veut s'en servir comme de régulateur. Il est vrai que, tant à La Chaux-de-Fonds qu'au Locle, on a de petits instruments avec lesquels on observe le Soleil pour trouver le temps de midi ; mais ces appareils et toute cette méthode de déterminer le temps ne suffisent point aux besoins de l'horlogerie.* »[372]

L'insuffisance des moyens employés jusqu'ici justifie la création d'un observatoire capable d'assurer un haut niveau de précision, à condition que certaines exigences soient respectées :

[371] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, pp. 1-2.
[372] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588,.p 2.

« *Premièrement, que l'Observatoire de Neuchâtel ait réellement les moyens nécessaires pour pouvoir faire la détermination du temps avec le même degré d'exactitude que l'on atteint dans les meilleurs observatoires, ou enfin, avec toute la précision que comporte l'état actuel de la science ; et en second lieu, il faut que votre observatoire, sans avoir la prétention de devenir un des grands centres de l'astronomie, soit pourtant à même de produire des observations scientifiques, pour pouvoir prendre un rang parmi les observatoires connus dans le monde scientifique ; car sans cela les tables de réglage qu'il fournirait aux chronomètres de vos horlogers ne posséderaient point l'autorité suffisante auprès des acheteurs, quoiqu'elles le méritassent cependant, et ainsi vous auriez manqué le but que vous vouliez atteindre.* »[373]

Le projet prend ainsi une nouvelle dimension, intégrant une composante de recherche astronomique afin d'insérer l'observatoire dans le réseau international des institutions similaires. Cette nécessité de développer une activité astronomique au service de la mission initiale est explicitement formulée pour la première fois, bien que le Conseil d'État et le deuxième rapport aient déjà exprimé leur ambition de promouvoir les sciences à Neuchâtel. Cette approche démontre la compréhension des enjeux par Hirsch. En ce qui concerne la détermination de l'heure, il préconise la création d'un observatoire à la pointe de la technologie, capable de rivaliser avec les principales institutions internationales actives dans ce domaine, en atteignant « *toute la précision que comporte l'état actuel de la science* ». Pour Hirsch, l'excellence doit se concentrer sur un seul objectif : la mesure du temps. Cependant, Hirsch est conscient de l'insuffisance de cet aspect isolé : sans la réalisation d'observations astronomiques, le directeur de l'établissement serait réduit à délivrer des certificats dont la qualité ne pourrait être véritablement reconnue. Il en déduit que la précision horlogère ne peut être garantie sans des compétences scientifiques validées par les pairs. Selon Hirsch, l'institution a la capacité de garantir la précision de ses observations, à condition de répondre aux exigences scientifiques de la discipline : « *il suffit de munir l'observatoire, en outre de la lunette méridienne* [cercle méridien]*, d'une machine parallactique, dont on pourrait se passer, si l'on voulait renoncer à toute observation scientifique autre que la détermination du temps.*

[373] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 3.

En proposant l'un et l'autre de ces deux instruments, les deux projets qui vous ont été présentés paraissent partager l'opinion que je viens de développer »[374].

Ainsi, la définition d'un observatoire repose, au moins en partie, sur la qualité de ses instruments scientifiques. La taille et la bienfacture des dispositifs sont particulièrement importantes, comme le souligne Adolphe Hirsch en insistant sur « *les dimensions et surtout la qualité nécessaire pour garantir le degré d'exactitude que la science demande aujourd'hui à l'observation* »[375]. En conclusion, Hirsch résume sa position :

« *Je suis donc d'avis que, pour bien exécuter votre intention, vous devriez monter votre observatoire de manière à ce qu'il possède les moyens strictement nécessaires, mais en même temps suffisants pour pouvoir faire la détermination du temps d'une manière parfaite, donner à vos horlogers un moyen sûr et facile pour contrôler chaque jour leurs régulateurs, livrer aux chronomètres de marine des tables de réglage exactes, enfin, produire des observations astronomiques irréprochables.* »[376]

Après avoir posé les principes généraux, Hirsch aborde plus en détail différents éléments dont il importe de tenir compte pour mettre en place une institution vouée à faire référence en matière de métrologie du temps. Selon le futur directeur, l'emplacement de l'Observatoire doit être soigneusement choisi pour assurer la réussite de sa mission[377]. Hirsch illustre à ce sujet les critères généraux à respecter : « [Il faut] *une tranquillité profonde, pour que l'observateur puisse toujours bien entendre la pendule ; l'assurance d'être garanti contre les secousses et les vibrations de toute sorte qui pourraient ébranler les instruments si sensibles dont il faudra se servir ; un horizon aussi libre que possible* »[378].

---

374 « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 4.

375 « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 4.

376 « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 5.

377 Plusieurs expériences malheureuses quant au choix d'un emplacement ont conduit certains observatoires à ne pas pouvoir fonctionner correctement en raison des perturbations atmosphériques ou d'un manque de stabilité, comme les déplacements des observatoires de Genève et de Zurich le montrent ; voir notamment : Wolf Rudolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz…* Pour l'étude de l'échec d'un observatoire, voir le cas d'Édimbourg étudié par Bryden : Bryden David John, « The Edinburg Observatory 1736-1811 : a story of failure », *Annals of Science*, 47, 5, pp. 445-474.

378 « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 5.

Parmi ces trois conditions, la dernière est néanmoins considérée comme moins essentielle, comme l'explique Hirsch dans son analyse : « Il vaut mieux que l'astronome soit obligé de renoncer quelquefois à une observation que de diminuer le degré d'exactitude de toutes les autres. »[379] Pour Hirsch, la qualité des conditions d'observation prime sur leur quantité. Cette priorité diverge des critères adoptés par d'autres observatoires, tels que celui de Pulkowa, où le directeur met l'accent sur la nécessité d'un horizon parfaitement dégagé afin de maximiser le nombre d'observations réalisables[380]. Cette conception justifie en partie le choix de Hirsch de privilégier le site de Neuchâtel, malgré l'existence d'autres lieux offrant un plus grand nombre de nuits propices à l'astronomie. Les astronomes redoutent avant tout les perturbations susceptibles d'altérer leurs instruments scientifiques, telles que les vibrations, qui peuvent fausser les mesures, ou la poussière, qui risque de détériorer les équipements. Par conséquent, il est impératif d'éviter les environs des clochers, des quartiers animés, des grandes routes ou de tout élément susceptible de compromettre la précision des observations. Parmi les quatre sites proposés dans la ville de Neuchâtel – Le Crêt, La Boyne, Le Petit-Pontarlier et la colline du Mail –, c'est ce dernier lieu qui est finalement choisi par la commission, avec l'approbation de l'astronome allemand[381]. Hirsch partage également sa vision concernant la construction du bâtiment. Selon lui, les anciens principes de conception, tels que l'idée de rapprocher les instruments du ciel en construisant en hauteur, sont désormais obsolètes. Il préconise plutôt de privilégier une stabilité maximale en ancrant solidement la structure dans un sol robuste[382].

Lors de la séance du Grand Conseil neuchâtelois du 18 mai 1858, la question du lieu suscite un débat animé parmi plusieurs députés, qui jugent insuffisants les arguments présentés par le Conseil d'État[383]. Ladame exprime sa crainte que « *cet emplacement se trouve trop éloigné pour les cours que le directeur pourra être appelé à donner, soit qu'il vienne les donner en ville,*

[379] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 6.

[380] Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire…*, p. 73 *sq*.

[381] « Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, nº 2, p. 10. « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 615.

[382] Sur les choix spatiaux et architecturaux pour la réalisation des observatoires, voir : Aubin David, « L'observatoire. Régimes de spatialité… » ; Markkanen Tapio, « The development of the classical observatory… ». Sur le contexte spatial de l'Observatoire de Neuchâtel : Schmidgen Henning, « Time and noise… ».

[383] Les débats sur le choix du site se trouve dans : « Assemblée du Grand-Conseil tenue au château de Neuchâtel », le 18 mai 1858, *BOGC*, Neuchâtel, 1858, 19, pp. 633-637.

soit que les élèves aillent à l'Observatoire [et] *désirerait que l'emplacement fut choisi au centre de l'industrie horlogère pour laquelle il est spécialement destiné : à La Chaux-de-Fonds* »[384]. D'autres députés craignent que le Mail soit trop loin de la ville pour le dépôt des chronomètres et que « *l'isolement dans lequel* [il] *se trouvera* […] *paraît offrir peu de sécurité pour les valeurs qui y seront renfermées* »[385]. Le conseiller d'État Aimé Humbert explique qu'« *on a dit qu'en plaçant l'Observatoire à Neuchâtel, c'était le mettre dans le pays des brouillards* »[386]. Il ajoute que « *l'idée de placer l'Observatoire aux Montagnes lui souriait, mais, après avoir examiné la question avec des personnes compétentes, il s'est convaincu que Neuchâtel était le point le plus convenable* »[387]. De plus, selon Henri Grandjean, le centre scientifique du canton est la ville de Neuchâtel, ce qui est un argument pour y positionner l'Observatoire afin « *qu'il acquière* [sic] *une renommée dans le monde scientifique, et à ce point de vue, c'est à Neuchâtel qu'il doit être placé* »[388]. Ce point n'est pas anodin. Durant toute sa vie, Hirsch a participé à la vie scientifique régionale, notamment en suivant les séances hebdomadaires de la SSNN[389]. Aussi, le choix de l'emplacement de l'établissement dépasse la seule considération de la qualité de son environnement pour l'observation astronomique, un critère qui aurait pu justifier l'installation de l'Observatoire à La Chaux-de-Fonds, où le nombre de nuits favorables est plus élevé. La présence des milieux scientifiques et politiques à Neuchâtel constitue sans nul doute un facteur déterminant qui incite Hirsch à privilégier cette option[390]. L'intéressé sait soigner ses relations et comprend l'intérêt de demeurer proche des centres de pouvoir, tout en bénéficiant d'une excellente desserte ferroviaire. Bien que cela ne soit jamais clairement mentionné, un autre facteur explicatif pourrait résider dans une volonté de se démarquer de l'industrie horlogère et d'éviter ainsi de s'implanter en plein cœur du pays horloger, ce qui aurait pu compromettre l'indépendance de l'institution. Comme nous le verrons

[384] « Assemblée du Grand-Conseil tenue au château de Neuchâtel », le 18 mai 1858, *BOGC*, Neuchâtel, 1858, 19, pp. 633-634.
[385] « Assemblée du Grand-Conseil tenue au château de Neuchâtel… », p. 636.
[386] « Assemblée du Grand-Conseil tenue au château de Neuchâtel… », pp. 634-635.
[387] « Assemblée du Grand-Conseil tenue au château de Neuchâtel… », p. 634.
[388] « Assemblée du Grand-Conseil tenue au château de Neuchâtel… ». Sur le contexte scientifique du milieu du XIXe siècle à Neuchâtel, voir : Ischer Adolphe et Gagnebin Samuel, « Sciences », Comité directeur du centenaire de la République neuchâteloise (éd.), *Le Pays de Neuchâtel : collection publiée à l'occasion du centenaire de la République*, Neuchâtel, P. Attinger, 8, 1948.
[389] Adolphe Hirsch rejoint la Société des sciences naturelles de Neuchâtel le 13 mai 1859, y participant activement jusqu'aux années 1890, lorsque son état de santé commencera à limiter sa présence, *BSSNN*, 5, 1859-1860, p. 45.
[390] Aubin David, « L'observatoire. Régimes de spatialité… », p. 62.

par la suite, Hirsch adopte régulièrement une certaine distance vis-à-vis des horlogers, un comportement qui semble corroborer cette hypothèse. Plusieurs historiens ont abordé la question du choix du site, par exemple Alfred Chapuis qui évoque une concurrence possible entre les centres de production horlogère « *pour ne pas provoquer de rivalité entre Le Locle et La Chaux-de-Fonds* [tout en tenant compte] *des intérêts du Val-de-Travers* »[391]. Ce dernier argument paraît peu convaincant, car la télégraphie diminue l'enjeu du choix du site pour recevoir le signal, bien qu'un accès aisé à l'établissement soit aussi un enjeu pour le dépôt des pièces d'horlogerie, comme le souligne Hirsch : « *Il ne faut pas non plus placer l'observatoire dans le désert, car, partout où on l'a fait, on a eu lieu de s'en repentir. L'accès de l'observatoire doit être facile ; il devra l'être d'autant plus dans le cas spécial que les propriétaires des chronomètres qui y seraient déposés auront intérêt à y aller plus souvent.* »[392]

Ainsi, des considérations scientifiques, politiques et économiques ont influencé le choix du site[393]. Il convient de noter que, dès le XX^e^ siècle, la localisation de l'Observatoire commence à subir les effets de l'expansion de la ville. L'achat de terrains autour de la colline du Mail devient alors nécessaire pour protéger l'institution. Cependant, ce n'est qu'à partir des années 1940 que cette situation est perçue comme véritablement problématique, conduisant à l'exploration d'alternatives telles que la Vue-des-Alpes ou la colline de Chaumont[394]. Pendant près d'un siècle, la colline du Mail a permis à l'Observatoire de remplir efficacement sa mission, démontrant la pertinence de ce choix. À cette période, la proximité d'une ville ou d'un lac n'est pas encore perçue comme un obstacle majeur pour les activités astronomiques[395].

Une fois le rapport sur la table du Conseil d'État, celui-ci déploie tous les efforts nécessaires pour accélérer la réalisation du projet. À ce moment, moins de deux ans après la tentative de contre-coup d'État royaliste de 1856, le pouvoir républicain demeure fragile et les institutions politiques sont encore en phase de structuration. Les débats autour de la Constitution s'éternisent, tandis que les républicains craignent de perdre leur majorité

[391] Chapuis Alfred, *Histoire de la pendulerie neuchâteloise*…, p. 422.
[392] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 6.
[393] Aubin David, « L'observatoire. Régimes de spatialité… », p. 64.
[394] Une station est installée sur la Vue-des-Alpes en 1957 pour pallier les brouillards automnaux qui limitent la fréquence des observations : RD 1957, p. 3.
[395] David Aubin date des années 1880 ce questionnement sur l'opportunité d'éloigner les observatoires des zones perturbatrices en imaginant de les situer sur les montagnes : Aubin David, « L'observatoire. Régimes de spatialité… », p. 55.

lors des élections prévues en 1858[396]. Les républicains redoutent alors une alliance de circonstance entre les indépendants, issus d'une scission avec leur propre camp, et les royalistes, une coalition qui pourrait compromettre la mise en œuvre de leur programme politique.[397]. Hirsch et Humbert soulignent à plusieurs reprises l'importance de faire adopter le rapport avant les élections de juillet 1858, afin de garantir l'avenir de l'Observatoire[398].

Avant même la validation politique du projet, Hirsch se met en relation avec plusieurs fabricants d'instruments scientifiques. L'astronome contacte essentiellement des fabricants germanophones, qui sont alors à la pointe dans le domaine de l'astronomie. Il tire parti de son réseau à Berlin, à Vienne et à Paris pour recommander des instruments de constructeurs réputés, tels que Georg Repsold (1804-1885) à Hambourg[399], Georg Ertel (1813-1863)[400] et Georg Merz (1793-1867) à Munich[401], Joseph-Thaddeus Winnerl (1799-1886), un Autrichien établi près de l'Observatoire de Paris[402], ainsi que Matthäus Hipp[403], un pionnier de l'électrotechnique en Suisse, travaillant à l'Atelier des télégraphes à Berne. Il s'agit, nous le verrons, d'une figure incontournable de l'Observatoire. Les échanges avec les fabricants permettent à Hirsch de présenter rapidement au Conseil d'État des devis, facilitant ainsi

396 Pour les enjeux entourant la constitution adoptée en 1858, voir : Barrelet Jean-Marc, *Histoire du Canton de Neuchâtel*…, pp. 43-46. Pour le contexte politique des premières années de la République neuchâteloise, voir : Humbert Aimé et Clerc John, *Alexis-Marie Piaget d'après sa correspondance et la république neuchâteloise de 1848 à 1858*, deux tomes, Neuchâtel, Attinger Frères, 1888 et 1895.

397 De nombreux échanges de lettres entre Aimé Humbert et Adolphe Hirsch permettent de constater cette inquiétude commune, voir aux AEN, sous 1TP-792 et 2IND-83.

398 Le 20 août 1858, Hirsch s'émeut ainsi de la situation politique neuchâteloise qui fait craindre selon lui une intervention fédérale : Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 20 août 1858, AEN, 2IND-83.

399 Koch Jürgen, *Der Hamburger Spritzenmeister und Mechaniker Johann Georg Repsold (1770-1830), ein Beispiel für die Feinmechanik im norddeutschen Raum zu Beginn des 19. Jahrhunderts*, thèse de doctorat non-publiée, Hambourg, 2001, Wolfschmidt Gudrun, « Repsold's meridian circles – from the first in 1802 to the modern computerized in 1967 », Belteki Daniel, Gressot Julien, Jeanson Loïc et Davoigneau Jean (éd.), « Une culture de la précision : les cercles méridiens aux XIXe et XXe siècles, une diversité d'ensembles instrumentaux pour des travaux partagés et convergents », *Cahiers François Viète,* III-14, 2023, pp. 101-140.

400 Preyss Carl, *Von Reichenbachs Werkstatt zum Ertel-Werk für Feinmechanik (1802-1962)*, Munich, Ertel-Werk f. Feinmechanik, 1962.

401 Kost Jürgen, *Wissenschaftlicher Instrumentenbau der Firma Merz in München (1838-1932)*, *Nuncius Hamburgensis*, Band 40, Hamburg, Tredition, 2015.

402 Duret Philippe, « Joseph Thadeus Winnerl, chronométrier (1799-1886) », *Bulletin de l'Association nationale des collectionneurs et amateurs d'horlogerie ancienne*, Paris, 1982, pp. 33-51.

403 Gressot Julien, « Mesurer le temps, construire la précision : Adolphe Hirsch et Matthäus Hipp », Soulu Frédéric et Turner Antony (éd.), *La Fabrique des instruments scientifiques, XVIIIe-XXe siècles*, Paris, Presses des Mines, 2024, pp. 173-198 ; Mestral Aymon de, *Mathias Hipp 1813-1893, Jean-Jacques Kohler 1860-1930, Eugène Faillettaz 1873-1943, Jean Landry 1875-1940*, Zurich, Institut d'études économiques, 1960, pp. 9-34 ; Weber Robert et Favre Louis, « Matthäus Hipp : 1813-1893 », *BSSNN*, 24, 1895-1896, pp. 211-239 ; Fallet Estelle, *La Mesure du temps*…, pp. 87-88.

la finalisation du rapport et la mise en œuvre du projet. Le 17 mai 1858, le projet passe devant le législatif cantonal[404]. Ce dernier considère que le dossier soulève certaines questions et « *décide que ce rapport sera renvoyé à une commission de cinq membres, et* […] *que cette commission fera son rapport demain* »[405]. Trois questions sont examinées par cette commission composée d'Henri Grandjean, d'Henri Jacottet, d'Aimé Humbert, de Balsiger et d'Ulysse Girard[406]. La première consiste à déterminer si la fondation d'un observatoire est réellement nécessaire. La deuxième vise à vérifier que les montants demandés sont en adéquation avec les besoins du projet. Enfin, la troisième porte sur la capacité des finances cantonales à supporter un tel investissement. La commission apporte une réponse affirmative à chacune de ces questions. Initialement, un crédit de soixante mille francs est prévu, financé par l'excédent budgétaire de l'année 1857 estimé à une centaine de milliers de francs[407]. Toutefois, la commission dépose un amendement à l'article premier du décret demandant que l'établissement œuvre uniquement pour les « *horlogers ou fabricants habitant le canton* » à la place de « *l'horlogerie de précision et des chronomètres de marine* […] *fabriqués dans le canton de Neuchâtel* »[408]. Cette modification vise à empêcher les horlogers d'autres cantons ou d'autres pays de faire fabriquer des produits sur le territoire cantonal afin de bénéficier indûment des services de l'Observatoire. Sans cette restriction, un horloger genevois, par exemple, pourrait assembler une partie de ses pièces à Neuchâtel pour obtenir les certificats délivrés par l'établissement. Cet aspect illustre clairement que l'Observatoire est perçu non seulement comme un instrument scientifique, mais aussi comme un levier commercial et un outil de politique économique, destiné à répondre à la concurrence.

Après ces vérifications et l'ajout de cette clause, le Grand Conseil approuve la fondation d'un « *Observatoire astronomique cantonal, approprié à la détermination scientifique du temps* »[409]. La demande des horlogers a donc été satisfaite, mais la portée du projet est élargie : l'Observatoire est également destiné à la recherche scientifique, garantissant que les

[404] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », pp. 605-626 ; « Rapport de la commission nommée dans la séance d'hier pour examiner le projet de décret relatif à la construction d'un Observatoire cantonal », Séance du 18 mai 1858, *BOGC*, Neuchâtel, 18, 1858, pp. 631-637.
[405] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 626.
[406] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 626.
[407] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 633. L'article 6 du décret prévoit un montant de soixante mille francs sur l'excédent budgétaire de 1857 (p. 625).
[408] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 626.
[409] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 633 et p. 637.

bulletins délivrés bénéficient de « *l'autorité suffisante* »[410]. Cependant, les ambitions en matière de recherche demeurent modestes, comme l'invoque Hirsch : « *Il va sans dire qu'avec ses moyens très limités d'instruments et de personnel, l'Observatoire de Neuchâtel ne pourra jamais avoir l'ambition de rivaliser avec les grands observatoires de premier et même de second rang.* »[411]

Ce passage d'une institution réservée exclusivement à des objectifs chronométriques vers une structure intégrant une vocation scientifique renforce, de facto, l'indépendance de l'institution vis-à-vis de l'industrie horlogère, bien que celle-ci reste au cœur de ses préoccupations. À cet égard, il apparaît que ce sont les standards de la culture astronomique qui structurent et orientent l'organisation de l'établissement. Dès la validation du décret de fondation, le 18 mai 1858, Hirsch procède à la commande des instruments scientifiques tandis que la construction de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel peut débuter.

2.3 Construire l'Observatoire

Depuis plusieurs décennies, les historiens des sciences se sont intéressés au rôle de l'espace dans les pratiques scientifiques, une orientation souvent qualifiée de « tournant spatial » ou *spatial turn*[412]. En prenant au sérieux les conditions spatiales de l'activité scientifique, les historiens explorent le champ de tension entre la prétention universaliste des savoirs scientifiques et les conditions de leur production, qui sont toujours

[410] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 11.

[411] Hirsch Adolphe, « Sur l'établissement de l'observatoire à Neuchâtel, son orientation et les premiers travaux d'installation », *BSSNN*, 5, 1858-1859, pp. 60-61.

[412] Sur le tournant spatial : Bert Jean-François et Lamy Jérôme, *Voir les savoirs. Lieux, objets et gestes de la science*, Paris, Anamosa, 2021 ; Withers Charles, « Places and the "spatial turn" in geography and in history », *Journal of the History of Ideas*, 70, 4, 2009, pp. 637-658 ; Finnegan Diarmid, « The spatial turn: geographical approaches in the history of science », *Journal of the History of Biology*, 41, 2, 2008, pp. 369-388 ; Livingstone David, *Putting Science in its Place: Geographies of Scientific* Knowledge, Chicago, University of Chicago Press, 2003 ; Gieryn Thomas, « What buildings do », *Theory and Society*, 31, 1, 2002, pp. 35-74 ; Smith Crosbie, Agar John (eds.), *Making Space for Science…* ; Livingstone David, « The spaces of knowledge: contributions towards a historical geography of science », *Environment and Planning D: Society and Space*, 13, 1995, pp. 5-34 ; Ophir Adi, Shapin Steven et Schaffer Simon (eds.), « The place of knowledge… » ; Shapin Steven, « "The mind is its own place": science and solitude in seventeenth-century England », *Science in Context*, 4, 1, 1990, pp. 191-218.

enracinées dans des contextes localisés[413]. Il s'agit en particulier de saisir comment la topographie des lieux de science influence les pratiques, en reconnaissant que l'agencement des instruments et l'organisation des espaces d'expérimentation constituent des facteurs essentiels à prendre en compte dans l'étude de l'histoire des sciences[414]. Dans ce contexte, l'intérêt pour les observatoires s'est intensifié depuis une vingtaine d'années, les spécialistes ayant mis en évidence que, malgré leur grande diversité, ces institutions partagent des traits communs liés à leur culture matérielle et à leurs méthodes de travail[415]. Comme nous le verrons, chaque aspect est conçu pour créer un espace dévolu à la réalisation d'une activité de haute précision à Neuchâtel. L'orientation et le positionnement du bâtiment, l'agencement des espaces de travail et de vie, l'emplacement des instruments scientifiques, la stabilité et l'assise de la structure, ainsi que son architecture, forment des éléments clés de la culture de la précision propre à l'institution.

Bien que la construction de l'Observatoire et la commande des différents instruments scientifiques se produisent concomitamment, nous allons d'abord nous intéresser au bâtiment. Cette approche se justifie par le fait que les instruments ne sont livrés qu'une fois la construction achevée, celle-ci représentant la première étape concrète réalisée in situ. Toutefois, une relation réciproque existe entre l'architecture et les appareils techniques. Les espaces sont principalement conçus pour répondre aux besoins des activités qu'ils doivent accueillir, mais ils sont également soumis à des contraintes qui en limitent les possibilités. Il convient de souligner que, lorsqu'on analyse une institution comme l'Observatoire, la spatialité et les constructions doivent être considérées comme des éléments constitutifs, voire comme des actants, pour reprendre le terme de Bruno Latour, de la culture de la précision. Dans cette perspective, ces aspects sont ici intégrés à l'analyse pour comprendre pleinement les pratiques quotidiennes liées à la mesure du temps.

---

413 Besse Jean-Marc, « Approches spatiales dans l'histoire de sciences et des arts », *L'Espace* géographique, 39, 3, 2010, pp. 211-224, p. 220.

414 Sur ces questionnements, voir : Shapin Steven, « The house of experiment… » ; Hannaway Owen, « Laboratory design and the aim of science: Andreas Libavius versus Tycho Brahe », *Isis*, 77, 1986, pp. 585-610 ; Galison Peter, « Bubble chambers and the experimental workplace », Achinstein Peter et Hannaway Owen (eds.), *Observation, Experiment and Hypothesis in Modern Physical Science*, Cambridge, Mass, MIT Press, 1985, pp. 309-373.

415 Voir Aubin David, « L'observatoire. Régimes de spatialité… » ; Nasim Omar, « Observatorium… » ; Lamy Jérôme, *L'Observatoire de Toulouse…*

2.3.1 Définir la méridienne

Construire un lieu voué à la science demande une attention particulière, une exigence encore plus prononcée dans le cas d'un observatoire, qui doit satisfaire des conditions spécifiques. Ces exigences sont décrites par Hirsch dans son rapport sur la fondation de l'établissement : « *Les principes qu'on suit aujourd'hui dans les constructions de ce genre sont tout autres que ceux qu'on suivait jadis ; on ne tâche plus de se rapprocher autant que possible du ciel que l'on veut observer ; au contraire, on se tient le plus près possible de la Terre, pour obtenir la plus grande solidité et pour échapper aux vibrations et aux ébranlements auxquelles les édifices élevés sont plus exposés que les autres* »[416].

Il est nécessaire de disposer d'une assise stable, avec un centre de gravité au plus près du sol. Hirsch s'inspire des principes de construction de l'Observatoire de Pulkowa, décrits par Friedrich Georg Wilhelm Struve (1793-1864), lequel représente une référence majeure en matière d'architecture scientifique au milieu du XIX^e^ siècle[417].

L'architecte cantonal Hans Rychner (1813-1869) est chargé d'ériger l'Observatoire de Neuchâtel[418]. Résidant à Neuchâtel depuis 1845, Rychner a réalisé plusieurs bâtiments scolaires en Suisse, notamment à Bienne, Boudry

---

[416] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 7.

[417] Struve décrit dans une publication les divers aspects liés à la fondation de l'Observatoire de Pulkowa. Ce compte rendu devient une source d'inspiration pour de nombreux astronomes. Il se distingue également par les moyens quasi illimités dont Struve bénéficie, lui permettant de concevoir et de développer une institution qu'il présente comme « *idéale* » : Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire…* Sur l'Observatoire de Pulkowa : Werrett Simon, « The astronomical capital of the world: Pulkovo Observatory in the Russia of tsar Nicholas I », Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth, Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Duke, Duke University Press, 2010, pp. 33-57 ; Dick Steven, « Pulkovo Observatory and the national observatory movement: an historical overview », *Symposium-International Astronomical Union*, 141, 1990, pp. 29-38 ; Williams Mari, « Astronomical observatories as practical space: the case of Pulkowa », James Frank (ed.), *The Development of the Laboratory: Essays on the Place of Experiment in Industrial Civilization*, Londres, Macmillan, 1989, pp. 118-136 ; Dvoichenko-Markov Eufrosina, « The Pulkovo Observatory and some american astronomers of the mid-19th century », *Isis*, 43, 3, 1952, pp. 243-246. Pour une description contemporaine de l'Observatoire de Pulkova, voir : Gould Benjamin, « An account of the observatory at Pulkowa », as written for the *North American Review*, juillet 1849. Sur Struve, voir : Batten Alan Henry, *Resolute and Undertaking Characters: the Lives of Wilhelm and Otto Struve*, Dordrecht, Reidel, 1988 ; Szanser Adam Jozef M., « F. G. W. Struve (1793-1864). Astronomer at the Pulkovo observatory », *Annals of Science*, 28, 4, 1972, pp. 327-346.

[418] Fröhlich Martin, « Rychner, Hans », *DHS*, version du 26.11.2010, traduit de l'allemand. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/029120/2010-11-26/, consulté le 25.08.2022 ; Castellani Zahir Elisabeth, « Rychner, Hans », Rucki Isabelle et Huber Dorothee (Hrsg.), *Architektenlexikon der Schweiz-19./20. Jahrhundert*, Bâle, Birkhäuser, 1998, p. 463.

et Cudrefin, ainsi que le temple allemand à La Chaux-de-Fonds. Il a également exercé en tant qu'architecte-vérificateur lors de la construction l'École polytechnique fédérale de Zurich en 1864. Compte tenu des spécificités liées à l'élaboration d'une institution scientifique de cette envergure, les échanges entre Rychner et Hirsch sont particulièrement nombreux. Ces communications détaillées permettent de suivre avec précision les étapes de la mise en place de l'Observatoire, reflétant l'attention minutieuse portée à chaque aspect du projet[419].

Le choix du site s'est arrêté, comme nous l'avons vu, sur la colline du Mail, qui présente l'avantage d'un substrat de roche calcaire stable et d'un environnement relativement calme. Lors d'une visite de la SSNN[420], Hirsch en décrit le cadre : « *L'Observatoire est situé à l'est de la ville, au Mail, dans une position assez éloignée des grandes routes et des habitations, pour que la poussière et la fumée ne puissent pas nuire à la lucidité de l'atmosphère et à la conservation des instruments, et pour que la tranquillité nécessaire aux observations astronomiques ne soit pas troublée* »[421].

Propriété de la bourgeoisie de Neuchâtel, les terrains de la colline du Mail font l'objet de discussions visant à trouver un accord pour leur cession, question traitée dans l'article 3 du décret de fondation : « *Le siège de l'Observatoire est fixé au Mail, dans le ressort du chef-lieu cantonal, moyennant que les autorités locales du chef-lieu s'engagent de leur côté aux prestations suivantes, savoir : a) La bourgeoisie de Neuchâtel, à la cession gratuite des terrains ; b) La municipalité de Neuchâtel, à l'ouverture et à l'entretien perpétuel d'une route d'accès, ainsi qu'à l'établissement d'une fontaine dans le voisinage de l'Observatoire.* »[422]

Dans sa séance du 1er juin 1858, « *le Conseil de Bourgeoisie, tout en adoptant en principe les conditions imposées à la Bourgeoisie de Neuchâtel par le décret du Grand Conseil en date du 18 mai, a chargé le Conseil administratif de pourvoir à leur exécution* »[423]. Ce dernier propose une rencontre au Conseil d'État pour procéder au piquetage du terrain[424]. Le tracé

[419] Les échanges entre Rychner et Hirsch sont répartis dans trois fonds des AEN : 2IND-8, 2IND-83, 1TP-792.
[420] Jusqu'en 1897-1898, le nom est « Société des sciences naturelles de Neuchâtel ».
[421] Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238, p. 228.
[422] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 624.
[423] Lettre du Conseil administratif de la Bourgeoisie de Neuchâtel au Conseil d'État, 2 juin 1858, AEN, 1TP-792, nº 11.
[424] Lettre du Conseil administratif de la Bourgeoisie de Neuchâtel au Conseil d'État, 2 juin 1858, AEN, 1TP-792, nº 11.

du chemin d'accès, quant à lui, fait l'objet de négociations avec la commune de Neuchâtel, aboutissant à un accord le 16 juillet 1858[425]. Ce chemin devient une source de conflit entre la bourgeoisie et la municipalité de Neuchâtel, la première considérant que le chemin empiète sur sa propriété. Pour résoudre cette dispute, la municipalité de Neuchâtel sollicite l'intervention du Conseil d'État[426]. Cet épisode met en lumière le fait que les intérêts communaux et ceux du canton ne coïncident pas toujours, ce qui complique parfois leurs relations. Un exemple notable en est l'installation d'une fontaine, qui nécessitera plus d'une décennie avant d'être finalement raccordée au réseau d'eau[427]. Ce phénomène s'explique par la réticence des autorités politiques communales, qui ne soutiennent alors la République et l'Observatoire que de manière timorée. Les enchevêtrements de compétences entre le pouvoir communal et cantonal compliquent la gestion de l'Observatoire, particulièrement dans ses premières années. Par la suite, bien que les relations se soient apaisées, les divergences d'intérêts persistent : la commune souhaite s'étendre vers la colline du Mail, tandis que les autorités cantonales cherchent à préserver la quiétude de leur établissement scientifique. Ces tensions imposent régulièrement des arbitrages pour concilier ces objectifs contradictoires[428].

Après l'acquisition du terrain, Hans Rychner supervise les opérations de nivellement, une étape indispensable pour assurer la stabilité des instruments scientifiques. Une fois le sol préparé, il est nécessaire d'orienter le bâtiment selon un axe est-ouest, permettant à la salle méridienne d'être dotée d'une ouverture alignée précisément sur une ligne nord-sud, essentielle pour l'exercice de l'astronomie méridienne[429]. Un grand soin est apporté à cette étape, bien que Hirsch note qu'une « *exactitude d'un degré* [pour] *la fixation du méridien est plus que suffisante* »[430]. Cette remarque souligne que la précision requise est déterminée par les besoins et le contexte. Cela explique pourquoi Hirsch confie cette tâche à l'architecte, insistant même pour qu'il s'en charge, comme il l'explique à Aimé Humbert : « *Je vois déjà*

[425] Fonds « La rue de l'Observatoire, 1858-1867 », G211.546, Archives de la ville de Neuchâtel.
[426] Lettre de la municipalité de Neuchâtel au Conseil d'État, 1er septembre 1858, AEN, 1TP-792, no 30.
[427] Hirsch ne cesse de souligner, dans ses rapports de directeur entre 1865 et 1869, l'absence persistante d'eau à l'Observatoire. Ce problème ne sera finalement résolu qu'en novembre 1869 après près de dix ans d'attente et d'échange, RD 1870, p. 3.
[428] Sur les liens, parfois conflictuels, entre développement urbain et espaces savants, voir : Aubin David, « The fading stars of the Paris Observatory… ».
[429] Cela explique pourquoi l'Observatoire cantonal de Neuchâtel n'est pas aligné sur le même plan que les autres constructions de la ville de Neuchâtel. Son orientation spécifique répond à des exigences scientifiques précises.
[430] Lettre d'Adolphe Hirsch à Hans Rychner, 2 juin 1858, AEN, 1TP-792, no 10.

que je n'obtiendrai pas facilement congé de M. Le Verrier ; je préfère donc que M. Rychner vienne ici ; mais, dans le cas qu'il ne croirait pas pouvoir se charger de l'orientation, je viendrai même s'il faut quitter tout à fait ma position actuelle. »[431] Le 2 juin 1858, Hirsch détaille l'opération à l'architecte, impliquant une méthode spécifique :

« *Cependant je ne doute pas que vous ne parviendriez à l'orientation si en particulier l'on met à votre disposition un chronomètre qui aurait été observé pendant environ une semaine à l'Observatoire de Genève. J'ai écrit à Monsieur Humbert de prier M. Grandjean de rendre ce service. Si maintenant vous êtes assez avancé au nivellement de l'emplacement de la construction pour faire l'orientation (il faut pour cela un jour clair, où le Soleil éclaire à midi, sans nuages) vous ferez venir autant que possible un jour auparavant le chronomètre depuis Genève ; il devra être secoué le moins possible durant ce voyage et l'on fera bien d'éviter le chemin de fer. En même tems* [sic] *que le chronomètre, vous recevrez de l'observatoire de ce lieu la table de réglage au moyen de laquelle vous observerez la marche du chronomètre, c.à.d. que vous saurez pour un certain nombre de jours le tems* [sic] *que montrait le chronomètre lorsqu'il était midi à Genève d'où vous conclurez facilement quel tems* [sic] *il montrera le jour de l'orientation* [illisible] *du midi de Genève. Je vous indiquerai ensuite chaque jour de tems* [sic] *de Genève où le Soleil sera au méridien de Neuchâtel. Il vous suffira de dresser d'aplomb sur une surface plane placé horizontalement avec un niveau, un bâton, et l'ombre de ce bâton à l'instant désigné, vous donnera la ligne du Nord au Sud, et une ligne tiré* [sic] *perpendiculairement sur cette dernière, la direction de l'Est et de l'Ouest.* »[432]

Malgré ces explications, Rychner se montre réticent à l'idée de prendre la responsabilité d'effectuer lui-même la procédure : « *Je ne vous cache pas Monsieur que, quand même, je pourrais me charger de cette opération, j'aimerais cependant beaucoup mieux qu'elle fut faite par M. Hirsch lui-même.* »[433] Après discussion, un compromis semble avoir été trouvé avec l'utilisation par l'architecte de « *la méthode par le gnomon qui pourrait se faire d'ici la fin du mois à cause du solstice* »[434]. En revanche, « *la méthode par le chronomètre et le théodolite serait plus difficile et je ne me chargerais*

[431] Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 1er juin 1858, AEN, 1TP-792, no 9.
[432] Lettre d'Adolphe Hirsch à Hans Rychner, 2 juin 1858, AEN, 1TP-792, no 10.
[433] Lettre d'Hans Rychner à Georges Guillaume, 8 juin 1858, AEN, 1TP-792, no 12.
[434] Lettre d'Hans Rychner à Georges Guillaume, 24 juin 1858, AEN, 1TP-792, no 14.

guère de le faire tout seul»[435]. Le 29 juin, Rychner effectue une première orientation du bâtiment[436]. Au début du mois de juillet, Hirsch parvient à se libérer de ses obligations à Paris et se rend à Neuchâtel. Sur place, il vérifie la disposition du bâtiment en employant la méthode du chronomètre et du théodolite : « *J'avais fait faire par M. l'architecte Rychner, d'après mes instructions, une orientation provisoire, à l'époque du solstice d'été, par le moyen du gnomon, opération que j'ai vérifiée quelques semaines après.* »[437] Hirsch profite de son séjour pour « *régler une foule de détails qu'il aura à combiner avec* [Rychner] » sans toutefois en préciser explicitement la nature dans ses écrits[438].

Devançant d'éventuelles critiques quant à la précision de ce procédé, Hirsch justifie la démarche : « *Ce moyen assez imparfait était cependant suffisant, lorsqu'il ne s'agit que de mettre le bâtiment dans la direction du premier vertical à un ou deux degrés près, pour que l'ouverture, pratiquée dans une de ses salles, pût servir aux observations méridiennes.* »[439] Ainsi, une légère imprécision dans l'orientation générale du bâtiment ne constitue pas un obstacle majeur à l'obtention de données scientifiques. En revanche, lorsqu'il s'agit de positionner les piliers du cercle méridien, Hirsch supervise chaque étape avec une attention minutieuse, conscient du rôle crucial de cette installation sur la précision des observations :

« *Mais à présent, que l'on doit placer les piliers qui porteront l'axe du cercle méridien, il faut atteindre une exactitude beaucoup plus grande, puisque les vis appliquées à un des coussinets de cet axe, qui servent à corriger la déviation en azimuth* [sic] *et à placer l'axe optique de la lunette exactement au méridien, n'ont qu'un jeu très-restreint* [sic]. *Cette fois je me suis donc servi d'un instrument universel, comme l'appellent les Allemands, ou d'un théodolite astronomique, petit instrument, provenant de l'atelier de MM. Entel* [sic, il s'agit de Ertel] *et fils de Munich, qui jouit*

[435] Lettre d'Hans Rychner à Georges Guillaume, 24 juin 1858, AEN, 1TP-792, n° 14

[436] Lettre d'Hans Rychner à Georges Guillaume, 30 juin 1858, AEN, 1TP-792, n° 15.

[437] Hirsch Adolphe, « Sur l'établissement de l'Observatoire à Neuchâtel, son orientation et les premiers travaux d'installation », *BSSNN*, 5, 1858-1859, pp. 60-65, p. 62. Concernant la date du passage d'Adolphe Hirsch à Neuchâtel, les sources divergent. Toutefois, il semble que son déplacement ait eu lieu durant la première quinzaine de juillet, comme le suggère sa lettre à Aimé Humbert, datée du 27 juillet. Néanmoins, dans son premier rapport de directeur, rédigé le 30 mars 1861, il mentionne le mois d'août, ce qui entretient une certaine incertitude, voir : Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 27 juillet 1858, AEN, 1TP-792, n° 17 et : RD 1860-1861, p. 3.

[438] Lettre d'Hans Rychner à Georges Guillaume, 5 juillet 1858, AEN, 1TP-792, n° 16.

[439] Hirsch Adolphe, « Sur l'établissement de l'Observatoire à Neuchâtel, son orientation et les premiers travaux d'installation », *BSSNN*, 5, 1858-1859, pp. 60-65, p. 62.

d'une exactitude étonnante pour ses dimensions. Sitôt que l'obligeance d'un de nos artistes, de M. Grandjean du Locle, eût mis à ma disposition un chronomètre, je commençai les opérations, qui malheureusement ont été retardées par le mauvais temps que nous avons eu presque tout le mois passé. »[440]

Pour mener à bien cette tâche, un théodolite fabriqué par Ertel & Sohn est commandé en janvier 1859[441]. Concernant le matériau des piliers, Hirsch sélectionne du marbre d'Arvel, réputé pour sa stabilité[442]. La question centrale réside dans la méthode d'arrimage des piliers à la roche, afin d'éliminer tout risque de mouvement. Hirsch veille à ce que cette opération soit effectuée avec soin garantissant que le cercle méridien soit « *placé sur deux piliers en marbre d'Arvel, cimentés sur des blocs énormes de granit, qui eux-mêmes reposent sur le roc du Mail ; le tout entièrement isolé du plancher et du reste du bâtiment* »[443]. Hirsch indique avoir procédé à une analyse approfondie du sol destiné à supporter l'Observatoire : « *Nous avons choisi sur la colline du Mail des bancs sains de calcaire, sur lesquels on a placé directement les piliers, qui sont des monolithes d'un marbre très-homogène* [sic]*, cimentés sans aucune maçonnerie sur le rocher, dont ils sont, pour ainsi dire, la continuation.* »[444] Cette attention portée à tous ces éléments fournit à « *notre lunette méridienne une stabilité tout à fait exceptionnelle* »[445]. Lorsqu'il s'agit de faire le bilan du positionnement de ces dispositifs, Hirsch indique être pleinement convaincu de la réussite de cette importante étape[446].

[440] Hirsch Adolphe, « Sur l'établissement de l'Observatoire à Neuchâtel, son orientation et les premiers travaux d'installation », *BSSNN*, 5, 1858-1859, pp. 60-65, p. 62.
[441] Nous n'avons pas la date de la lettre d'Adolphe Hirsch (Brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, s.d., AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich, 1858-1860), mais celle de la confirmation de commande par Georg Ertel dans une lettre du 26 janvier 1859 : Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 26 janvier 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich, 1858-1860.
[442] Lettre d'Hans Rychner à Adolphe Hirsch, 6 juin 1859, AEN, 2IND-8.
[443] Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238, p. 232.
[444] Hirsch Adolphe, « Sur des mouvements observés dans les piliers de la lunette méridienne de Neuchâtel », *BSSNN*, 8, 1868-1869, pp. 171-179, p. 172.
[445] Hirsch Adolphe, « Sur des mouvements observés dans les piliers de la lunette méridienne de Neuchâtel », *BSSNN*, 8, 1868-1869, pp. 171-179, p. 172.
[446] Hirsch Adolphe, « Sur l'établissement de l'Observatoire à Neuchâtel, son orientation et les premiers travaux d'installation », *BSSNN*, 5, 1858-1859, pp. 60-65, p. 65.

2.3.2 L'architecture du bâtiment

Une fois le bâtiment correctement orienté et les piliers positionnés, la construction peut débuter. Depuis lors, de nombreuses modifications ont été apportées à l'édifice, rendant l'analyse des espaces de l'Observatoire complexe aujourd'hui (figure 11).

Heureusement, plusieurs plans d'époque permettent de reconstituer la forme initiale de la construction ainsi que son aménagement intérieur (figure 12)[447].

L'édification d'un observatoire obéit à des codes et des formes architecturales qui tendent à se standardiser au XIXe siècle[448]. Ces lieux de science, qui se multiplient au cours de la seconde moitié du XIXe siècle, sont pensés avant tout pour répondre aux besoins scientifiques et aux instruments qu'ils abritent, privilégiant ainsi leur fonctionnalité[449]. L'architecture, en tant que marqueur de la vocation de l'établissement, doit intégrer la rigueur inhérente aux pratiques scientifiques qui y sont menées. Par exemple, en 1810, Jean-Dominique Cassini IV (1748-1845), directeur de l'Observatoire de Paris entre 1784 et 1793, expose les principes devant orienter la conception et la réalisation d'un tel bâtiment : « *Un observatoire commode n'est point et ne peut être un monument d'architecture : toute décoration* […] *ne doit y être admise que dans le cas où elle ne nuit en rien à l'objet principal* […] *; il faut adopter le principe de ne rien épargner pour les instrumens* [sic] *et pour la solidité de leur assiette, mais d'user d'économie pour tout le reste.* »[450]

Ces principes architecturaux se retrouvent dans la conception de l'Observatoire de Neuchâtel, dont le style est volontairement sobre et dépourvu de fioritures. La structure est presque parfaitement symétrique, un équilibre perturbé par l'ajout d'une aile à l'est, destinée à loger le concierge-mécanicien, et par la fente méridienne, qui rompt le rythme régulier des

[447] Les plans de l'Observatoire sont conservés aux AEN, dans le fonds 2IND-85.

[448] Pour une comparaison des architectures des observatoires britanniques, voir : Morton-Gledhill Rowan, « The architecture of astronomy… ». Pour une étude de cas sur le rôle de l'espace dans la pratique et la réussite d'un observatoire, voir : Williams Mari, « Astronomical observatories as practical space: the case of Pulkowa », James Frank (ed.), *The Development of the Laboratory: Essays on the Place of Experiment in Industrial Civilization*, Londres, Macmillan, 1989, pp. 118-136.

[449] Aubin D, « L'observatoire. Régimes de spatialité… », p. 56.

[450] Cassini Jean-Dominique, *Mémoires pour servir à l'Histoire des Sciences et à celle de l'Observatoire Royal de Paris, suivis de la vie de J.-D. Cassini, écrite par lui-même, et des éloges de plusieurs Académiciens morts pendant la Révolution,* Paris, Bleuet, 1810, p. 63, cité dans : Aubin D, « L'observatoire. Régimes de spatialité… », p. 61.

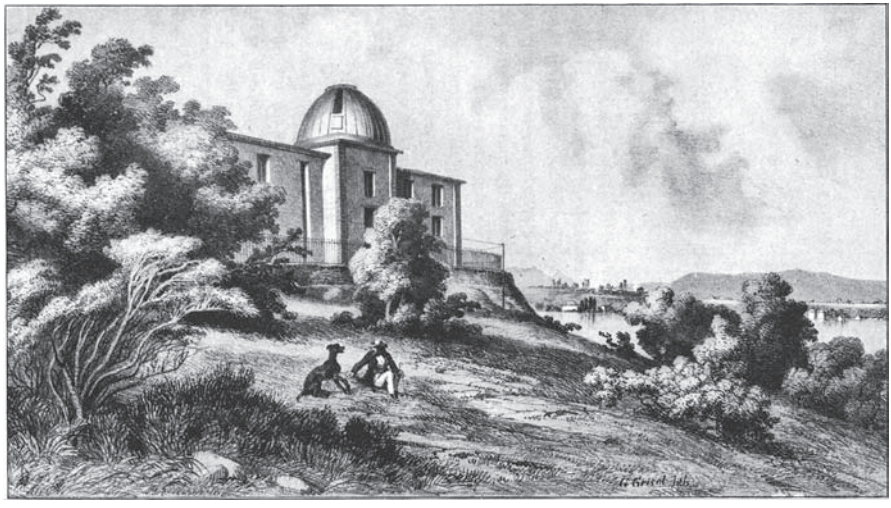


Figure 11. Lithographie d'Adolphe Hirsch et de son chien devant le bâtiment principal de l'Observatoire vu depuis le Sud. *Almanach de la République et canton de Neuchâtel pour 1861*, 1860, pp. 36-37.

ouvertures en façade. Cette sobriété architecturale traduit la vocation scientifique de l'Observatoire et a pour but de refléter l'ascèse du travail astronomique, rigoureux et méthodique[451]. Comme l'évoque l'architecte Charles-Henri Matthey à l'occasion du cinquantenaire de l'Observatoire, « *le caractère de l'édifice, sévère et sans prétention, est en harmonie avec la destination de l'établissement* »[452]. Retenons à ce stade que l'architecture est conçue pour incarner dans la pierre la culture de la précision scientifique de l'Observatoire. Elle signale au visiteur que ce lieu est consacré à la pratique de l'exactitude, jouant ainsi un rôle de marqueur social et spatial, ou de seuil, selon l'expression de Steven Shapin[453]. Cette intention se manifeste également dans l'aménagement intérieur des espaces.

[451] Sur des considérations générales sur l'architecture des divers bâtiments de l'Observatoire et particulièrement du Pavillon Hirsch, construit au début du XX^e^ siècle, voir : Piguet Claire, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel… ». Sur le rôle de l'architecture comme marqueur de frontière, voir : Livingstone David, « The spaces of knowledge… », p. 11.

[452] Matthey Charles-Henri, « Chapitre V : Les constructions », Quartier-la-Tente É., *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912*…, p. 96.

[453] Shapin Steven, « The house of experiment… », p. 373.

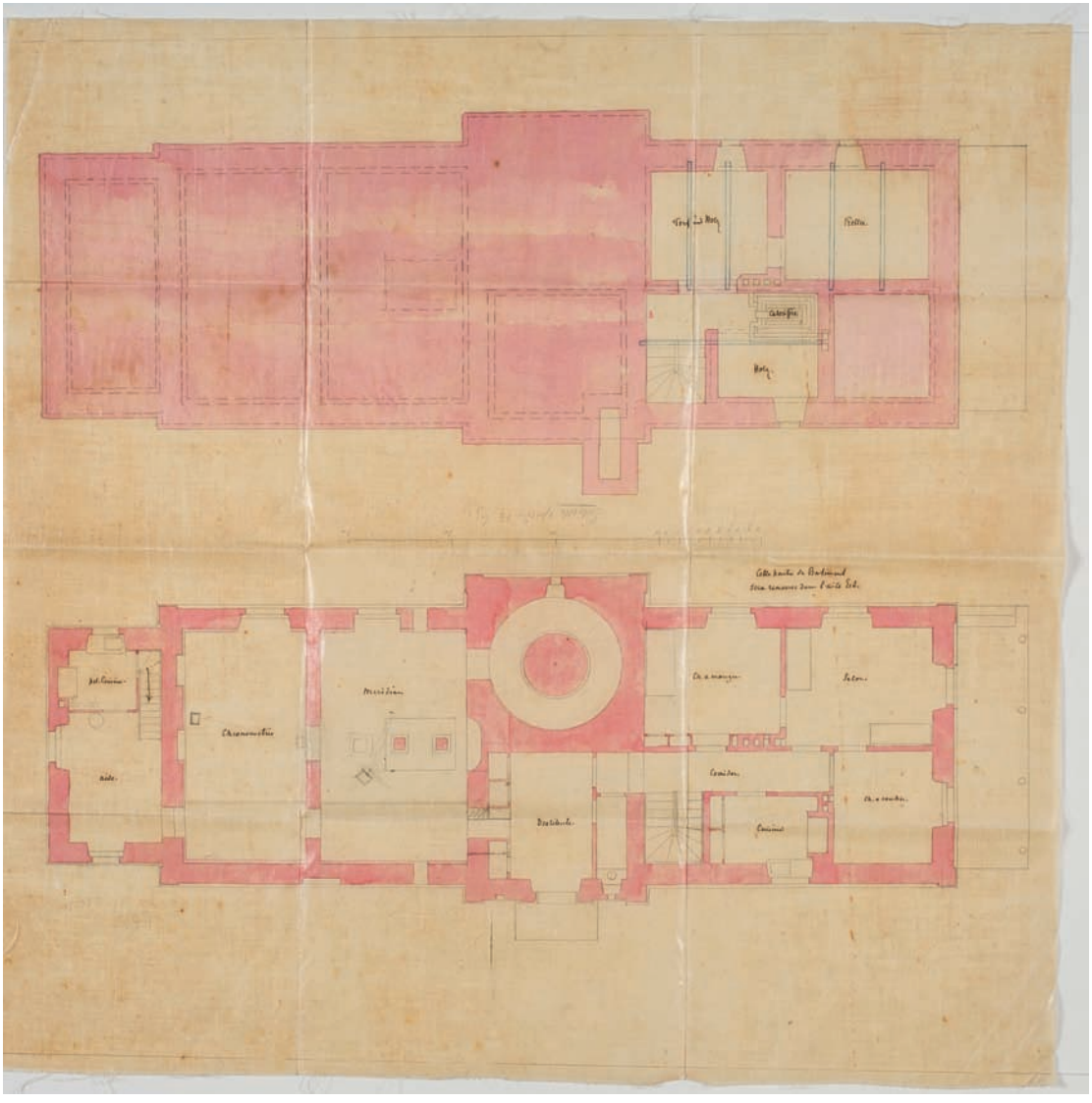


Figure 12. Plan de 1858. © AEN, 2IND-85.

L'agencement interne de l'institution revêt une grande importance, car la configuration des pièces doit accueillir et permettre l'activité scientifique. Tout d'abord, constatons le mélange entre lieux privés et professionnels. Les parties dévolues à la pratique scientifique sont encadrées par l'appartement de l'aide dans l'aile ouest et par celui du directeur à l'est. En sus de la surveillance des objets conservés à l'Observatoire, cette disposition a une finalité scientifique, puisqu'elle offre la possibilité de profiter de la moindre nuit claire pour effectuer des observations astronomiques[454]. Hirsch mentionne l'importance de cet aspect pour son institution :

« *Cet argument* [de loger les employés sur place] *est plus fort encore dans le cas particulier, car, comme l'Observatoire de Neuchâtel doit principalement se vouer à la vérification du temps, il est de la dernière importance qu'il ne s'écoule jamais un trop grand nombre de jours sans qu'on fasse une observation ; or, le climat de Neuchâtel, surtout en hiver, n'est pas assez serein pour qu'on doive risquer de perdre par l'éloignement de l'observateur une heure claire qui peut-être aurait permis une observation après plusieurs jours de pluie ou de brouillards.* »[455]

Au milieu du bâtiment se trouve le vestibule dans lequel est disposée la rotonde, solidement ancrée au sol, soutenant la coupole dans laquelle se situe la lunette parallactique Merz[456]. À la base de la rotonde, des emplacements sont prévus pour accueillir des pendules astronomiques, constituant ainsi le premier élément matériel remarqué par les visiteurs. À l'ouest de l'entrée se trouve la salle abritant le cercle méridien et les instruments destinés à la détermination de l'heure. Cette salle, dite méridienne, est dotée d'une large ouverture permettant d'orienter le cercle méridien le long de l'axe nord-sud. Elle occupe une place centrale dans la pratique scientifique, car elle protège le cercle méridien, qui est non seulement le plus grand instrument de l'Observatoire, mais aussi le plus essentiel par sa fonction. À cet égard, cette salle est intégrée à l'instrumentation elle-même, participant directement

[454] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, pp. 6-7.

[455] Williams Mari, « Astronomical observatories as practical space: the case of Pulkowa », James Frank (ed.), *The Development of the Laboratory: Essays on the Place of Experiment in Industrial Civilization*, Londres, Macmillan, 1989, pp. 118-136, p. 7.

[456] Le fonds 2IND-6 comporte la correspondance avec Merz und Söhne, fabricant de la lunette parallactique qui servait à l'activité scientifique de l'Observatoire. Nous n'aborderons que de manière subsidiaire tout ce qui concerne la lunette Merz.

à la précision des observations[457]. Ce fait explique l'attention particulière accordée à cette salle tant lors de la construction du bâtiment que pendant toute sa période d'utilisation. À l'origine, la pièce n'est pas chauffée, afin de ne pas perturber les mécanismes sensibles des instruments. Cependant, durant le premier hiver, un petit chauffage d'appoint est utilisé exceptionnellement pour limiter la condensation sur le cercle méridien[458].

Avant de commencer une série d'observations, les volets de la fente de la salle méridienne (deux verticaux et deux horizontaux) sont ouverts à l'aide d'un système de cabestans et de poulies. Cette méthode permet de minimiser les variations de température qui pourraient avoir des effets négatifs sur le cercle méridien[459]. Cette configuration entraîne parfois des conditions d'observation difficiles, notamment lors des nuits hivernales. La salle méridienne est donc conçue avant tout pour répondre aux besoins de l'instrument scientifique, davantage qu'à ceux de l'astronome. Outre le cercle méridien, une pendule astronomique y est également installée sur un pylône spécialement prévu à cet effet. Placée «*sous un angle de 45° avec le méridien, de sorte que l'observateur peut la voir et l'entendre dans toutes les positions*»[460].

La pièce est traversée par des rails sur lesquels se trouvent à la fois la chaise de l'astronome et la machine de retournement du cercle méridien. Ces rails traversent l'espace entre les deux piliers du cercle méridien, eux-mêmes entourés par deux escaliers «*donnant un facile accès aux microscopes et à leurs niveaux*» (figure 13)[461]. Cette machine à retournement est décrite en 1883 à l'occasion d'une visite de Jules Gruey (1837-1902), directeur de l'Observatoire de Besançon, comme «*une excellente et jolie machine à retournement construite à Munich par Ertel. Le modèle est certainement meilleur que le modèle français ; il permet de faire le retournement, opération délicate, avec plus de facilité et de précisions*»[462]. Cet appareil permet de retourner le tube de la lunette afin d'éviter une usure unilatérale, susceptible de provoquer des déséquilibres. Suspendu au plafond, le

[457] Sur les abris des cercles méridiens : Le Guet-Tully Françoise et Davoigneau Jean, « L'inventaire et le patrimoine de l'astronomie : l'exemple des cercles méridiens et de leurs abris », *In Situ* [En ligne], 6 | 2005, mis en ligne le 15 mai 2012, consulté le 3 octobre 2019. Url : http://insitu.revues.org/9177 ; DOI : 10.4000/insitu.9177, 1.

[458] RD 1860-1861, p. 6.

[459] Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238, p. 232.

[460] Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238, p. 232.

[461] Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238, p. 233.

[462] Gruey Louis-Jules, « Visite à divers observatoires étrangers », *Mémoires de la Société d'émulation du Doubs*, 1883, pp. 39-88, p. 43.

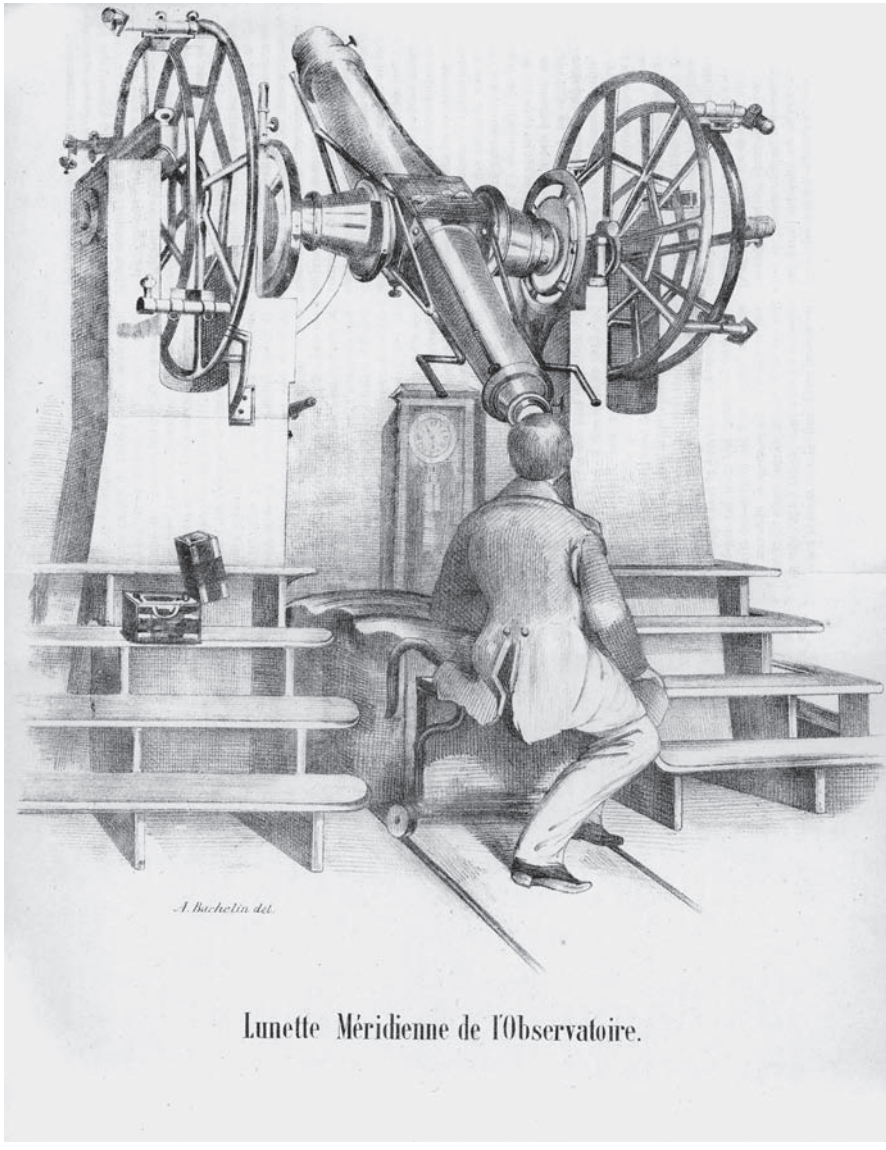


Figure 13. Esquisse du cercle méridien Ertel & Sohn, Auguste Bachelin, 1861.
Hirsch Adolphe, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel », *L'Almanach de la République et Canton de Neuchâtel*, 1861, p. 38.

grand niveau peut également « *descendre mécaniquement pour donner la mesure de l'inclinaison* »[463] et ainsi vérifier que le cercle méridien reste correctement aligné sur un axe horizontal. Sur ce point, l'Observatoire de Neuchâtel applique seulement en partie les préceptes établis par Struve à Pulkowa, selon lesquels « *dans presque tous nos instruments, nous faisons usage du niveau à bulle, pour déterminer la relation au zénith. Le fil à plomb a été entièrement rejeté, l'horizon artificiel de mercure ne s'emploie que dans les petits instruments de réflexion* »[464]. Un bain de mercure est également utilisé à Neuchâtel, comme nous le verrons au chapitre suivant. Enfin, « *des parasols et parapluies mécaniques* […] *permettent* […] *d'abriter complètement les instruments soit contre la chaleur, pendant l'observation du Soleil, soit, pendant les ouragans contre l'eau ou la neige qui s'infiltrent dans les jointures des trappes* »[465].

Dans le prolongement de la salle méridienne se trouve la salle de chronométrie (figure 14). Cette pièce abrite les pendules utilisées pour le service chronométrique et la transmission du signal horaire, ainsi que les chronomètres des fabricants. La salle de chronométrie sert également de bureau, où les horlogers viennent déposer leurs produits. Pour y accéder, ils doivent passer par la salle méridienne, conférant ainsi à cette dernière une place centrale vis-à-vis du public. Le cercle méridien, pièce maîtresse de l'Observatoire, devient ainsi une véritable attraction, illustrant concrètement pour les visiteurs la rigueur et la qualité des instruments scientifiques. La salle de chronométrie est une des pièces les plus employées de l'Observatoire. En la traversant, on accède à l'appartement de l'aide ou mécanicien-concierge, réparti sur deux étages. De l'autre côté du vestibule d'entrée se trouve l'appartement du directeur, nettement plus spacieux, reflétant physiquement la hiérarchie institutionnelle.

En empruntant les escaliers de la rotonde, on accède à la coupole abritant le réfracteur Merz, ainsi qu'à une pièce réservée à la bibliothèque. Le rôle de cet espace, en tant que lieu de conservation des ouvrages et d'organisation du savoir, a été souligné par de nombreuses études[466]. Dans un observatoire, la bibliothèque joue un rôle essentiel en permettant de conserver des ouvrages de référence, les rapports envoyés par d'autres observatoires, ainsi que les précieux registres contenant les données des observations astronomiques et les résultats des chronomètres. Elle constitue ainsi un lieu indispensable à la

[463] Gruey Louis-Jules, « Visite à divers observatoires étrangers », *Mémoires de la Société d'émulation du Doubs*, 1883, pp. 39-88, p. 43.
[464] Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire astronomique…,* p. 222.
[465] Gruey L.ouis, « Visite à divers observatoires étrangers… », pp. 43-44.
[466] Sur le rôle des bibliothèques dans la transmission des savoirs, voir : Bert Jean-François et Lamy Jérôme, *Voir les savoirs*…, pp. 31-52.

Figure 14. Salle de chronométrie de l'Observatoire, vers 1912. Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912, p. 127.

pratique scientifique, notamment grâce à la présence de catalogues d'étoiles, tout en assurant l'archivage des connaissances produites sur place. Par ailleurs, cet espace reflète l'intégration de l'Observatoire dans un vaste réseau d'institutions internationales. La réception de publications astronomiques, telles que les *Astronomische Nachrichten*, offre à l'Observatoire l'opportunité de se tenir informé des dernières avancées scientifiques et des questions de recherche en cours[467]. Signe de son importance et de son développement, Hirsch insiste régulièrement pour que la bibliothèque soit dotée de ressources et d'un espace suffisant afin de s'adapter à la quantité croissante des données conservées[468]. Ainsi, en 1873, on compte environ mille ouvrages, d'une

[467] Sur l'essor de ces publications, voir : Schwarz Oliver et Strumpf Manfred, « Peter Andreas Hansen und die astronomische Gemeinschaft-eine erste Auswertung wesentlicher Teile des Hansen-Nachlasses. *Die Rettung der Altonaer Sternwarte und der Astronomischen Nachrichten im Jahre 1854* », Dick Wolfgang et Hamel Jürgen (Hrsg.), *Beiträge zur Astronomiegeschichte,* Acta Historica Astronomiae 1, Thun, Frankfurt am Main, Deutsch, 1998, pp. 141-154; Herrmann Dieter, *Die Entstehung der astronomischen Fachzeitschriften in Deutschland 1798-1821.* Berlin-Treptow, Archenhold-Sternwarte, 1972, pp. 74-104.
[468] RD 1860-1861, pp. 10-11. Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 23 janvier 1859, AEN, 2IND-83, Correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.

valeur estimée de 4 500 francs[469]. Malheureusement, il n'en demeure que des inventaires sommaires et la bibliothèque de l'Observatoire n'existe plus, sans que nous sachions exactement ce qu'il est advenu des ouvrages.

Une cave est également aménagée pour accueillir la première glacière de l'Observatoire. Cette installation permet de vérifier le fonctionnement des chronomètres à basse température. Les équipements chronométriques s'inspirent de ceux de l'Observatoire de Greenwich, ce qui motive un second voyage de Hirsch en Angleterre au début de l'année 1859[470]. Cette pièce représente un défi particulier pour conserver la glace pendant la période estivale[471]. Deux autres locaux sont également aménagés au sous-sol : l'un est destiné à l'usage privé du directeur, et l'autre sert au stockage des piles nécessaires aux équipements de l'Observatoire.

L'établissement évolue constamment pour s'adapter à de nouveaux instruments ou pour répondre à des contraintes externes, telles que le climat ou diverses perturbations atmosphériques. Le directeur s'efforce en permanence de trouver des solutions pour améliorer ou préserver les espaces de travail, garantissant ainsi la continuité de la pratique scientifique. Ces modifications, bien que fréquentes, sont souvent difficiles à retracer, car elles ne sont pas toujours documentées en détail.

Hirsch s'établit définitivement à l'Observatoire en avril 1859 afin de superviser l'installation des premiers instruments[472]. Notons que la construction de l'Observatoire engendre un dépassement budgétaire significatif. Dans un courrier, Hans Rychner justifie ces dépenses supplémentaires par les nombreuses requêtes de Hirsch ainsi que par les spécificités liées à la conception d'un bâtiment particulier, notamment l'isolation des piliers, précision[473]. Lors de l'examen des comptes 1860, le Conseil d'État explique « *qu'un établissement de ce genre est tellement différent des constructions ordinaires qu'il a été absolument impossible de tout prévoir* »[474]. Les dépenses

[469] « Inventaire de l'Observatoire cantonal », s.d. [1er octobre 1873 ?], AEN, 2IND-83, inventaire du mobilier, 1873.

[470] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 23 janvier 1859, AEN, 2IND-83, Correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859. Dans cette lettre adressée au conseiller d'État Georges Guillaume, Adolphe Hirsch mentionne avoir déjà effectué un voyage à l'Observatoire de Greenwich. Cependant, il exprime son souhait d'y retourner afin d'examiner plus en détail les installations chronométriques.

[471] RD 1860-1861, p. 6. Hirsch fait plusieurs essais, notamment avec Hipp : Hirsch Adolphe, « Sur la construction d'une étuve à température constante », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 29-30.

[472] RD 1860-1861, p. 4.

[473] Lettre de Hans Rychner à Georges Guillaume, s.d., AEN, 1TP-792, p. 28.

[474] « Procès-verbal de la séance du 24 juin 1861 », *BOGC*, Neuchâtel, 20, 1861, pp. 135-342, p. 254.

totales atteignent plus de 128 000 fr., bien au-delà du crédit initial de 60 000 fr. voté en 1858[475]. Cela montre que, même si Hirsch ne disposait pas d'un budget illimité, comme ce fut le cas pour Pulkowa, il a néanmoins réussi à modifier significativement le projet initial en y intégrant de nombreux ajouts et ajustements.

*****

La constitution de l'objet « observatoire » débute sur le papier, avant de se concrétiser sur la colline du Mail. Partie d'une volonté de doter la région d'outils capables de concurrencer les industries horlogères anglaises et françaises, la réflexion, amorcée par les horlogers, s'élargit progressivement pour inclure une dimension scientifique. La conception de ce projet mêle des enjeux économiques et industriels, mais également politiques, budgétaires, scientifiques et géographiques, dépassant le simple cadre de la création d'un observatoire. Elle s'inscrit dans une quête plus vaste : celle de parvenir à une définition partagée de l'objectif épistémique, entre une finalité pratique orientée vers l'industrie et une vocation scientifique de promotion et de production des savoirs. Les aléas politiques, bien qu'ils aient retardé la fondation de l'Observatoire, ont contribué à en affiner les contours. La tentative contre-révolutionnaire de 1856, en différant la mise en œuvre du premier projet, a paradoxalement permis de l'enrichir, lui conférant une envergure plus ambitieuse. Cet épisode révèle l'interdépendance des facteurs politiques et scientifiques dans la genèse de l'institution, tout en témoignant des difficultés inhérentes à la conceptualisation et à la réalisation d'un tel projet.

Les défis étaient considérables : concevoir un observatoire fonctionnel dans un pays aux ressources et aux compétences limitées en astronomie. La découverte d'Adolphe Hirsch, s'est révélée déterminante. Pour le canton de Neuchâtel, sa nomination offre l'opportunité de confier la direction du projet à une personnalité capable d'organiser l'établissement et, comme nous le verrons, de mettre en œuvre la première chaîne opératoire. Pour Hirsch lui-même, alors inexpérimenté dans la gestion d'une institution ou dans l'installation d'une infrastructure scientifique, ce poste constitue une chance inespérée, une position prestigieuse qui lui fournit l'occasion de déployer ses capacités et de disposer d'une grande liberté lui permettant de se consacrer au développement de sa carrière.

[475] « Procès-verbal de la séance du 24 juin 1861 », *BOGC*, Neuchâtel, 20, 1861, p. 254. Pour le crédit initial, voir l'article 7 du décret de fondation : « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 625.

Chapitre 3

La première chaîne opératoire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel (1858-1861)

> « L'astronomie, par la sublimité de son sujet, occupe une place éminente parmi les sciences naturelles. Elle est, par excellence, la science naturelle exacte. S'occupant des mouvements et des grandeurs des corps célestes, elle s'est développée sous l'égide des mathématiques. […] […] Voilà l'origine des observations astronomiques qui ont commencé avec l'établissement de la science des astres, et qui ne pourront jamais atteindre un terme final. De nouveaux siècles ont fait reconnaître de nouveaux changements dans l'apparition des corps célestes, et les astronomes, en considérant l'univers comme infini dans l'espace et dans le temps, ont renoncé à vouloir jamais approfondir les périodes de tous ces changements, contents d'en suivre assidûment les pas, avec les moyens faibles, mais toujours croissants, que la nature, la science et l'art ont accordés au genre humain. »
>
> Wilhelm Struve, *Description de l'Observatoire astronomique central de Poulkova*, Saint-Pétersbourg, 1845, p. 1.

Le directeur de l'Observatoire de Pulkowa souligne les faibles moyens des anciens astronomes, les opposant aux ressources modernes mises à sa disposition pour créer une institution exemplaire de la

« science naturelle exacte », l'astronomie. Cette mise en perspective illustre l'importance cruciale de l'apparat scientifique dans le fonctionnement d'un observatoire astronomique. Il est particulièrement remarquable qu'un jeune astronome, qui n'a occupé jusqu'alors que des postes d'assistant, prenne en charge l'ensemble des démarches nécessaires à l'établissement d'un tel projet. Hirsch gère tout, depuis la commande des instruments scientifiques jusqu'à la configuration d'un système de distribution des signaux horaires par télégraphie, construisant un environnement entièrement consacré à la fabrique de l'heure. Chaque détail est minutieusement réfléchi pour garantir des observations scientifiques irréprochables. Pour atteindre cet objectif, Hirsch mobilise un vaste réseau, regroupant horlogers locaux, administrateurs des services télégraphiques, fabricants d'instruments et astronomes. Il faut près de trois années pour voir la première chaîne opératoire achevée, selon les propres termes de son directeur, permettant ainsi à l'Observatoire de Neuchâtel de devenir pleinement opérationnel en 1861[476].

C'est donc cette date que nous retiendrons comme point de référence pour présenter la première chaîne opératoire de l'établissement. Toutefois, il convient de ne pas la percevoir comme figée, car le service de l'heure évolue constamment, avec des transformations et des ajustements réguliers. Le concept de chaîne opératoire doit être appréhendé de manière dynamique, bien que l'analyse, par nécessité, se concentre sur un moment précis afin de cartographier l'ensemble des instruments scientifiques et des opérations permettant d'obtenir une heure précise à une période donnée. Il est important de noter que, bien que les modifications, adaptations et réparations soient incessantes, les principes fondamentaux de fonctionnement de cette chaîne opératoire ne changent pas de manière significative. Ils restent en vigueur jusqu'à l'aube du XX^{e} siècle, moment où le legs de Hirsch permet un renouvellement profond des installations de l'Observatoire (voir chapitre 7 pour l'analyse de cet héritage).

Pour construire l'Observatoire, Hirsch bénéficie de la confiance des autorités politiques et dispose de moyens financiers relativement confortables lui donnant la possibilité de mener à bien sa mission. Il sait s'entourer de personnes compétentes pour établir un établissement scientifique à la pointe dans le domaine de la mesure du temps. Les enjeux pour atteindre cet objectif

[476] Le 30 mars 1861, dans son premier rapport, le directeur indique que « *pour compléter entièrement la construction de l'Observatoire, il ne reste plus qu'à ériger la mire lointaine de l'autre côté du lac* » : RD 1860-1861, p. 6. Quelques mois plus tard, ce point est réglé puisque l'astronome peut annoncer que « *la seule construction qui restât à faire, celle de la mire lointaine, a été exécutée l'été passé* » : RD 1861-1862, p. 3.

sont multiples et reposent sur plusieurs piliers : une culture matérielle de premier plan, des méthodes de travail rigoureuses et l'établissement d'une réputation solide. Cette dernière repose sur la transparence des procédures de l'Observatoire et sur la figure centrale du directeur, garant de son intégrité et de son rayonnement[477].

Dans ce chapitre, nous analyserons la mise en place de la première chaîne opératoire à travers les instruments scientifiques. Cette approche permet d'explorer les enjeux et les objectifs de l'établissement, tout en révélant les contours du projet épistémique qui le sous-tend.

Pour décrire la chaîne opératoire, nous retracerons le parcours de la donnée, depuis sa source céleste – le passage apparent des astres[478] – jusqu'à son aboutissement sous forme d'un signal horaire transmis aux stations télégraphiques. La chaîne opératoire se divise en trois parties : la détermination de l'heure, sa conservation et sa transmission. Dans notre travail, nous consacrerons une attention particulière à la détermination de l'heure, qui constitue la phase d'acquisition des données. Ce séquençage en trois parties, s'il offre une présentation claire du fonctionnement du service horaire et correspond aux catégories utilisées par les acteurs eux-mêmes pour décrire leurs activités, reste cependant marqué par des frontières poreuses. Certains instruments, tels que la pendule sidérale, assurent des fonctions multiples, tandis que d'autres, comme le chronographe, se situent à l'intersection de différentes étapes de la chaîne.

Enfin, la transmission de l'heure est abordée uniquement dans le cadre qui ressort de la responsabilité de l'établissement. Cette dimension permet de révéler le réseau de l'institution et d'identifier les différents acteurs impliqués dans le bon fonctionnement du service de l'heure : agents télégraphiques, services fédéraux, horlogers, communes recevant le signal, etc. En revanche, nous n'examinerons pas l'usage que ces acteurs font de la donnée horaire.

Pour mener cette analyse, la correspondance avec les fabricants constitue une source particulièrement précieuse, offrant un éclairage sur la relation

[477] Sur l'objectivité, voir : Daston Lorraine, « Objectivity and impartiality: epistemic virtues in the humanities », Bod Rens, Maat Jaap, Weststeijn Thijs, *The Making of the Humanities*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2014, pp. 27-41 ; Daston Lorraine, « Objectivity and the escape from perspective », *Social Studies of Science*, 22, 4, 1992, pp. 597-618 ; Daston Lorraine et Galison Peter, « The image of objectivity », *Representations*, 40, 1992, pp. 81-128.

[478] Nous évoquons ici le concept de passage apparent, car c'est bien la rotation de la Terre sur elle-même qui, en permettant l'observation d'astres de référence, permet de déterminer l'heure. Ce mouvement terrestre donne l'illusion que les astres se déplacent. Pour alléger le texte, nous utiliserons dorénavant le terme « passage d'astres », tout en gardant à l'esprit qu'il s'agit d'un passage apparent.

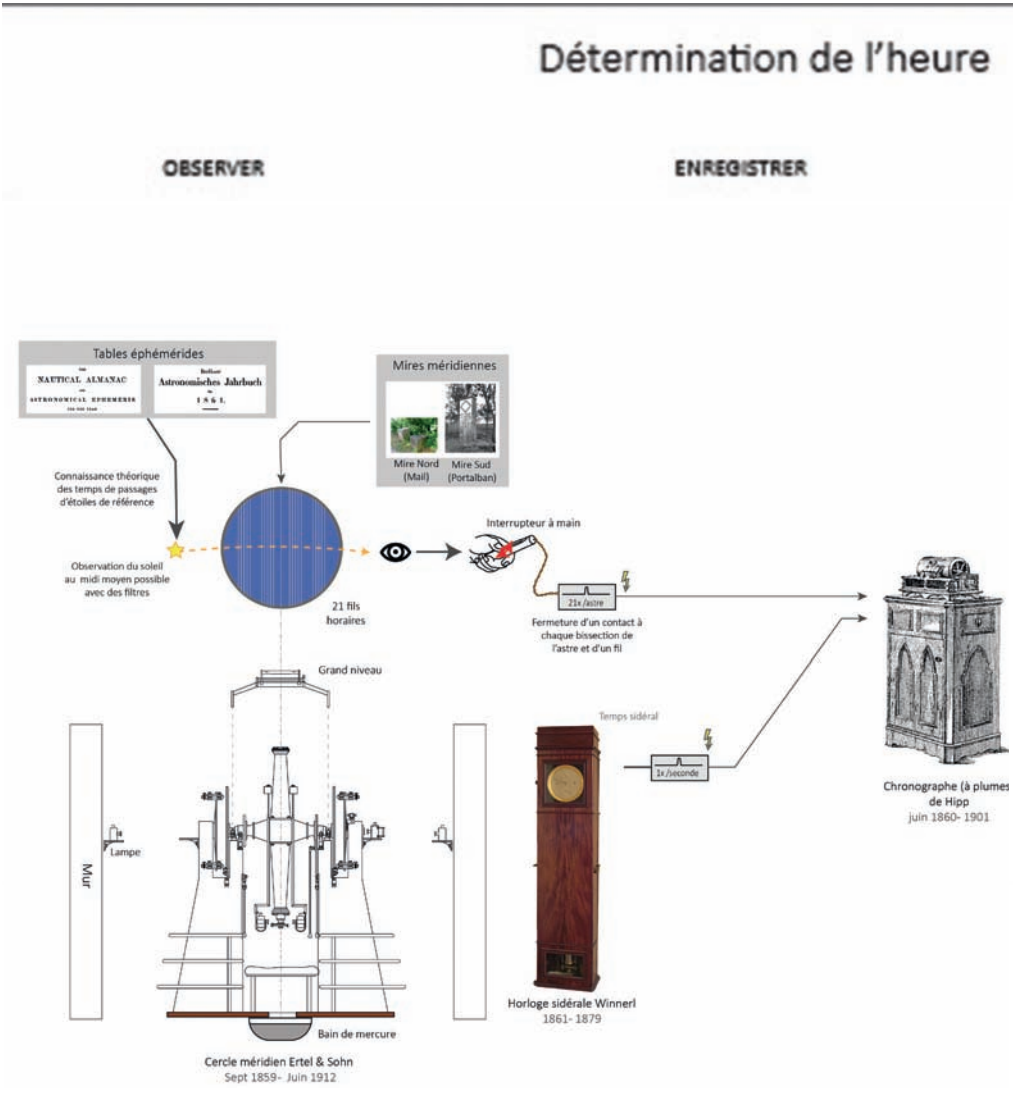
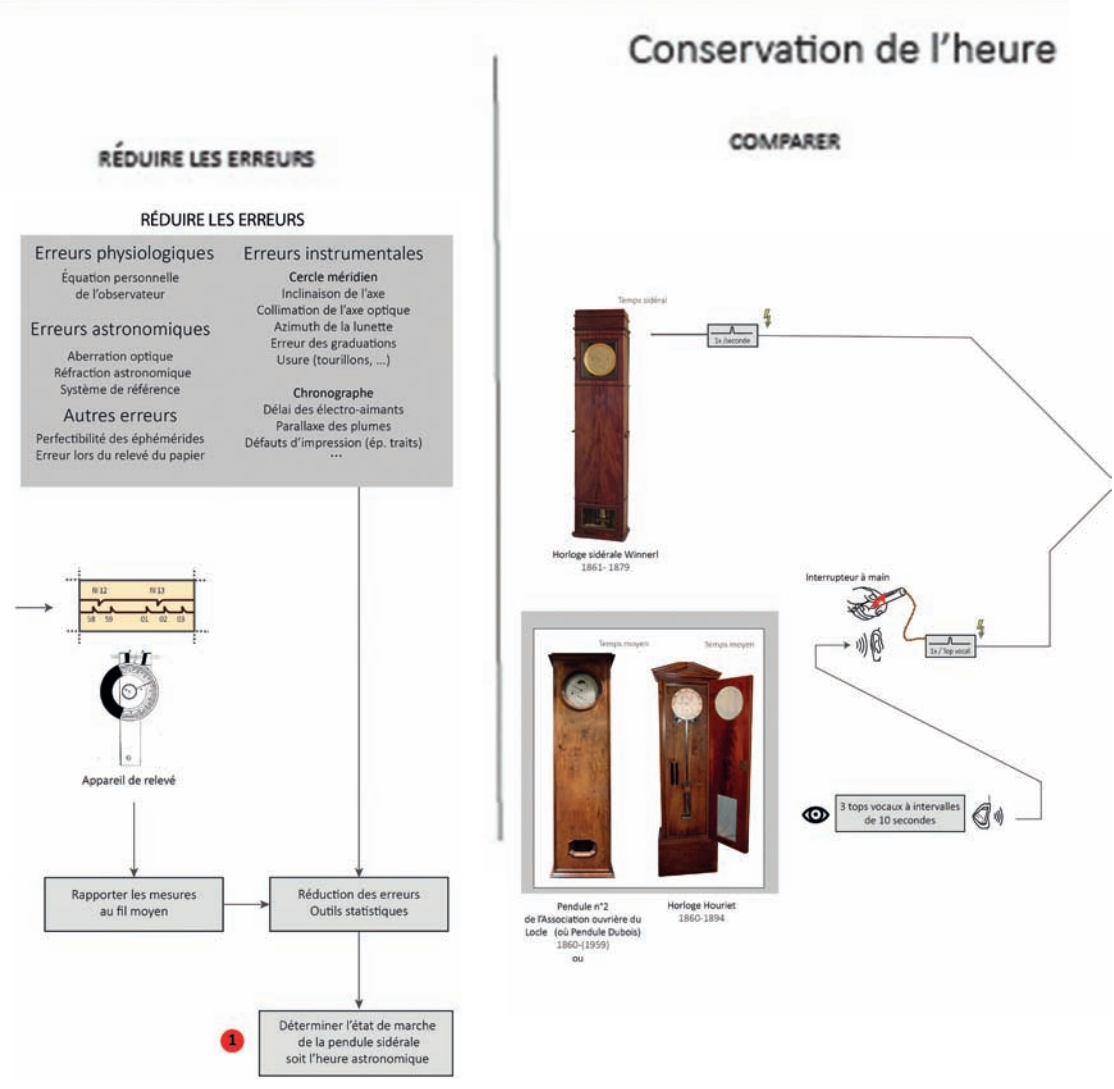
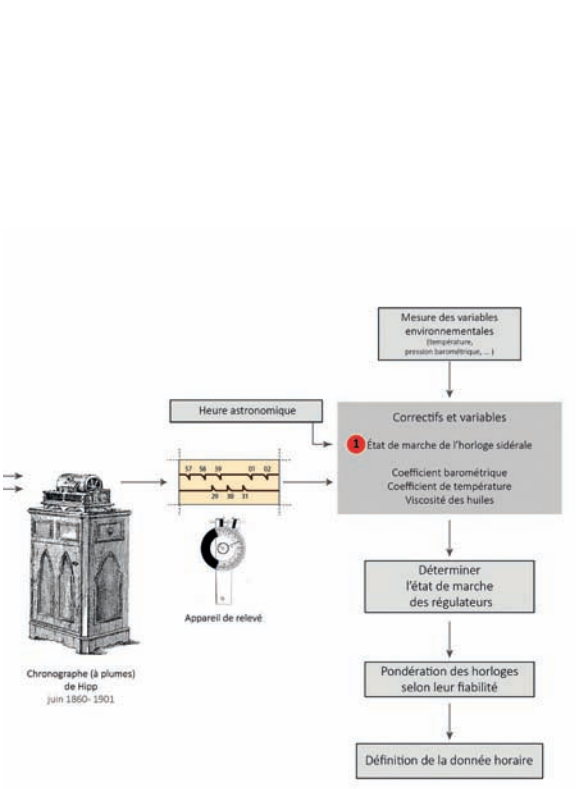
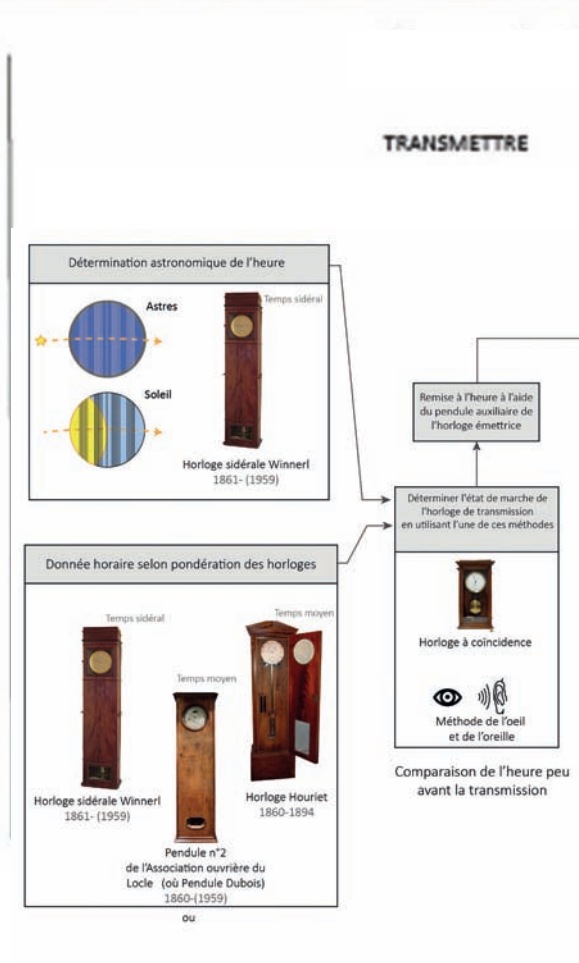
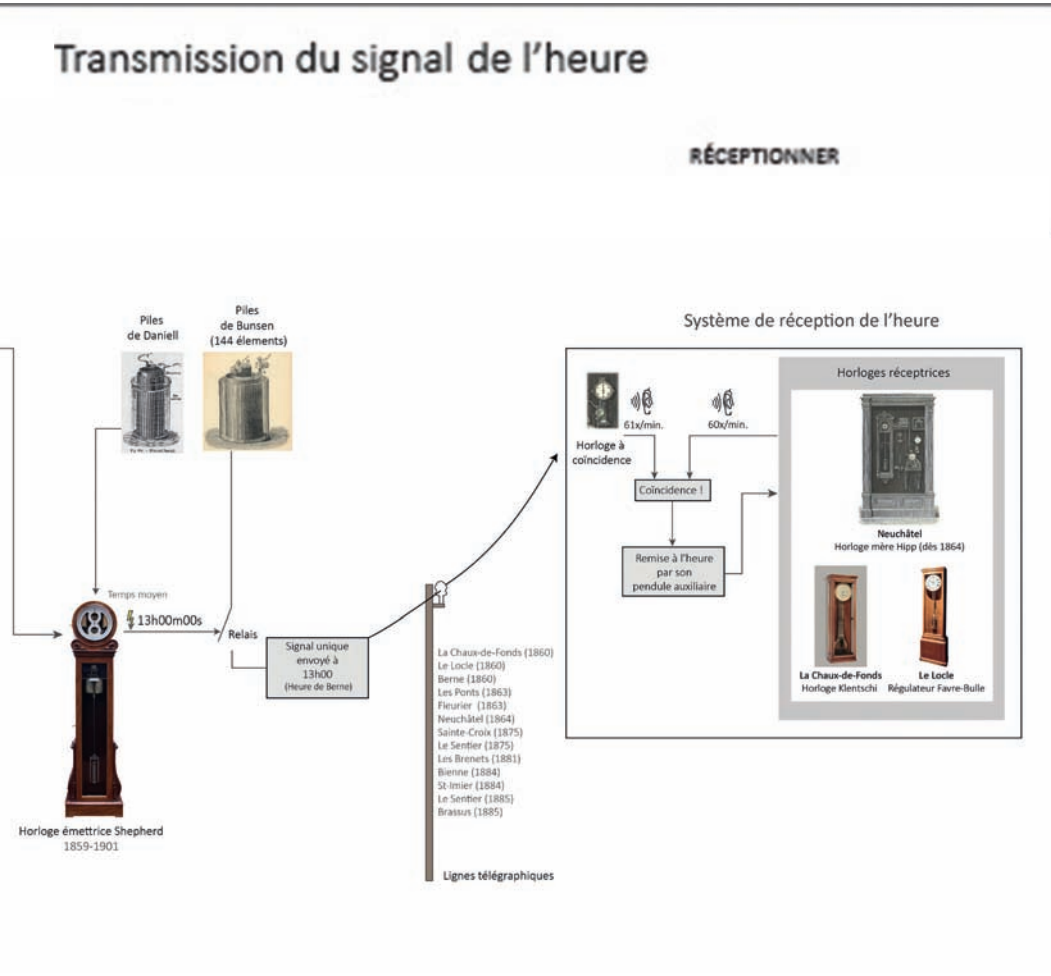


Figure 15. Chaîne opératoire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel en 1861.
© Julien Gressot et Romain Jeanneret.


Conservation de l'heure
RÉDUIRE LES ERREURS
COMPARER
RÉDUIRE LES ERREURS
Erreurs physiologiques
Équation personnelle de l'observateur
Erreurs astronomiques
Aberration optique
Réfraction astronomique
Système de référence
Autres erreurs
Perfectibilité des éphémérides
Erreur lors du relevé du papier
Erreurs instrumentales
Cercle méridien
Inclinaison de l'axe
Collimation de l'axe optique
Azimuth de la lunette
Erreur des graduations
Usure (tourillons, ...)
Chronographe
Délai des électro-aimants
Parallaxe des plumes
Défauts d'impression (ép. traits)
...
Appareil de relevé
Rapporter les mesures au fil moyen
Réduction des erreurs Outils statistiques
1
Déterminer l'état de marche de la pendule sidérale soit l'heure astronomique
Horloge sidérale Winnerl
1861- 1879
Interrupteur à main
3 tops vocaux à intervalles de 10 secondes
Pendule n°2
de l'Association ouvrière du Locle (où Pendule Dubois)
1860-(1959)
ou
Horloge Houriet
1860-1894


Mesure des variables environnementales
(température, pression barométrique, ...)
Heure astronomique
Correctifs et variables
1 État de marche de l'horloge sidérale
Coefficient barométrique
Coefficient de température
Viscosité des huiles
Déterminer l'état de marche des régulateurs
Pondération des horloges selon leur fiabilité
Définition de la donnée horaire
Chronographe (à plumes) de Hipp
juin 1860- 1901
Appareil de relevé


TRANSMETTRE
Détermination astronomique de l'heure
Astres
Soleil
Temps sidéral
Horloge sidérale Winnerl
1861- (1959)
Donnée horaire selon pondération des horloges
Temps sidéral
Temps moyen
Temps moyen
Horloge sidérale Winnerl
1861- (1959)
Horloge Houriet
1860-1894
Pendule n°2
de l'Association ouvrière du
Locle (où Pendule Dubois)
1860-(1959)
ou
Remise à l'heure à l'aide du pendule auxiliaire de l'horloge émettrice
Déterminer l'état de marche de l'horloge de transmission en utilisant l'une de ces méthodes
Horloge à coincidence
Méthode de l'oeil et de l'oreille
Comparaison de l'heure peu avant la transmission


Transmission du signal de l'heure
RÉCEPTIONNER
Piles de Daniell
Piles de Bunsen (144 élements)
Temps moyen
13h00m00s
Relais
Signal unique envoyé à 13h00 (Heure de Berne)
Horloge émettrice Shepherd
1859-1901
La Chaux-de-Fonds (1860)
Le Locle (1860)
Berne (1860)
Les Ponts (1863)
Fleurier (1863)
Neuchâtel (1864)
Sainte-Croix (1875)
Le Sentier (1875)
Les Brenets (1881)
Bienne (1884)
St-Imier (1884)
Le Sentier (1885)
Brassus (1885)
Lignes télégraphiques
Système de réception de l'heure
61x/min.
60x/min.
Horloge à coïncidence
Coïncidence !
Remise à l'heure par son pendule auxiliaire
Horloges réceptrices
Neuchâtel
Horloge mère Hipp (dès 1864)
La Chaux-de-Fonds
Horloge Klentschi
Le Locle
Régulateur Favre-Bulle

entre le scientifique et les constructeurs. Ces derniers ne se limitent pas à exécuter les volontés de l'astronome, mais participent activement au processus d'élaboration des instruments, comme le montre notamment le cas du cercle méridien conçu par Ertel & Sohn[479]. Enfin, il convient de mentionner les rapports réalisés lors de l'ouverture de l'Observatoire, qui fournissent une quantité importante d'informations utiles à la compréhension de son fonctionnement initial[480].

3.1 La détermination de l'heure

Au XIXe siècle, l'observation méridienne constitue la méthode employée dans les observatoires pour déterminer l'heure avec précision[481]. Cette technique s'appuie sur des principes théoriques de l'astronomie de position ou astrométrie, dont elle constitue un sous-domaine spécifique[482]. Concrètement, la méthode repose sur l'utilisation du mouvement régulier de rotation de la Terre. Elle consiste à observer le passage d'astres sur une ligne virtuelle nord-sud, appelée méridien[483]. L'observation est réalisée à l'aide d'une lunette astronomique, désignée sous divers noms selon son niveau de sophistication : instrument des passages, lunette méridienne, ou, dans sa forme la plus perfectionnée, cercle méridien[484].

[479] La correspondance avec les fabricants se trouvent dans plusieurs fonds des AEN. Sur le cercle méridien, voir : 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich, 1858-1860. Pour le réfracteur Merz, voir : 2IND-6, correspondance avec la Maison Merz & Söhne à Munich, 1858. Le reste de la correspondance est éparpillé dans les fonds autour de la fondation conservés aux AEN, dont les principaux sont : 1TP-792, 2IND-8 et 2IND-83.

[480] Le premier rapport de directeur (1860-1861) et un rapport d'inspection de la SSNN fournissent ainsi de précieuses informations sur la première chaîne opératoire : Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238.

[481] Pour une histoire de la détermination de l'heure, voir notamment : Guyot Edmond, *Histoire de la détermination de l'heure…* Guyot Edmond, « La détermination de l'heure autrefois et aujourd'hui », *Ciel et Terre*, 1956, 72, pp. 457-480.

[482] Pour une histoire de l'astrométrie, voir Perryman Michael, « The history of astrometry… ». Pour les aspects théoriques de l'astrométrie, la référence est : Boquet Félix, *Les Observations méridiennes : théorie et pratique*, Paris, Octave Doin et Fils, 1909.

[483] Sans entrer dans les détails, il convient de noter que, à cette époque, le mouvement de rotation de la Terre était considéré comme parfaitement régulier. Cependant, avec l'avènement de garde-temps d'une extrême précision, tels que les horloges à quartz, puis atomiques, des irrégularités, liées à des événements climatiques ou sismiques, ont été vérifiées, ce qui débouchera sur des débats pour redéfinir la seconde.

[484] Pour une définition des différents instruments méridiens, voir : Belteki Daniel et Gressot Julien, « Introduction : Re-assembling the history of meridian circles », [Une culture de la précision : les cercles méridiens aux XIXe et XXe siècles], *Cahiers François Viète*, III.14, 2023, pp. 5-20.

La détermination de l'heure atteint un niveau de précision inédit grâce à la combinaison de deux innovations majeures du XVII^e siècle. La première est la mise au point de la lunette astronomique, attribuée à Galilée[485], qui permet une observation plus précise des déplacements célestes tout en augmentant le nombre d'astres observables. La seconde est l'invention de l'horloge à pendule par Christiaan Huygens (1629-1695), qui améliore considérablement la précision des garde-temps, posant ainsi les bases de la mesure scientifique du temps[486]. La pendule astronomique est indispensable à la détermination de l'heure et, plus généralement, à l'astronomie, car elle fournit une donnée de référence en conservant la donnée horaire. Pour en vérifier la précision, son état de marche est comparé à une nouvelle détermination de l'heure. L'utilisation de ces instruments scientifiques engendre une émulation propice à l'amélioration continue de la précision des données, chaque innovation technique dans un secteur incitant à des progrès dans l'autre.

Au cours des siècles suivants, ce processus se manifeste par un chassé-croisé : les avancées dans le domaine de l'optique exercent une pression pour le perfectionnement des garde-temps, et inversement. Cette dynamique persiste jusqu'à ce que la conservation du temps dépasse définitivement la détermination de l'heure, avec l'avènement des technologies au quartz, puis du temps atomique, établissant de nouveaux standards de précision[487].

3.1.1 Le cercle méridien Ertel & Sohn

Afin de présenter le processus d'élaboration du cercle méridien de Neuchâtel (figure 17), nous analyserons les interactions entre l'astronome et le fabricant. Cette approche vise à comprendre les demandes et les besoins spécifiques formulés par l'astronome, ainsi que les possibilités et

[485] Sur l'origine du télescope, voir : Helden Albert van, Dupré Sven, Gent Rob van et Zuidervaart Huib J. (eds.), *The Origins of the Telescope*, Amsterdam, KNAW Press, 2010 ; Willach Rolf, *The Long Route to the Invention of the Telescope*, Philadelphia, American Philosophical Society, 2008 ; Helden Albert van, *The Invention of the Telescope*, Philadelphie, American Philosophical Society, 1977 ; King Henry, *The History of the Telescope,* New York, Dover Publications, 2003 [1955].

[486] Andriesse Dennis, *Huygens: The Man Behind the Principle*, Cambridge, Cambridge University Press, 2005 ; Aldersey-Williams Hugh, *Dutch Light: Christiaan Huygens and the Making of Science in Europe*, Londres, Picador, 2020. Sur le lien entre le télescope de Galilée et l'horloge de Huygens, voir : Bedini Silvio, *The Pulse of Time: Galileo Galilei, the Determination of Longitude, and the Pendulum clock,* Florence, Leo S. Olschki, 1991.

[487] Sur la précision dans les mesures astronomiques de l'heure, voir : Chapman Allan, « The accuracy of angular measuring instruments used in astronomy between 1500 and 1850 », *Journal for the History of Aastronomy*, 14, 1983, pp. 133-137.

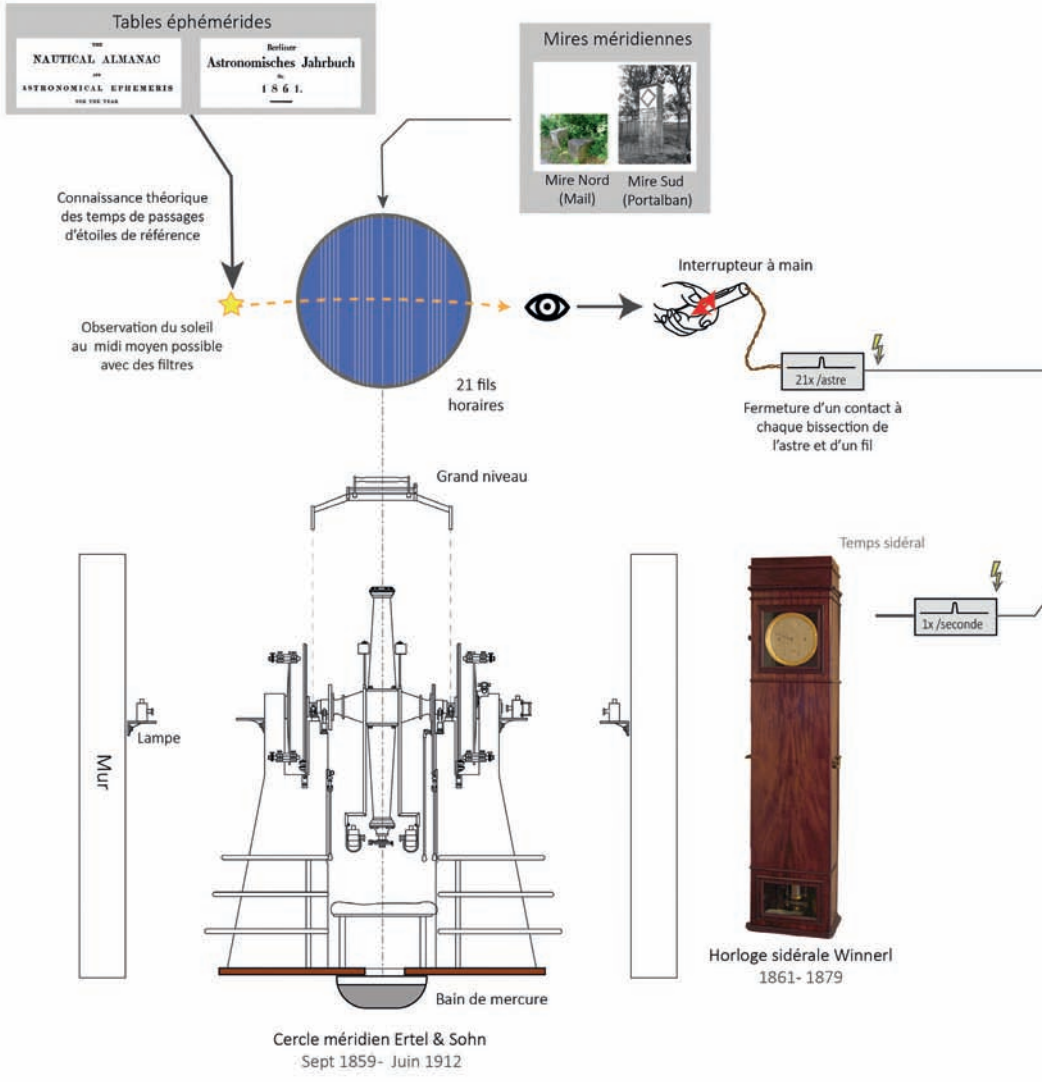
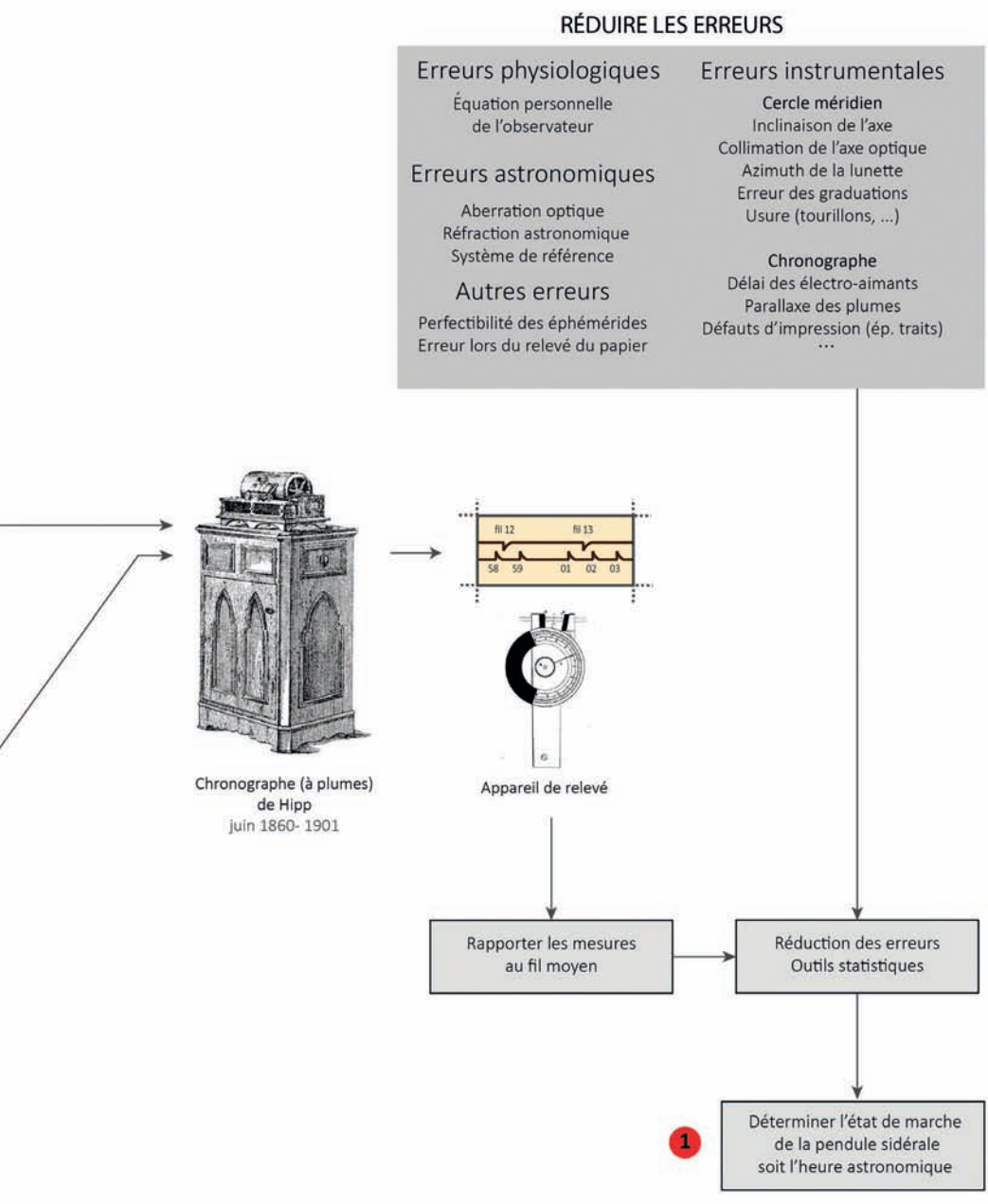


Figure 16. Chaîne opératoire de la détermination de l'heure de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel en 1861. © Julien Gressot et Romain Jeanneret.


RÉDUIRE LES ERREURS
Erreurs physiologiques
Équation personnelle
de l'observateur
Erreurs astronomiques
Aberration optique
Réfraction astronomique
Système de référence
Autres erreurs
Perfectibilité des éphémérides
Erreur lors du relevé du papier
Erreurs instrumentales
Cercle méridien
Inclinaison de l'axe
Collimation de l'axe optique
Azimuth de la lunette
Erreur des graduations
Usure (tourillons, ...)
Chronographe
Délai des électro-aimants
Parallaxe des plumes
Défauts d'impression (ép. traits)
...
fil 12
fil 13
58 59 01 02 03
Chronographe (à plumes)
de Hipp
juin 1860- 1901
Appareil de relevé
Rapporter les mesures
au fil moyen
Réduction des erreurs
Outils statistiques
1
Déterminer l'état de marche
de la pendule sidérale
soit l'heure astronomique

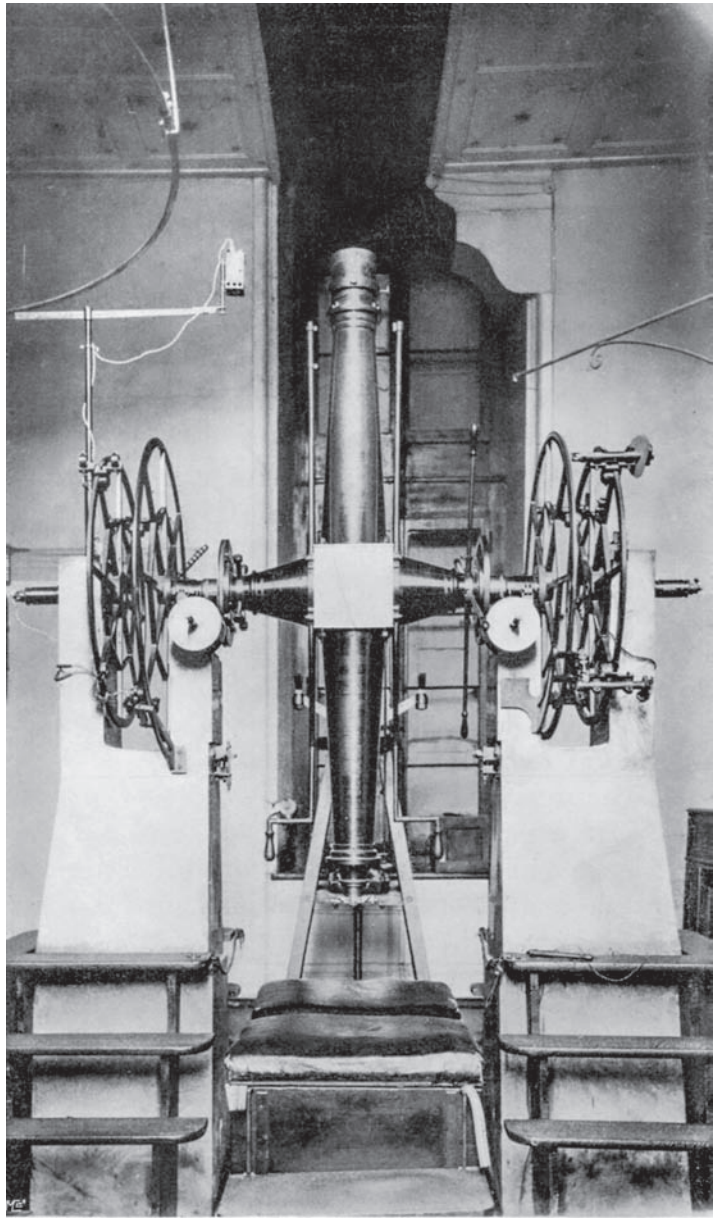


Figure 17. Cercle méridien Ertel & Sohn, 1912, Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912, p. 73.

les contraintes techniques auxquelles le fabricant doit faire face. Ce processus de coconstruction joue un rôle crucial dans l'obtention d'une instrumentation de premier ordre, renforçant ainsi la valeur scientifique de l'Observatoire et la fiabilité des données qu'il produit.

Un cercle méridien est utilisé pour déterminer l'instant précis où un astre traverse le plan méridien, qui correspond à l'axe nord-sud du lieu d'observation. L'instrument, monté sur deux piliers solidement ancrés au sol, pivote verticalement. À travers l'oculaire, l'observateur enregistre le moment exact où un astre passe derrière l'un des fils du réticule, un dispositif conçu pour diviser le champ de vision. Ce réticule permet également une mesure précise des distances angulaires, essentielle pour les observations astronomiques.

L'origine des cercles méridiens, qui remonte à la fin du XVII^e^ siècle, est attribuée à l'astronome danois Ole Roemer (1644-1710), réputé pour ses calculs de la vitesse de la lumière, et découle de l'évolution des instruments des passages[488]. Roemer confectionne une lunette d'observation, fixée perpendiculairement sur un axe orienté est-ouest, qu'il installe dans l'embrasure d'une fenêtre, assurant ainsi une plus grande stabilité à son instrument (figure 18).

Cette configuration évite à l'astronome de manipuler directement la lunette, réduisant ainsi les mouvements fortuits susceptibles d'altérer la précision des observations. L'innovation majeure de Roemer réside dans la combinaison de deux instruments : un quadrant astronomique (ou quart de cercle), utilisé pour mesurer une hauteur, et une lunette méridienne. L'instrument qu'il conçoit est constitué de deux cônes creux assemblés à leur base, une conception qui améliore significativement la rigidité de l'ensemble et limite les flexions.

En 1704, Roemer perfectionne son système en développant un nouvel instrument qu'il baptise *Rota Meridiana*, ou cercle méridien (figure 19). La principale innovation de cet appareil réside dans l'ajout d'un cercle solidaire de la lunette méridienne, permettant la lecture précise de la position de la lunette en déclinaison et facilitant ainsi la répétition des mesures. Après la disparition de Roemer, la diffusion des cercles méridiens demeure limitée et les anciens instruments, comme les quadrants astronomiques, conservent les faveurs des astronomes, notamment en raison de la complexité de la

[488] Sur Ole Roemer, voir : Ziggelaar August, « Ole Roemer. Short life story of a danish astronomer », Hunt Jim (ed.), *Cosmos, an Educational Challenge. Proceedings of the GIREP-Conference 1986*, Paris, European Space Agency, 1986, pp. 121-128 ; Nielsen Axel, « Ole Roemer and his meridian circle », *Vistas in astronomy*, 10, 1968, pp. 105-112. Sur la determination de la vitesse de la lumière et Roemer : Romer M. et Cohen Bernard, « Roemer and the first determination of the velocity of light (1676) », *ISIS*, 31 (2), 1940, pp. 327-379.

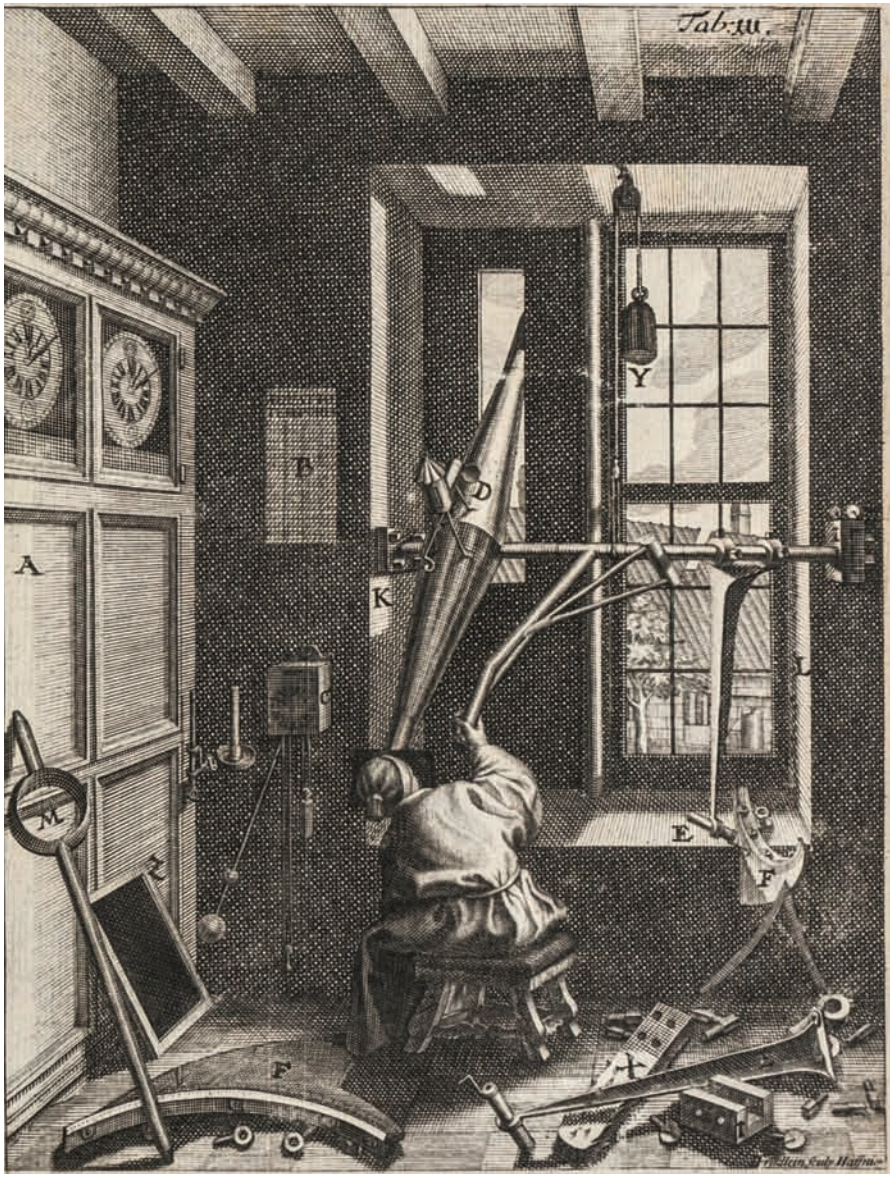


Figure 18. Lunette méridienne ou « Machina domestica », Ole Roemer, planche illustrée tirée de Horrebow Peder, *Basis astronomiae sive astronomiae pars mechanica in qua describuntur observatoria, atque instrumenta astronomica Roemeriana Danica; simulque eorundem* [...]. Havniae : apud Viduam beati Hieron. Christiani Paulli, 1735. ETH-Bibliothek Zürich, Rar 4400, https://doi.org/10.3931/e-rara-1980 / Public Domain Mark

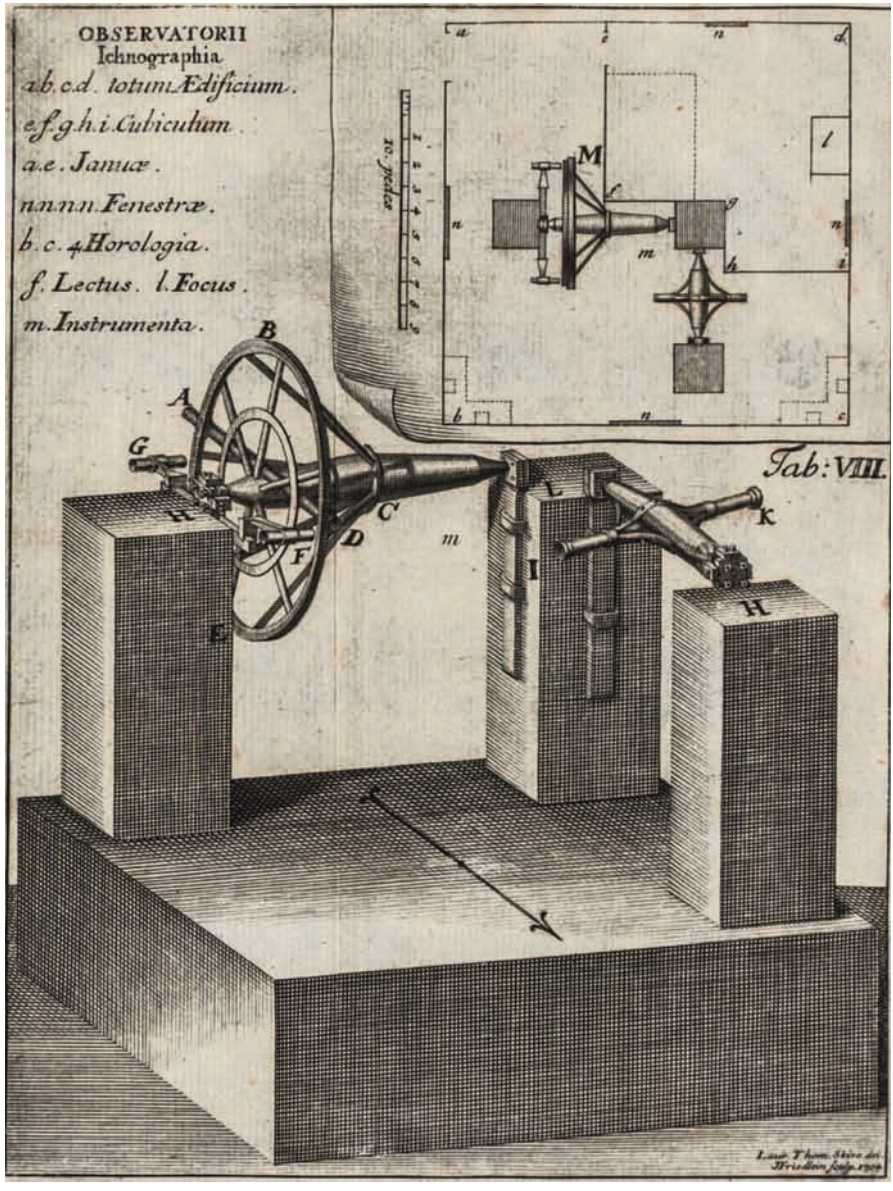


Figure 19. Premier cercle méridien, Ole Roemer, Planche illustrée tirée de Horrebow Peder, *Basis astronomiae sive astronomiae pars mechanica in qua describuntur observatoria, atque instrumenta astronomica Roemeriana Danica; simulque eorundem* [...]. Havniae : apud Viduam beati Hieron. Christiani Paulli, 1735. ETH-Bibliothek Zürich, Rar 4400, https://doi.org/10.3931/e-rara-1980 / Public Domain Mark

fabrication d'un cercle méridien[489]. Il faudra attendre le tournant du XIXe siècle pour voir la propagation des cercles méridiens, sous l'impulsion de fabricants anglais et allemands[490]. Au milieu du XIXe siècle, les cercles méridiens ont définitivement obtenu leurs lettres de noblesse et font partie des instruments incontournables des observatoires. À cette époque, des avancées notables dans la fabrication d'instruments ont permis la réalisation de pièces majeures, telles que le grand cercle méridien de l'Observatoire de Pulkowa, achevé en 1840. Une concurrence se met progressivement en place entre les observatoires dans le but d'obtenir les plus grands instruments possibles, témoignant du lien entre culture matérielle scientifique et prestige national[491].

Pour que l'Observatoire soit reconnu comme une institution à la pointe dans la mesure du temps, Hirsch met tout en œuvre pour acquérir un cercle méridien de la plus haute qualité possible. Il le confirme en déclarant que l'établissement devrait être capable d'effectuer « *la détermination du temps avec le même degré d'exactitude que l'on atteint dans les meilleurs observatoires, ou enfin, avec toute la précision que comporte l'état actuel de la science* »[492]. Les démarches pour trouver un fabricant débutent dès le mois

[489] Sur les cercles méridiens : Belteki Daniel, Gressot Julien, Jeanson Loïc et Davoigneau Jean (éd.), « Une culture de la precision… » ; Herbst Klaus-Dieter, *Die Entwicklung des Meridiankreises 1700-1850: Genesis eines astronomischen Hauptinstrumentes unter Berücksichtigung des Wechselverhältnisses zwischen Astronomie-Astro-Technik und Technik*, Stuttgart, Verlag für Geschichte der Naturwissenschaft und der Technik, 1996 ; Le Guet-Tully Françoise et Davoigneau Jean, « L'inventaire et le patrimoine… », pp. 7-11. Sur le développement plus général des instruments scientifiques dans le champ de l'astronomie, voir notamment : Chapman Allan, *Dividing the Circle: the Development of Critical Angular Measurement Astronomy 1500-1850*, New York, Ellis Horwood, 1990 ; Bennett Jim, *The Divided Circle: A history of instruments for astronomy, navigation and surveying*, Oxford, Phaidon-Christie's limited, 1987.

[490] Voir Chapman Allan, *Dividing the Circle…* ; McConnell Anita, *Jesse Ramsden (1735-1800). London's Leading Scientific Instrument Maker*, Londres et New York, Routledge, 2007 ; Herbst Klaus-Dieter, *Die Entwicklung des Meridiankreises 1700-1850….,* p. 161 *sq.* Sur les fabricants d'instruments de cette période, voir : McConnell Anita, « Instruments and instruments makers… », ; Brenni Paolo, « From workshop to factory … » ; King Henry, « Instrumentation of the nineteenth and early twentieth-centuries », *Vistas in Astronomy*, 20, 1976, 20, pp. 157-163 ; L'Estrange Turner Gerard, « Eighteenth-century scientific instruments… » ; L'Estrange Turner Gerard, *Nineteenth-Century Scientific Instruments*, Londres, Sotheby Publications, 1983. Sur les fabricants allemands, voir : Brachner Andreas, « German nineteenth-century scientific instrument makers », De Clercq Peter (eds.), *XIXth Century Scientific Instruments and Their Makers*, Leiden, Museum Boerhaave, Amsterdam, Rodopi, 1985, pp. 117-157. Pour les fabricants anglais : L'Estrange Turner Gerard, *Elizabethan Instrument Makers. The Origins of the London Trade in Precision Instrument Making*, Oxford, Oxford University Press, 2000 ; Williams Mari, *The Precision Maker: A History of the Instrument Industry in Britain and France 1870-1939*, Londres, New York, Routledge, 1994.

[491] Obtenir un instrument de grande taille permet d'élargir la magnitude à laquelle les astres sont observables. Outre le prestige, il y a donc également un intérêt scientifique à l'extension des capacités de ces instruments. Il existe cependant des limites techniques à la taille de ces instruments.

[492] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 3.

de mars 1858[493]. Cet empressement résulte non seulement du désir de tirer parti d'un contexte politique favorable à l'Observatoire, mais aussi des longs délais nécessaires à la construction d'un cercle méridien.

Hirsch adopte une fois encore les préceptes formulés par le directeur de l'Observatoire de Pulkowa, qui conseille aux astronomes de suivre de près les commandes pour que les instruments correspondent aux besoins scientifiques. Selon Struve, les résultats limités des instruments astronomiques et, en particulier des cercles méridiens jusqu'à la première moitié du XIX^e^ siècle, doivent être attribués au manque de collaboration entre fabricants et astronomes pendant le processus de conception et de construction de l'instrument de précision :

« *Celui qui passe en revue l'histoire des instruments astronomiques* […] *reconnaît d'abord que, pendant deux siècles, jusqu'au commencement du XVIII^e^, les astronomes étaient forcés de construire eux-mêmes les instruments, et qu'ils avaient alors d'énormes difficultés à vaincre, par l'état d'enfance dans lequel se trouvait l'art mécanique. Cet art se perfectionna bien d'un pas rapide dans le courant du XVIII^e^ siècle, et nous voyons des artistes distingués se vouer de préférence à la construction d'instruments astronomiques, surtout en Angleterre. Mais on s'aperçoit aussi que, dès lors, la construction était presque entièrement entre les mains des artistes, de sorte que la plupart des observatoires ont été fournis d'appareils, exécutés selon les idées des artistes, sans aucune consultation avec les astronomes qui en auraient pourtant dû indiquer les principes. Par cette remarque je ne veux point faire du tort au mérite de plusieurs artistes éminents ; mais il me paraît incontestable que les progrès de l'astronomie instrumentale auraient pu être encore plus rapides, si le concours des intelligences des astronomes et du talent des artistes les eût favorisés. Avec un tel concours, les idées que Roemer avait conçues sur les instruments astronomiques ne seraient pas restées en partie infructueuses, pendant près d'un siècle.* »[494]

Hirsch, fort de l'expérience de son confrère, entre en relation avec les fabricants allemands Repsold und Söhne et Ertel & Sohn, deux firmes réputées, qui ont notamment fourni des instruments à l'Observatoire de

[493] Bien que nous n'ayons pas pu retrouver les envois de Hirsch, les réponses des fabricants permettent de dater la lettre adressée à Ertel & Sohn du 27 mars 1858, ainsi que celle à Repsold und Söhne. Les lettres relatives à l'acquisition du cercle méridien de l'Observatoire de Neuchâtel sont conservées dans le fonds 2IND-6 des AEN.

[494] Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire astronomique…,* p. 113.

Pulkowa[495]. Fondée par Johann Georg Repsold (1770-1830), l'entreprise Repsold und Söhne fabrique des cercles méridiens depuis le début du XIXe siècle à Hambourg, en leur apportant plusieurs innovations. Elle acquiert une réputation internationale avec, notamment, l'ajout de microscopes pour lire les graduations[496]. Les échanges entre Hirsch et Repsold n'aboutissent à aucun accord concluant, notamment en raison d'un délai de livraison trop long annoncé par le fabricant hambourgeois. De plus, Hirsch exige une garantie en cas de défaut du cercle méridien, ce qui provoque le mécontentement du fabricant : « *Nous nous permettons de remarquer en passant que, jusqu'à présent, personne ne nous a jamais demandé de le faire, et que nous sommes flattés d'avoir acquis suffisamment de crédit pour le travail réalisé pour les hommes de science les plus renommés au cours de près de 30 ans de gestion d'affaires pour être exempté d'une garantie spéciale pour les instruments portant notre nom.* »[497]

Repsold montre clairement qu'il n'entend pas se conformer aux exigences de l'astronome, mettant ainsi fin aux négociations. En revanche, les discussions avec Ertel se déroulent dans un climat plus favorable. Le fabricant bavarois accepte de fournir une garantie et s'engage à respecter un délai de neuf mois. Il joint également à ses échanges un plan générique comportant plusieurs options techniques, sur lesquelles Hirsch doit prendre une décision (figure 20)[498].

Dès lors, Hirsch opte pour la firme bavaroise. Cette entreprise est l'héritière des ateliers de Reichenbach et fait partie du pôle de fabrication dont nous

[495] Sur Repsold und Söhne : Koch Jürgen, *Der Hamburger Spritzenmeister und Mechaniker Johann Georg Repsold (1770-1830), ein Beispiel für die Feinmechanik im norddeutschen Raum zu Beginn des 19. Jahrhunderts,* thèse de doctorat, Université de Hambourg, 2001, non-publiée. Sur Ertel & Sohn, voir : Preyss Carl, *Von Reichenbachs Werkstatt zum Ertel-Werk für Feinmechanik (1802-1962)*, Munich, Ertel-Werk f. Feinmechanik, 1962 ; Repsold Johann A., *Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von 1450 bis um 1830*, tome 1, Leipzig, 1908 ; Repsold Johann A., *Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von 1830 bis um 1900*, tome 2, Leipzig, 1914. Sur l'apparat scientifique de Pulkova : Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire astronomique*…, pp. 113-231.

[496] Sur les innovations apportées par Repsold, voir particulièrement : Repsold Johann Adolf, *Zur Geschichte der Astronomischen Messwerkzeuge*… Voir aussi : Wolfschmidt Gudrun, « Repsold's meridian circles… ».

[497] Lettre de Repsold und Söhne à Adolphe Hirsch, 9 avril 1858, AEN, 2IND-6. Toutes les traductions ont été réalisées avec l'aide d'Anton Näf, que nous remercions chaleureusement pour son aide précieuse et la qualité de son travail, ainsi que pour nous avoir introduits à l'art difficile, parfois semblable à de la divination, du Sütterlin. Nous assumons l'entière responsabilité de toute erreur de traduction. Les textes traduits peuvent être retrouvées dans : Gressot Julien, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel et la mesure du temps (1858-1960)… »

[498] Lettre de Georg Ertel à Aimé Humbert, 31 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

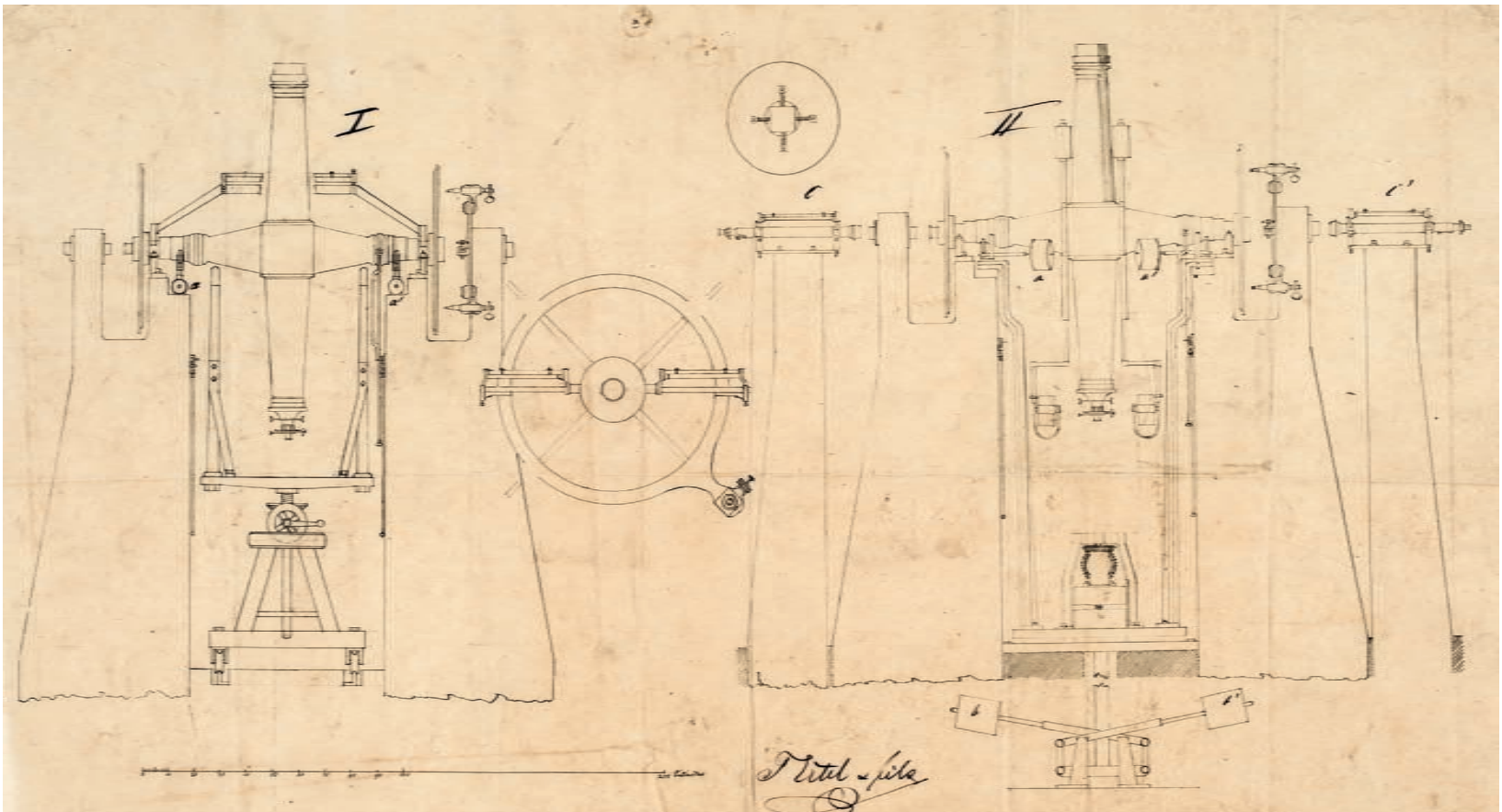


Figure 20. Plan générique de modèles de cercles méridiens, Ertel & Sohn, 31 mars 1858. © AEN, 2IND-89-14.

avons déjà mentionné l'importance à propos de l'opticien Guinand[499]. Pour justifier cette décision auprès d'Humbert, chargé du dossier de l'Observatoire jusqu'en août 1858[500], Hirsch fait référence à une commande passée en 1842 par le père Secchi (1818-1878), astronome renommé et directeur de l'Observatoire du Collège romain : « *Pour vous prouver que nous nous sommes adressés aux meilleures sources, je vous mentionnerai* […] *que l'observatoire nouvellement monté à Rome par le Père Secchi – un des meilleurs observateurs de notre temps – s'est procuré exactement les mêmes instruments des mêmes artistes* ».[501]

Comme le souligne Paolo Brenni à propos des ateliers bavarois, « *les instruments astronomiques, topographiques, et optiques sortis de ces usin*es [Fraunhofer, Reichenbach, Utzschneider et Liebherr] *sont parmi les meilleurs de leur temps et inaugurent une tradition d'excellence qui continuera jusqu'au XX^e siècle* »[502].

Les échanges fructueux entre le directeur de l'Observatoire de Neuchâtel et le fabricant bavarois permettent de retracer le processus d'élaboration de l'instrument scientifique. Ces correspondances sont révélatrices de l'état de l'art et des enjeux techniques associés à cet instrument du milieu du XIX^e siècle, tout en mettant en lumière les cultures de la précision, parfois divergentes, de l'astronome et du fabricant.

La première étape de la constitution d'un instrument scientifique consiste à définir ses caractéristiques et fonctionnalités. Dans son premier courrier du 27 mars 1858, Hirsch détaille les qualités attendues de l'instrument[503]. Plusieurs aspects sont essentiels à ses yeux en vue de constituer un instrument de premier plan : « *Les conditions principales, en dehors de la réalisation*

[499] Preyss Carl, *Von Reichenbachs…* ; Herbst Klaus-Dieter, *Die Entwicklung…,* pp. *168-190.* Pour davantage d'informations sur les ateliers bavarois : Myles Jackson, *Spectrum of* Belief…, pp. 46 *sq* ; McConnell Anita, « Instruments and instruments makers… », p. 350.

[500] Aimé Humbert annonce sa démission du Conseil d'État par un courrier du 11 août 1858, démission dont il est pris acte lors de la séance du 17 août 1858, Manuel du Conseil d'État, AEN, 1CE-233, 1858, p. 356.

[501] Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 1^er juin 1858, AEN, 1TP-792, n^o 9. Sur l'histoire de l'Observatoire du Collège romain, voir : Udías Augustin, *Searching the Heavens and the Earth: The History of Jesuit Observatories*, Dordrecht, Kluwer Academic, 2003 ; Mazzotti Massimo, « The Jesuit on the roof; Observatory sciences, metaphysics, and nation-building », Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens of Earth…,* pp. 58-85. Sur le père Secchi, en sus de l'article de Mazzotti qui contient des informations biographiques, voir : Altamore Aldo et Maffeo Sabino, *Angelo Secchi. L'avventura scientifica del Collegio romano*, Foligno, Quater Edizioni, 2012 ; Chinnici Ileana et Gramatowski Wiktor, « Le carte di Angelo Secchi S. J. (1818-1878) conservato presso la Pontificia Università Gregoriana: un inventario inedito rivisitato », *Nuncius*, 16, 2001, pp. 571-627.

[502] Brenni Paolo, « Du laboratoire à l'industrie… », p. 203.

[503] Lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 27 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

parfaite de l'instrument du point de vue optique, seraient que les erreurs de division, de position perpendiculaire à l'axe de la ligne de collimation de la lunette, de pivotement des tourillons, etc., soient aussi petites que possible, qu'elles soient aussi constantes que possible et enfin que tous les dispositifs soient pris pour permettre à l'observateur de les déterminer. »[504]

Hirsch accorde une attention particulière au rôle des lentilles, soulignant qu'il souhaite un instrument « parfait sur le plan optique ». Pour garantir la qualité des verres, Ertel collabore avec la firme Merz und Söhne, successeur de Fraunhofer, qui fabrique également le réfracteur de l'Observatoire[505]. Hirsch insiste également pour que les erreurs instrumentales soient faibles et constantes, et, surtout, que l'observateur puisse les déterminer lui-même.

La bienfacture est donc un critère essentiel, mais insuffisante à elle seule. Deux aspects clés sont illustrés par la demande de Hirsch. Tout d'abord un cercle méridien, comme tout instrument scientifique, comporte des défauts. Malgré tout le soin apporté à sa fabrication, l'instrument n'est pas géométriquement parfait. De plus, il est susceptible d'être affecté par les affres du temps et par des facteurs environnementaux, tels que les variations de température et de pression atmosphérique. L'instrument évolue donc avec le temps et, pour garantir des observations précises, il est impératif de pouvoir mesurer ces changements. La mention de Hirsch laisse également entrevoir la faible dotation en personnel de l'Observatoire de Neuchâtel, une caractéristique qu'il convient de prendre en compte pour comprendre son fonctionnement. Cette contrainte explique certains choix techniques et organisationnels, notamment en matière de maintenance et de gestion des instruments[506]. L'ensemble de la chaîne opératoire de l'Observatoire de Neuchâtel est conçu pour utiliser un minimum de ressources tout en garantissant une précision suffisante. Cette approche contraste fortement avec celle des grandes institutions, où un personnel nombreux, comprenant de nombreux assistants, permet au directeur de se concentrer sur les activités les plus prestigieuses. Dans ces grandes structures, les tâches répétitives, comme les observations ou les calculs de réduction, peuvent être confiées au personnel subalterne, permettant ainsi une gestion plus souple des opérations quotidiennes. En revanche, à Neuchâtel, la faible dotation en personnel impose une organisation plus contraignante, où chaque tâche est assurée par un nombre réduit de personnes. À Neuchâtel, et

[504] Lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 27 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.
[505] Les échanges à ce propos sont également archivés dans le fonds des AEN, 2IND-6.
[506] Canales Jimena, « Exit the frog… », p. 177.

ce, jusqu'en 1864, l'Observatoire dispose uniquement d'un directeur et d'un aide[507]. Hirsch cherche à constituer un apparat scientifique tenant compte de cet état de fait et définit les champs d'activités possibles pour l'Observatoire :

« *Il va sans dire qu'avec ses moyens très-limités [sic] d'instruments et de personnel, l'Observatoire de Neuchâtel ne pourra jamais avoir l'ambition de rivaliser avec les grands observatoires de premier et même de second rang. Il y a des sphères entières de l'astronomie qui seront inaccessibles. Ce sont d'abord les recherches d'astronomie physique qui demandent des moyens optiques dont nous ne disposerons pas. De même il nous sera impossible de concourir aux grandes entreprises d'astronomie stellaire, que poursuivent les premiers observatoires, comme celui de Greenwich, de Poulkova, de Berlin, de Vienne, de Paris, etc., et qui ont pour but d'étendre et de préciser nos connaissances des étoiles et pour résultat les grands catalogues et les cartes célestes. Il faut, pour ce genre de travaux fondamentaux de l'astronomie, un nombre considérable d'observateurs et surtout un bureau de calcul, qui entreprend la réduction longue et pénible des observations.* »[508]

Ainsi, la recherche en astronomie et la production de catalogues célestes dépassent les possibilités de l'Observatoire, tant du point de vue matériel qu'organisationnel. Hirsch cherche l'adéquation entre ses ressources limitées et les missions réalisables. En revanche, l'institution entend tout de même participer au développement de certains domaines scientifiques, comme l'observation des planètes :

« *À notre observatoire, qui ne possède que deux instruments et un astronome, il ne restera donc pour se rendre utile à la science, que la sphère des planètes et des comètes, qui d'ailleurs est, pour ainsi dire, à l'ordre du jour de l'astronomie. Dans cette partie, l'Observatoire de Neuchâtel se vouera plutôt à l'observation et aux calculs des astres connus qu'à la découverte de nouvelles planètes ou comètes. Ce dernier genre de recherches, bien qu'il n'exige point des moyens considérables, demande une occupation presque exclusive de l'astronome, chose impossible pour l'Observatoire de Neuchâtel qui, de cette manière, ne répondrait pas à son but spécial. Et dans*

[507] L'article 4 du décret de fondation précise la composition du personnel de l'Observatoire, à savoir un directeur et un aide, « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », pp. 624-625. Ce fait est corrigé par le Grand Conseil le 17 mai 1864, *Procès-verbaux de la séance du 17 mai 1864*, *BOGC*, Neuchâtel, 24, 1864, pp. 20-23.

[508] Hirsch Adolphe, « Sur l'établissement de l'Observatoire à Neuchâtel, son orientation et les premiers travaux d'installation », *BSSNN*, 5, 1858-1859, pp. 60-65, pp. 60-61.

l'intérêt même de la science, il est préférable que nous contribuions à l'étude des petites planètes, que de vouloir essayer d'augmenter leur nombre déjà très-considérable [sic]*, qui demande aux astronomes de très-grands* [sic] *efforts en observations et en calculs, si l'on ne veut pas risquer d'en connaître seulement le nom, et même de les perdre tout à fait. Ainsi, en considérant bien les besoins de la science, et en tenant compte des moyens qui seront à notre disposition, j'estime que les travaux scientifiques auxquels l'Observatoire de Neuchâtel devra se livrer, non pas exclusivement, mais de préférence, seront les observations des planètes, tant au méridien qu'à la lunette parallactique, et les calculs qui s'y rattachent.* »[509]

Le cercle méridien de Neuchâtel a donc deux missions principales : déterminer l'heure et observer certains corps célestes. Il existe une volonté explicite de rendre service à « la science » en général, en réalisant des recherches sur les astres déjà connus – notamment en calculant les trajectoires des corps célestes, une mission cruciale pour améliorer les catalogues d'étoiles – plutôt que se consacrer à de nouvelles découvertes. Selon Hirsch, la détermination de l'heure doit atteindre une précision d'un dixième de seconde, soulignant ainsi l'exigence de précision et de rigueur scientifique qui guide les activités de l'Observatoire[510]. Il pose également comme critère que la puissance optique de l'instrument permette « *d'observer commodément des étoiles de 11e-12e grandeur dans le champ obscur sur des fils clairs* »[511]. En réponse à ces demandes, Ertel explique comment diviser le cercle de lecture de l'instrument pour atteindre cette précision : « *La division du cercle principal se fera directement de deux en deux minutes, chaque degré étant divisé en trente parties sur l'argent 10 800 espaces intermédiaires – il y aura donc deux tours de la vis du microscope dans un espace intermédiaire.* »[512]

Après avoir défini les principes de base de son instrument méridien, Hirsch précise ses attentes en termes de dimension. Pour ce faire, il se réfère à un catalogue de prix d'Ertel & Sohn daté de 1853[513]. Le directeur souhaite un

[509] Hirsch Adolphe, « Sur l'établissement de l'Observatoire à Neuchâtel, son orientation et les premiers travaux d'installation », *BSSNN*, 5, 1858-1859, p. 61.

[510] Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 27 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich. Cet intervalle de temps devenu mesurable en cours du XIXe siècle est l'occasion d'un bel ouvrage de Jimena Canales : Caneles Jimena, *A Tenth of a Second…*

[511] Brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 17 avril 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[512] Lettre de Georg Ertel à Aimé Humbert, 31 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[513] Lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 27 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich. La référence exacte de Hirsch nous est inconnue mais, dans les *Astronomische*

instrument correspondant aux modèles quatre et cinq du catalogue, avec une distance focale de 54 pouces parisiens (146,2 cm) et une ouverture de 48 lignes (10,83 cm) pour la lunette ainsi qu'un cercle de trois pieds de diamètre (97 cm)[514]. Selon Ertel, ces dimensions se rapprochent davantage du modèle trois, ascendant à 4 700 florins[515]. Le fabricant bavarois ajoute encore qu'il est tout à fait envisageable d'effectuer la configuration demandée, mais recommande une distance focale de 60 pouces (162,4 cm) pour une ouverture de 48 lignes[516]. Hirsch accepte la proposition tout en faisant passer l'ouverture à 51 lignes (11,5 cm)[517]. L'augmentation de la taille permet d'élargir le champ de vision, augmentant ainsi le nombre d'astres observables et facilitant un plus grand nombre d'observations. Hirsch s'intéresse également à différentes options pour certaines parties de l'instrument, comme la possibilité de remplacer le second cercle par un système de contrepoids[518]. Le catalogue du fabricant sert donc de base à la commande, mais l'astronome participe activement à l'élaboration du produit. Le 26 avril, Ertel confirme que les dimensions proposées par Hirsch sont réalisables[519]. Cependant, ce dernier décide d'agrandir l'instrument à 72 pouces (194,9 cm) pour une ouverture

Nachrichten, des listes de prix des produits Ertel sont régulièrement publiées. Par exemple, entre 1850 et 1851, un catalogue conservé à la Staatsbibliothek de Berlin, paraît en trois parties : « Verzeichniss der mathematischen Instrumente, welche in dem Reichenbach'schen mathematisch-mechanischen Institute T. Ertel & Sohn in München um beigesetzte Preise verfertigt werden », *Astronomische Nachrichten*, 30, 25, 1850, pp. 367-372 ; 31, 5, 1851, pp. 27-32 ; et 31, 2, 1851, pp. 75-78, consulté à la Staatsbibliothek Unter den Linden, cote 4 Oh 1806-31=721/744.1851<a.La comparaison avec des catalogues ultérieurs montre une évolution relativement faible des cercles méridiens proposés à cette époque par la firme Ertel & Sohn, ce qui justifie l'utilisation des informations contenues dans le catalogue de 1850-1851. Des recherches complémentaires menées au Deutsches Museum ont permis de retrouver un catalogue de 1849, qui confirme cette tendance à une évolution limitée des cercles méridiens au fil des années : « Verzeichniss der mathematischen Instrumente, welche in dem Reichenbach'schen mathematisch-mechanischen Institute T. Ertel & Sohn in München um beigesetzte Preise verfertigt werden », 1849, Deutsches Museum, T. Ertel & Sohn, Reichenbachsches Mathem.-Mech. Institut, FS 1154.

[514] Lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 27 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[515] Dans le rapport au Grand Conseil, le montant est converti en six mille francs : « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal… », p. 611. Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 31 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[516] Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 31 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[517] Brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 17 avril 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[518] Brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 17 avril 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[519] Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 26 avril, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

de 56 lignes (12,63 cm), configuration qui sera finalement exécutée[520]. Cette configuration peut être considérée comme l'équilibre maximal entre objectifs scientifiques de l'Observatoire et contraintes financières de l'État de Neuchâtel. D'après Hirsch, ces dimensions font de ce cercle méridien « *l'un des plus grands instruments de son genre* »[521], même s'il s'empresse de compléter : « *À part quelques géants, comme le cercle méridien de Greenwich, la plupart des instruments ont des lunettes, dont l'ouverture reste au-dessous de 4''* [lignes] *et des cercles de deux pieds et demi.* »[522] Une comparaison avec d'autres observatoires montre que l'instrument se situe dans la moyenne supérieure de ce qu'il se fait au milieu du XIXe siècle[523].

Après plusieurs échanges portant sur la définition de l'objet technique, Hirsch demande à Ertel un nouveau plan, car « *il fallait en faire un autre, comme j'avais changé considérablement la disposition originale* »[524]. Ce plan parvient au directeur le 2 juin 1858 et synthétise les négociations (figure 21)[525].

Le 12 juin 1858, la commande définitive est passée sur la base de ces échanges préliminaires fixant les caractéristiques générales de l'instrument[526]. Par la suite, Hirsch demeure en étroite relation avec Ertel & Sohn pour suivre le processus de fabrication et régler différentes questions qui surviennent durant la commande. Ce procédé correspond à celui suivi par Struve et Repsold pour fabriquer un cercle méridien à l'Observatoire de Pulkowa, comme l'évoque l'astronome : « *L'exécution devait se régler d'après ces dessins, toujours en laissant à l'artiste et à l'astronome la liberté de s'accorder encore sur des corrections ultérieures, mais qui ne pouvaient plus toucher l'idée générale de l'instrument.* »[527] Ainsi, Hirsch contacte non seulement les mêmes fabricants que Struve, mais suit également des démarches conformes aux mêmes préceptes.

---

[520] Pour la taille définitive, voir le descriptif du cercle méridien envoyé en parallèle d'un courrier du 2 juin 1858 contenant le plan et le devis après la première phase de discussion, Annexe de la lettre d'Ertel & Sohn à Adolphe Hirsch, 2 juin 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich [**voir en annexe**].

[521] RD 1861-1862, p. 7.

[522] RD 1861-1862, p. 7. Pour le cercle méridien de l'Observatoire de Greenwich, voir : Belteki Daniel, *Overseeing the Production…*

[523] Pour une comparaison des cercles méridiens durant la seconde moitié du XIXe siècle, voir les ouvrages de : André Charles, Angot Alfred, *L'Astronomie pratique…*

[524] Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 1er juin 1858, AEN, 1TP-792, p. 9.

[525] Ce plan est conservé aux AEN dans le fonds 2IND-89.

[526] Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 12 juin 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[527] Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire…,* p. 33.

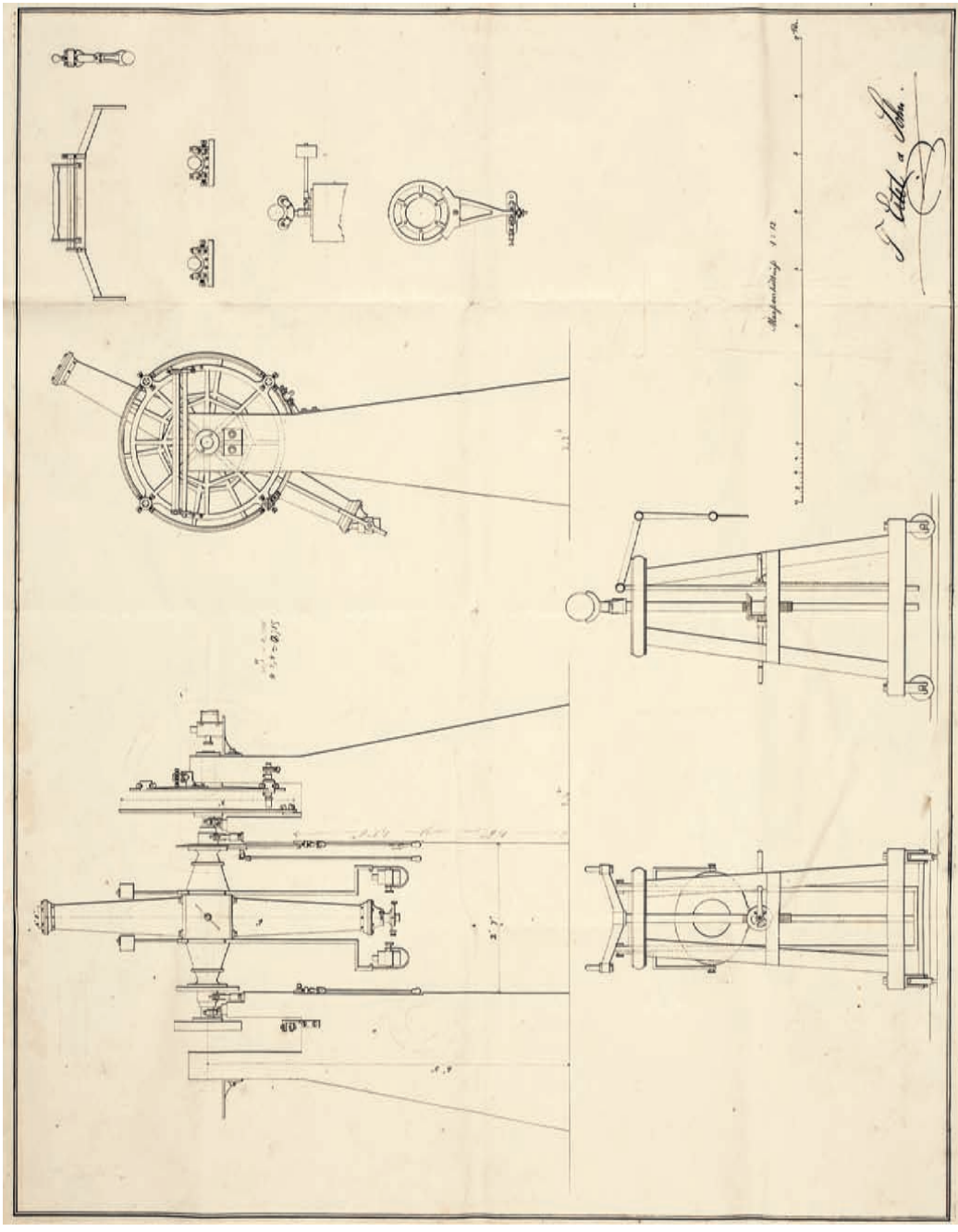


Figure 21. Plan du cercle méridien Ertel & Sohn, Ertel & Sohn, 2 juin 1858. © AEN, 2IND-89-11.

Durant la construction, plusieurs aspects sont réglés par le biais de négociations entre le fabricant et l'astronome. Ce processus se compose donc d'un ensemble de microdécisions qui conduisent à la constitution du cercle méridien de Neuchâtel, fondé sur une perspective épistémique visant à atteindre la précision à un prix raisonnable[528]. Un exemple de ces ajustements concerne le nombre de cercles encadrant la lunette méridienne. Deux options sont discutées : avoir un cercle de chaque côté ou n'en avoir qu'un seul, ce dernier choix réduisant la symétrie et nécessitant l'emploi d'un système de contrepoids. Cette option diminue également le coût de l'instrument. Hirsch opte finalement pour un cercle méridien plus grand, renonçant ainsi à l'ajout d'un second cercle[529]. Ainsi, sur le plan du 2 juin 1858, l'instrument scientifique comprend un cercle unique[530]. Toutefois, le 26 janvier 1859, Ertel liste une série d'ajouts, qui comprend notamment un deuxième cercle, renchérissant le prix total de 350 florins[531]. Le 2 février, Hirsch, sous pression en raison de contraintes budgétaires, informe qu'il ne peut pas couvrir le surcoût total de 850 florins lié aux modifications apportées à l'instrument. Il annonce ainsi sa décision de renoncer au second cercle pour respecter les limitations financières :

« *En réponse à votre lettre du 26 janvier, je me permets tout d'abord de vous faire remarquer qu'une fois le budget de notre observatoire fixé, il m'est impossible de faire des frais supplémentaires importants pour les instruments et, si désolé que je sois d'avoir à débattre longuement avec un artiste sur des questions de coûts, il m'est impossible d'investir la différence de prix de 850 florins, que vous me proposez. Tout d'abord donc, si l'ajout de deux microscopes mobiles dépasse la somme de 350 florins, je serai obligé d'y renoncer provisoirement, en me réservant de vous demander plus tard la*

[528] Pestre Dominique, « Comment se prennent les décisions de très gros équipements dans les laboratoires de "science lourde" contemporains », *Revue de synthèse*, 4, 1, 1988, pp. 97-130, p. 127. Dominique Pestre développe la question des processus décisionnels lors du choix d'équipements techno-scientifiques, dans : Pestre Dominique, « Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques », *Annales. Histoire, Sciences sociales*, 50, 3, 1995, pp. 487-522, pp. 511-515.

[529] Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 19 mai 1858, AEN, 2IND-6 et Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 24 mai 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn.

[530] La première illustration du cercle méridien de Neuchâtel est l'œuvre d'Auguste Bachelin, qui donne une idée précise de l'état de l'instrument en 1861, Hirsch Adolphe, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel », *L'Almanach de la République et Canton de Neuchâtel*, Neuchâtel, 38, 1861, pp. 36-41, p. 38. Nous tenons à remercier ici la BVCF, et particulièrement Sandrine Zawlaski, pour la numérisation de ce document (figure 13).

[531] Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 26 janvier 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

livraison ultérieure des deux microscopes. De même, je ne peux pas investir le prix de 350 florins demandé pour le cercle de contrepoids. »[532]

Ces échanges montrent que le cercle méridien se construit progressivement, à travers une série de lettres, et résulte d'ajustements fréquents dictés à la fois par les besoins scientifiques, les contraintes techniques et les possibilités financières. Afin de réduire les coûts, le directeur choisit de revenir à un seul cercle, associé à un contrepoids. Cependant, le second cercle étant déjà en cours de fabrication, le fabricant refuse de revenir sur cette décision et propose plutôt un arrangement financier : « *Votre très estimable lettre du 4 courant nous a mis dans un grand embarras, car les 2 microscopes et le 2e cercle sont déjà en cours et avancés, si vous ne pouvez donc pas allouer entièrement les frais actuellement, nous vous prions de les régler plus tard, car il est impossible de laisser ces parties inachevées* »[533]. Ainsi, une part de contingence existe dans la présence des deux cercles de l'instrument de Neuchâtel et des deux microscopes mobiles.

Le système optique occupe également une bonne part des discussions. Adolphe Hirsch souhaite un système d'oculaire mobile avec un micromètre filaire – appareil permettant de mesurer les angles et les distances – composé de cinq fils verticaux et de deux horizontaux permettant une précision au dixième de seconde : « *Le premier devrait avoir une graduation permettant de lire le dixième de seconde à l'aide de quatre microscopes ; son système oculaire devrait être mobile, le réseau de fils devrait se composer de 5 fils verticaux et de 2 fils horizontaux éclairés par l'axe de la lunette avec un dispositif permettant d'en faire varier l'intensité* »[534]. La question du nombre de fils n'est pas anodine et revêt une grande importance pour la précision de l'instrument. En effet, le nombre de fils détermine combien de fois un astre peut être observé durant son passage devant l'oculaire et donc le nombre de données enregistrables[535].

[532] Lettre de Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 2 février 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[533] Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 9 février 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[534] Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 27 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[535] Sur le développement du micromètre entre le XVIIe et le XIXe siècle, voir : Brooks Randall, « Development of micrometers in the seventeenth, eighteenth and nineteenth centuries », *Journal of History of Astronomy*, 22(2), 1991, pp. 127-173 ; Brooks Randall, « Development of scale-reading micrometers in the seventeenth to the nineteenth centuries », *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 98, 2008, pp. 8-23.

Le système d'éclairage du micromètre filaire occupe particulièrement les échanges entre l'astronome et le constructeur[536]. La nuit, il est nécessaire d'illuminer le champ de l'oculaire pour discerner les fils par effet de contraste. Ce dispositif est appelé système d'éclairage par fils sombres sur champ clair, ce qui permet de voir les astres passer derrière les fils micrométriques. Le défaut de cette solution technique réside dans le fait qu'elle estompe les astres peu lumineux, les rendant parfois invisibles à l'œil. Pour corriger cet aspect, il est nécessaire d'observer sur le champ sombre du ciel nocturne, mais cela pose un autre problème : les fils eux-mêmes se confondent avec l'obscurité du ciel. L'enjeu est donc de rendre les fils visibles, soit par un éclairage artificiel des fils, soit par une projection d'un réticule lumineux à la focale de l'oculaire. Cette méthode est connue sous le nom d'observation par fils clairs sur champ sombre[537].

Dès l'origine, Hirsch n'est pas convaincu par le système proposé par Ertel pour illuminer les fils du micromètre, consistant au positionnement de deux lampes proches de l'oculaire[538]. Le directeur évoque le risque d'échauffement des parties mécaniques et de la gêne occasionnée par un éclairage trop proche des yeux de l'observateur : « *Je crains cependant que la très grande proximité des deux lampes n'ait une influence néfaste sur le diaphragme, et notamment sur les fils eux-mêmes, que la lumière provenant d'une telle proximité pourrait certainement endommager et tordre et le dessécher en même temps. Je pense aussi que les deux lampes, bien qu'enfermées, devraient incommoder l'observateur à une telle proximité de l'oculaire.* »[539]

Le jeune astronome ne se contente pas de faire part de ses doutes, mais propose également des alternatives, comme le système d'Ignazio Porro (1801-1875)[540], fabricant d'instrument de précision et géodésien italien, connu

[536] Pour les échanges sur ce point, voir en particulier les lettres conservées aux AEN dans le fonds 2IND-6, liasse correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich : Brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 17 avril 1858; Lettre d'Ertel & Sohn à Adolphe Hirsch, 26 avril 1858 ; Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 30 avril 1858 ; Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 7 mai 1858 ; Lettre d'Ertel & Sohn à Adolphe Hirsch, 9 mai 1858 ; Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 24 mai 1858 ; Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 2 juin 1858 ; Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 2 février 1859 ; Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 9 février 1859 ; Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 21 février 1859 ; Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 10 mars 1859, Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 13 mars 1859.

[537] Sur ce système, voir : Boquet Félix, « Sur l'organisation du service de l'heure…, pp. 64-67.

[538] Voir le premier plan du cercle méridien du 31 mars 1858 (figure 19).

[539] Lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 7 mai 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[540] Sur le système Porro, voir : Porro Ignazio, « Nuovo micrometro per mezzo di linee luminose ad uso dell'astronomia », *Astronomische Nachrichten*, 1133 (48), 1858, pp. 65-70. Pour des indications biographiques sur Ignazio Porro, voir : Schiavon Martina, *Itinéraires de précision…,* pp. 45-46.

pour ses innovations dans les systèmes optiques. Par exemple, il a conçu un micromètre à double image pour comparer deux visuels[541]. Hirsch mentionne aussi le système de Christoph Starke (1794-1865), qu'il a probablement rencontré lors de son passage à l'Observatoire de Vienne[542]. Le système Starke trouve son origine dans les travaux de Carl August Steinheil (1801-1870) en 1827[543], avant d'être amélioré quinze ans plus tard par le professeur de mathématiques de l'Institut polytechnique de Vienne Simon Stampfer (1792-1864)[544]. À peu près simultanément à Munich, Johann Lamont (1805-1879) élabore des variantes de ce même système d'éclairage[545]. Une décennie plus tard, Augustin Reslhuber (1808-1875), directeur de l'Observatoire de Kremsmünster en Autriche, l'adapte à ses besoins[546], avant que Starke, à Vienne, n'en propose une nouvelle version. Bien que reposant sur un principe identique, la configuration du réticule diffère selon les modèles. Stampfer privilégie un réseau de lignes croisées, Reslhuber adopte une disposition en points, tandis que Starke opte pour des traits interrompus dépourvus de croisements[547].

Alors que le système de Porro n'est plus mentionné par la suite, celui de Starke est l'occasion d'une abondante discussion. Les différentes propositions formulées par Hirsch à propos du système d'éclairage s'appuient sur des publications détaillant les diverses options techniques disponibles. Dans sa correspondance, Hirsch mentionne avec précision les références nécessaires afin qu'Ertel puisse les examiner. Concernant le système Starke, décrit dans les *Sitzungsberichte* de l'Académie des sciences de Vienne, Ertel souligne que le volume en question est actuellement en consultation à la bibliothèque. Il précise toutefois qu'il le recevra sous peu et rédigera un rapport sur cette

[541] Ambronn Leopold, *Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde*, 2 volumes, Berlin, Julius Springer, 2018 [1899], p. 597. Pour une étude approfondie des différents micromètres utilisés, voir les pages 503 à 620 du même auteur.

[542] Brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 17 avril 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[543] Steinheil Carl August, « Ueber ein neues Netzmikrometer zunächst als Hülfsmittel bey der Verfertigung vollständiger Himmelscharten », *Astronomische Nachrichten*, 117, 5, 1827, pp. 359-366.

[544] Stampfer Simon, « Vorschlag eines neuen Fernrohr-Mikrometers, mit hellen Linien und Punkten im dunklen Gesichtsfelde », *Annalen der kaiserlich-königlichen Sternwarte in Wien*, 21, 1, 1841, pp. 44-48.

[545] Lamont Johann, « Jahresbericht 1838 », *Jahrbuch der Königlichen Sternwarte bei München*, 1840, pp. 185-209.

[546] Reslhuber Augustin, « Beobachtung auf der Sternwarte zu Kremsmünster », *Astronomische Nachrichten*, 846, 36, 1853, p. 85.

[547] Il faudra attendre les années 1880 et le « Ghost Micrometer » de Sir Howard Grubb (1844-1931) et Charles Burton (1846-1882), partant du même concept, pour voir une forme plus commune se diffuser, surtout en Angleterre : Ambronn Ludwig, *Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde*, tome 2…, pp. 549-551.

solution[548]. Cette démarche, fondée sur des références à des articles traitant de la typologie des systèmes d'éclairage, met en lumière le rôle central joué par les revues spécialisées, telles que les *Astronomische Nachrichten*. Décrit par Adolphe Hirsch comme « *un journal qui est pour ainsi dire le répertoire de l'astronomie* »[549], ce périodique rassemble une part importante des travaux cités par le directeur. Plus généralement, cette approche illustre également l'importance des bibliothèques dans la diffusion et le partage des savoirs scientifiques[550]. La bibliothèque joue un rôle essentiel en rassemblant les résultats d'expériences menées en divers lieux, créant ainsi une base commune de réflexion pour les acteurs impliqués dans la conception du cercle méridien Ertel & Sohn. Hirsch souligne à plusieurs reprises l'importance de constituer une telle collection, regroupant les « *ouvrages indispensables* » à tout observatoire, afin de soutenir efficacement le travail scientifique[551]. Ainsi, dans son premier rapport annuel, il souligne que « *notre petite bibliothèque est encore bien loin de contenir les ouvrages les plus nécessaires, ce qui est d'autant plus fâcheux que la bibliothèque de la ville est justement très pauvre dans le domaine de notre science* »[552].

Toujours à propos de l'éclairage, Ertel considère que le système de Starke n'est pas exempt de défauts et demeure convaincu par sa solution tout en acceptant d'expérimenter la demande de l'astronome :

« *Nous ne manquons pas de vous faire savoir que nous sommes prêts à réaliser l'éclairage de Starke, mais que, d'après les expériences faites, nous n'osons pas garantir la perfection de celui-ci. Nous sommes également disposés à*

[548] Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 26 avril 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.
[549] RD 1860-1861, p. 10.
[550] Sur les bibliothèques comme espaces savants hétérotopique, voir : Bert Jean-François et Lamy Jérôme, « Hors de la bibliothèque point de salut ? », Bert Jean-François et Lamy Jérôme, *Voir les savoirs…*, pp. 31-52 ; Ophir Adi, « A place of knowledge re-created: the library of Michel de Montaigne », *Science in Context*, 4, 1, 1991, pp. 163-189.
[551] RD 1860-1861, p. 10. Plusieurs échanges ont lieu à ce sujet, au cours desquels Hirsch engage des négociations afin de garantir le budget le plus important possible. Il reconnaît toutefois la possibilité d'étaler sur plusieurs années la constitution de la bibliothèque. Voir notamment : Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 24 octobre 1858, AEN, 2IND-83, Correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859 ; Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 13 décembre 1858, AEN, 2IND-83, Correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859. Le budget alloué à l'acquisition d'ouvrages est fixé par Guillaume à 1 000 francs pour l'année 1859, une somme considérable pour l'époque. Ce montant pourra néanmoins être réparti sur deux ou trois années, afin de constituer progressivement la collection de livres jugée indispensable : Lettre de George Guillaume à Adolphe Hirsch, 20 janvier 1859, AEN, Correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.
[552] RD 1860-1861, p. 10.

essayer vos propositions à ce propos – mais nos réserves portent surtout sur le plan et le parallélisme parfaits de la plaque de verre elle-même, dont beaucoup doit dépendre. Vos inquiétudes concernant notre méthode d'éclairage proposée ne sont pas infondées, mais l'avantage d'éclairer les mêmes fils et avec cette netteté l'un à côté de l'autre l'emporte sur les inconvénients existants – la chaleur rayonnante des lampes – de part et d'autre de l'oculaire – donc de manière uniforme, n'est pas importante, car les lampes à bois sont munies de grands trous de tirage du bas vers le haut, qui absorbent rapidement la chaleur – les flammes n'ont besoin que d'être petites. Ces lampes ne sont pas gênantes pour l'observateur. »[553]

Cette observation d'Ertel témoigne de ses compétences scientifiques, révélant un fabricant qui ne se limite pas à exécuter passivement les demandes de l'astronome, mais qui s'appuie également sur une solide connaissance des expériences menées sur d'autres instruments. Hirsch, quant à lui, se montre particulièrement intéressé par le système d'éclairage conçu par Airy à Greenwich, qui repose sur l'utilisation d'un prisme pour dévier les rayons lumineux. Il interroge Ertel à ce sujet : « *Connaissez-vous le dispositif anglais avec l'utilisation de prismes ?* »[554] Après une tentative infructueuse, Ertel explique que le tube de l'instrument est trop étroit pour adapter ce système[555]. À contrecœur, Hirsch accepte ce constat, tout en rappelant sa seconde préférence, le système Starke[556]. À la même période, Hirsch prend connaissance du projet d'acheminement du gaz d'éclairage dans les environs de l'Observatoire, prévu pour la fin de l'année 1859. Il sollicite alors le fabricant afin de s'assurer que le système puisse être compatible avec cette nouvelle source d'énergie[557]. L'éclairage au gaz présente plusieurs avantages par rapport à celui à l'huile ou à la bougie. Il permet notamment d'éloigner la source lumineuse, évitant ainsi les déformations des parties mécaniques du cercle méridien dues à la chaleur dégagée. De surcroît, il libère l'observateur

[553] Lettre d'Ertel & Sohn à Adolphe Hirsch, 9 mai 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[554] Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 7 mai 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich. Pour une description du système : Airy George-Biddell, « Description of the transit circle of the royal observatory Greenwich », *Greenwich Observations*, 1852, Appendix 1.

[555] Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 10 mars 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[556] Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 13 mars 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[557] Le conseiller d'État George Guillaume lui confirme que l'Observatoire pourra bénéficier du gaz dans une lettre du 20 janvier 1859. Lettre de George Guillaume à Adolphe Hirsch, 20 janvier 1859, AEN, 2IND-83, pp. 19-23 ; Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 2 février 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

d'une tâche fastidieuse : celui-ci n'a plus à tenir manuellement une lampe pour illuminer les graduations de l'instrument pendant la nuit. Enfin, l'éloignement de la lumière réduit les risques d'éblouissement, améliorant ainsi le confort visuel. Le choix de la source d'énergie revêt donc une grande importance, tant pour la précision de l'instrument que pour les conditions de travail de l'observateur.

Aucune trace écrite ne permet de confirmer le choix final, mais une esquisse réalisée par Auguste Bachelin en 1861 atteste que la proposition initiale d'Ertel, consistant en l'utilisation de deux lampes placées à proximité de l'oculaire, a été mise en œuvre (figure 13). Cependant, Hirsch modifie assez rapidement l'instrument avec une solution hybride, éloignant la source de lumière, laquelle, conformément aux craintes du directeur, agit négativement sur les fils du micromètre, ainsi que sur l'observateur :

« *Quant aux instruments, j'ai d'abord changé à la lunette méridienne le système d'éclairage des fils à champ obscur dont on se sert pour observer les faibles objets. Les lampes suspendues près de l'oculaire et destinées à éclairer les fils directement exerçaient une influence nuisible soit sur les corrections de l'instrument dont elles changeaient la collimation, en chauffant l'extrémité oculaire, soit sur l'observateur qui se trouvait gêné par l'éclat et par la chaleur de ces deux lampes placées immédiatement à côté de sa tête. J'ai donc essayé d'utiliser pour ce but les deux flammes de gaz qui servent à éclairer le champ des microscopes du cercle ; pour pouvoir projeter leur lumière sur les fils dans toutes les positions de la lunette, j'ai fait fixer des petits miroirs mobiles autour de deux axes, de sorte qu'on peut facilement les orienter convenablement pour chaque déclinaison. Ces trois petits miroirs ont été montés sur une plaque annulaire, fixée elle-même sur le tube oculaire de la lunette. J'ai réussi de cette manière à pouvoir observer les petites planètes aux fils éclairés, sans difficulté* […] *et l'utilité de notre bel instrument méridien se trouve ainsi notablement augmentée.* »[558]

Le système d'éclairage est ainsi défini à travers une approche combinant l'inspiration des réalisations antérieures, la coconstruction de l'objet par le fabricant et l'astronome, et une adaptation progressive en fonction des besoins observés après la construction de l'accessoire.

La question du confort, loin de se limiter au risque d'éblouissement lié à la source lumineuse, englobe également celle du siège d'observation. Ainsi,

[558] RD 1864-1865, pp. 3-4.

lors de sa visite à Neuchâtel, Jules Gruey attire l'attention sur les dimensions de la chaise utilisée par l'observateur : « *Je m'étonne de la largeur du lit d'observation. Suivant M. Hirsch, le lit français est trop étroit, il reçoit mal la tête de l'observateur et occasionne souvent une tension des muscles du cou, tension fatigante, nuisible en outre à l'exactitude des mesures.* »[559] Le confort de la chaise d'observation est perçu comme une nécessité impérative, non seulement pour garantir le bien-être de l'astronome, mais également pour assurer la précision des mesures. Lors de la visite d'inspection de la SSNN, Hirsch décrit le siège comme « *une chaise mécanique, mobile sur les mêmes rails avec la machine de retournement* [du cercle méridien] *permet à l'astronome de prendre commodément toutes les positions exigées par les différentes directions de la lunette* »[560]. Bien que rarement évoquée dans les sources, la chaise d'observation figure systématiquement sur toutes les illustrations du cercle méridien, témoignant ainsi de son importance fondamentale[561].

La construction du cercle méridien était prévue en neuf mois, mais les délais ne sont pas respectés, notamment en raison de modifications apportées durant la commande et de la grave maladie d'Ertel[562]. En août 1859, Hirsch se rend à Munich pour examiner la qualité de fabrication de l'instrument[563]. Le fabricant accompagne l'instrument afin de superviser son installation à l'Observatoire, une tâche achevée le 8 septembre 1859, comme Hirsch l'annonce non sans une pointe de fierté : « *Le cercle est arrivé à la fin du mois d'août et nous l'avons posé, M. Ertel et moi, dans la première semaine de septembre, de sorte que, le 8 septembre, on a pu faire la première observation méridienne.* »[564] Cette date marque le véritable commencement des activités scientifiques de l'institution, bien que celle-ci ne dispose pas encore de l'intégralité de son équipement scientifique.

Si la relation entre le fabricant et l'astronome joue un rôle central, elle ne suffit pas à rendre compte de l'ensemble du processus de développement. Celui-ci s'appuie également sur les contributions d'autres acteurs, un savoir

[559] Gruey Louis-Jules, « Visite à divers observatoires étrangers », *Mémoires de la Société d'émulation du Doubs*, 1883, pp. 39-88, p. 43.
[560] Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238, p. 232.
[561] Pour une histoire culturelle des chaises des astronomes et sur leur omniprésence dans les représentations d'instruments scientifiques ou d'observation, voir : Nasim Omar, *The Astronomer's Chair. A Visual and Cultural History*, Cambridge (Ma), Londres, The MIT Press, 2021.
[562] Hirsch annonce à Humbert que la maladie d'Ertel retarde la construction de deux mois : Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 25 février 1859, AEN, 2IND-83, pp. 12-14.
[563] RD 1860-1861, p. 4. Ertel invite Hirsch le 21 juillet : Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 21 juillet 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich. Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire astronomique…,* pp. 32-45.
[564] RD 1860-1861, p. 4.

formalisé, ainsi que sur l'expérience professionnelle directe du directeur, acquise notamment à Vienne, et lors d'un voyage de recherche à Londres, ou encore par la lecture d'articles scientifiques. Tout au long de cette démarche, des questions émergent et sont débattues afin de concevoir un instrument répondant aux besoins spécifiques de l'Observatoire de Neuchâtel.

Ces discussions ne se limitent pas à des problématiques purement techniques, mais intègrent également des contraintes économiques, spatiales, énergétiques, scientifiques et sociales, qui influencent la configuration finale du cercle méridien. Ainsi, le choix du fabricant, les caractéristiques de l'instrument et la qualité de sa fabrication constituent des critères déterminants pour garantir des observations scientifiques précises. Bien que la forme initiale de l'instrument soit largement dictée par le fabricant, notamment à travers ses catalogues, elle est ensuite adaptée aux conditions locales. Par ailleurs, le fonctionnement du cercle méridien ne peut être pleinement compris sans le replacer dans un réseau plus large d'instruments scientifiques, nécessaires à son emploi adéquat. C'est dans ce contexte que le concept de chaîne opératoire prend tout son sens, permettant une analyse dépassant la simple étude d'un objet technique isolé. Ce concept met en lumière la manière dont l'instrument interagit avec d'autres dispositifs, dans un espace donné, tout en étant intégré à une organisation sociale et à des méthodes spécifiques. Ces éléments sont cruciaux pour appréhender une évolution majeure des méthodes d'observation à Neuchâtel, où le cercle méridien est conçu pour fonctionner en interaction étroite avec un chronographe imprimant.

3.1.2 Le chronographe imprimant à plumes de Matthäus Hipp

Apparu en astronomie aux États-Unis, le chronographe imprimant est un instrument conçu pour enregistrer et mesurer précisément de petits intervalles de temps. Il permet d'obtenir une grande exactitude, ce qui en fait un outil essentiel pour les observations astronomiques, où la précision est fondamentale[565]. Dès 1854, l'Observatoire de Greenwich emploie des chronographes sous l'impulsion de son directeur Airy[566]. Avec l'intégration

[565] Evans Rand, « Chronograph », Bud Robert, Warner Deborah Jean (eds.), *Instruments of Science*, New York, Londres, Garland Publishing, 1998, pp. 110-112. Sur l'histoire du chronographe en astronomie : Brooks G. P, Brooks Randall, « The improbable progenitor », *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, LXXIII, 1979, pp. 1-23.

[566] Belteki D, *Overseeing the Production of Space and Time*…, p. 292. Sur la construction du chronographe de Greenwich : Belteki Daniel, « The galvanic connections of the Airy transit circle and

de cette technologie électrotechnique, plusieurs composantes de la chaîne opératoire de la détermination de l'heure sont adaptées à Neuchâtel[567].

Cet ajout instrumental entraîne le passage de la méthode dite « de l'œil et de l'oreille » ou de Bradley, du nom de l'astronome qui l'a mise au point, à la méthode chronographique ou américaine[568]. Jusqu'au milieu du XIXe siècle, la méthode principalement utilisée pour déterminer l'heure astronomique est celle dite « de l'œil et de l'oreille »[569]. L'observateur compte les secondes en se basant sur le battement de l'échappement d'une horloge sidérale, qui sert à conserver l'heure astronomique. Simultanément, il observe le transit d'un astre dans le champ de la lunette et détermine le moment de sa bissection derrière chaque fil du réticule. En fonction de la position du fil par rapport à celle de l'astre entre deux battements de secondes, il évalue la fraction de seconde de la bissection. C'est donc une méthode d'estime. L'astronome consigne ou mémorise alors la donnée, estimée au dixième de seconde, avant de répéter l'exercice pour les fils suivants[570]. Avec cette technique, le micromètre de l'instrument méridien peut contenir au maximum cinq à sept fils, une limite que les meilleurs observateurs peinent à dépasser[571]. Cette pratique implique un exercice astreignant de mémorisation des secondes et d'évaluation de l'instant de passage pour chaque fil. Les données ainsi recueillies sont ensuite réduites statistiquement à un fil moyen théorique, correspondant à l'heure brute déterminée pour un passage d'astre[572]. Cette méthode, qui est alors

---

the Airy chronograph », *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 149, 2021, pp. 2-10. Sur l'arrivée du chronographe en Europe et son effet sur la pratique scientifique dans les observatoires, voir : Schaffer Simon, « Astronomers mark time… » ; Lamy Jérôme et Soulu Frédéric, « L'émergence contrariée du chronographe… ».

[567] Le mémoire de Plantamour et Hirsch offre une description détaillée de l'utilisation du chronographe pour déterminer les longitudes. Son objectif principal est de promouvoir l'emploi de cet instrument en astronomie et en géodésie. Ce document constitue ainsi une source précieuse pour comprendre les méthodes de travail de l'époque : Plantamour Émile, Hirsch Adolf, *Détermination télégraphique de la différence…*

[568] Sur la méthode américaine, voir notamment : Slotten Hugh Richard, « The dilemmas of science in the United States: Alexander Dallas Bache and the U.S. Coast Survey », *Isis*, 84, 1, 1993, pp. 26-49.

[569] Pour les méthodes d'observations méridiennes, voir : Boquet Félix, « Sur l'organisation du service de l'heure… »

[570] Pour une histoire de l'astrométrie, voir : Perryman Michael, « The history of astrometry… » ; Dejaiffe René, « L'astronomie méridienne », *Ciel et Terre*, 85, 1969, pp. 193-235.

[571] Schaffer Simon, « Astronomers mark time… », p. 126. Le micromètre de la grande lunette méridienne Ertel de l'Observatoire de Pulkowa est composé de neuf fils, mais la plupart des observations se font avec sept fils selon son directeur, voir : Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire astronomique…*, p. 118.

[572] Nous parlons d'heure brute, car il convient ensuite d'éliminer les différentes sources d'erreur à l'aide des calculs de réduction, afin d'obtenir une heure épurée. Ces questions seront abordées plus en détail dans le chapitre suivant.

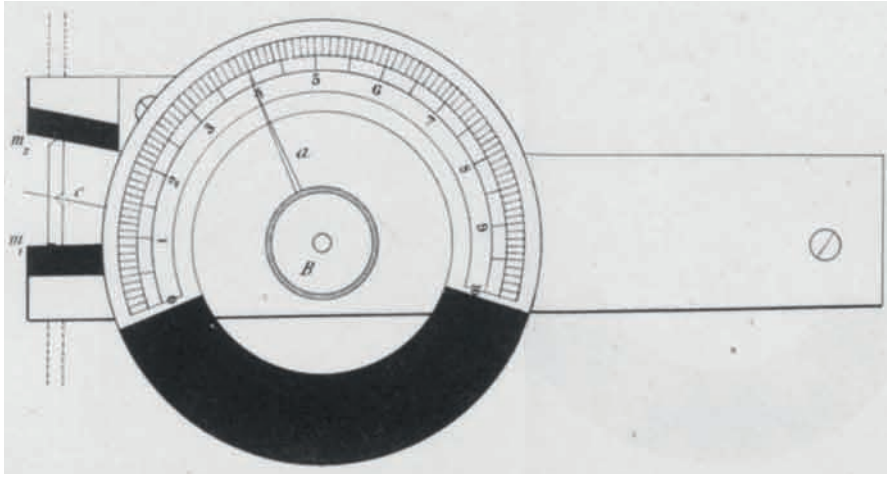


Figure 22. Appareil de relevé. Plantamour Émile, Hirsch Adolphe, *Détermination télégraphique de la différence de longitude entre les Observatoires de Genève et de Neuchâtel*, Genève et Bâle, H. Georg, Libraire-Éditeur, 1864. ETH-Bibliothek Zürich, Rar 15091, https://doi.org/10.3931/e-rara-108667 / Public Domain Mark

largement utilisée, représente un des critères pour évaluer les facultés d'un bon astronome[573].

La méthode chronographique simplifie la tâche de l'observateur et change l'organisation de son travail. Elle consiste à saisir le moment du passage d'un astre derrière chaque fil du micromètre à l'aide d'une impulsion électrique déclenchée par l'astronome. Celle-ci est ensuite imprimée par une plume sur une bande de papier qui tourne à vitesse constante autour du tambour du chronographe. Une seconde plume, reliée à une pendule sidérale, inscrit un trait à chaque seconde, parallèlement à celui de la première plume. Une fois la bande retirée de l'appareil, elle est étudiée à l'aide d'un appareil de relevé (figure 22), un petit instrument conçu pour mesurer les écarts entre les traits. Ces écarts sont ensuite convertis en temps, permettant ainsi de connaître précisément le moment où l'observateur a appuyé sur l'interrupteur[574].

[573] Cet aspect est aussi mis en exergue par Ken Alder : Alder Ken, *Mesurer le monde…*, p. 80.

[574] Les travaux d'Omar Nasim ont mis en évidence le rôle de la main dans le processus d'observation, laquelle, loin d'être passive, se coordonne avec la vue afin de réaliser une observation astronomique : Nasim Omar, *Observing by Hand…*

Un autre avantage du chronographe est qu'il laisse des traces, fournissant ainsi un document tangible de la procédure. Cela constitue un gage de transparence, permettant de vérifier la qualité de l'observation. Ce mécanisme est particulièrement utile lors des opérations géodésiques et de la détermination des longitudes, où la précision des mesures doit être rigoureusement contrôlée[575]. À Neuchâtel, ces traces n'ont malheureusement pas été conservées, mais retenons qu'elles occupent une place importante dans la pratique de la détermination de l'heure. Nous avons toutefois eu l'occasion de découvrir des bandes de papier réalisées avec un chronographe à plumes de Hipp à l'Observatoire astronomique de Palerme (figure 23)[576]. Ces documents contribuent au développement de l'objectivité mécanique au cours du XIX^e^ siècle, aux côtés des registres de contrôle des chronomètres, et participent à la technologie littéraire de l'Observatoire[577].

Selon Hirsch, la précision de la méthode de « l'œil et de l'oreille » représente, pour un fil, environ un dixième de seconde pour les meilleurs observateurs, alors qu'avec la méthode chronographique, on s'approche de 0,09 s[578]. Ainsi, contrairement à ce que l'on pourrait penser intuitivement, la précision d'une seule bissection est relativement peu améliorée. Cependant, ce constat vaut pour les meilleurs observateurs avec la méthode « de l'œil et de l'oreille » ; pour les moins expérimentés, l'écart est plus grand. De plus, cette méthode implique un exercice pouvant fatiguer l'observateur. Avec l'introduction du chronographe, le travail devient plus simple, car il n'est plus nécessaire de se concentrer simultanément sur le passage de l'astre et sur le son de la pendule sidérale. Cela permet une uniformisation des observations méridiennes, rendant ainsi les mesures effectuées par différents astronomes plus comparables.

Le grand changement apporté par la méthode chronographique réside dans la multiplication des données potentiellement enregistrables lors du passage d'un seul astre grâce à l'augmentation du nombre de fils du micromètre filaire

[575] La correspondance de Hirsch conserve de nombreux échanges avec d'autres astronomes, particulièrement avec Plantamour, avec lequel il réalise plusieurs opérations de détermination de longitudes, portant sur les observations réalisées afin de vérifier qu'il n'y a pas d'erreurs dans les relevés. Voir les registres conservés à la BPUN, fonds OBSE-102-4.1 à OBSE-102-4.19.

[576] Nous remercions ici particulièrement Ileana Chinnici pour la visite de l'Observatoire et la mise à disposition des archives, ainsi que Manuela Coniglio pour son aide précieuse.

[577] Sur l'objectivité mécanique, voir : Daston L., « Objectivity and impartiality … ».

[578] Pour une discussion sur la précision de la méthode de l'œil et de l'oreille voir : Brooks G. P. et Brooks Randall, « The improbable progenitor… », Pour l'appréciation de Hirsch sur la précision des deux méthodes voir : Plantamour Émile, Hirsch Adolf, *Détermination télégraphique de la différence*…, p. 54.

Figure 23. Chronographe de Matthäus Hipp (1813-1893), à l'Observatoire astronomique de Palerme INAF. Courtoisie de l'Observatoire astronomique de Palerme INAF.
© Salvatore Speziale.

du cercle méridien. À Neuchâtel, le micromètre est adapté et les fils passent de cinq à vingt et un :

« *En ce qui concerne le système de fils, je remarque tout d'abord qu'en règle générale, les fils verticaux sont écartés d'environ 4* [lignes] *en position ou de 15° en temps équatorial, et qu'il est également nécessaire de noter le temps après chaque départ, selon la méthode habituelle. Mais il en va autrement si l'on observe avec un dispositif de mesure galvanique, où tous les fils sont fixés ; la précision d'une observation dans l'axe augmente alors naturellement en proportion du nombre de fils, et l'on a besoin de moins de temps pour une observation. C'est pourquoi, partout où les chronographes sont introduits, le nombre de fils est considérablement élevé, ici à Paris, le réseau contient 21 fils répartis de la manière suivante, où les chiffres des secondes signifient les étoiles équatoriales. À Greenwich, le réseau est composé de 13 fils, et enfin à Altona, M. Peter a fait introduire* […] *27 fils de 2,3 secondes d'intervalle.* »[579]

À cette époque, le nombre de fils des différents cercles méridiens dépend de l'appréciation de l'astronome sans qu'une option clairement établie ne s'impose. La simplification du travail de l'astronome grâce à l'utilisation du chronographe permet d'accroître considérablement le nombre de données obtenues lors d'un seul passage d'astre au méridien, multipliant ainsi par quatre les mesures. Cela s'inscrit dans un contexte où une « mentalité d'usine » commence à s'instaurer dans les observatoires, avec un accent croissant sur la production de données en grande quantité[580]. La précision est ainsi améliorée quantitativement grâce à l'augmentation du nombre de données collectées, ce qui permet de réduire l'incertitude des mesures. Ce phénomène fait dire à Hirsch que « l'exactitude d'un passage d'étoile [est] à peu près deux fois plus grande avec la méthode américaine »[581]. Cette

[579] Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 2 février 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich. Signalons ici que contrairement au descriptif de Gilbert Satterthwait, le cercle méridien de Airy ne comporte pas sept fils, mais bien treize depuis 1854 afin de s'adapter à la méthode chronographique : Satterthwaite Gilbert, « Airy's transit circle », *Journal of Astronomical History and Heritage*, 4, 8, 2001, pp. 115-141, p. 122. Pour l'indication, voir : Airy George-Biddell, *Astronomical and Magnetical and Meteorological Observations Made at the Royal Observatory, Greenwich in the Year 1878*, Londres, v. 1880.

[580] Sur cet aspect, voir : Chapman Allan, « Sir George Airy (1801-1892), p. 322.

[581] Plantamour Émile, Hirsch Adolf, *Détermination télégraphique de la différence*…, p. 54. À la même époque, Edwin Dunkin (1821-1898), employé à l'Observatoire de Greenwich, considère que l'erreur de l'observation d'un passage avec la méthode se monte au tiers ou à la moitié inférieure par rapport à la méthode de l'œil et de l'oreille : Dunkin Edwin, « Comparison of the probable error of a transit of a star observed with the transit-circle by the "eye and ear" and chronographic methods », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 20, 1860, pp. 86-88.

évolution s'inscrit dans le passage progressif d'une erreur qualitative à une erreur quantitative et statistique qui trouve une forme de concrétisation avec les travaux de Carl Friedrich Gauss (1777-1855)[582]. Le célèbre mathématicien allemand, également directeur de l'Observatoire de Göttingen, a mis au point la « méthode des moindres carrés », qui permet de minimiser statistiquement les erreurs de mesure afin de fournir une donnée « probable », la plus proche possible du résultat théorique[583].

La seconde modification apportée par le chronographe au cercle méridien – en sus du nombre de fils – consiste en l'ajout d'un interrupteur électrique sous forme de clé. Cet interrupteur permet de libérer une impulsion vers le chronographe au moment du passage de l'astre derrière un fil du micromètre. Concernant l'interrupteur, Hirsch adapte le système de Greenwich et insiste pour qu'il soit placé à proximité de l'oculaire, afin que l'observateur puisse l'atteindre facilement sans l'intervention d'un tiers. Il veille également à ce que la pression nécessaire pour envoyer l'impulsion électrique n'exige pas de trop grands efforts :

« *Je ferai encore remarquer à l'occasion qu'il est d'une grande importance pour la commodité de l'observation de placer commodément la clé pour la main déjà occupée à deux anneaux, à la/aux vis de déplacement de l'oculaire, ainsi que de rendre très légère la pression nécessaire à la fermeture, afin qu'aucun choc ne soit communiqué à la lunette ; pour la même raison, il serait préférable de placer la clé de telle sorte que la direction de la pression soit celle de la rotation.* »[584]

La méthode chronographique établit un lien entre la vue et le toucher, tout en réduisant l'importance de l'ouïe. Grâce au chronographe, l'astronome peut se concentrer davantage sur l'observation visuelle, alors qu'auparavant, il devait concilier cette observation avec le son de la pendule et la mémorisation des intervalles de temps.

[582] Pour le passage d'une erreur qualitative à une erreur quantitative et statistique, voir notamment : Alder Ken, *Mesurer le monde…* Sur Gauss et sa méthode, voir parmi d'autres : Breitenberger Ernst, « Gauss's geodesy and the axiom of parallels », *Archive for History of Exact Sciences*, 31, 3, 1984, pp. 273-289 ; Sheynin Oscar, « C. F. Gauss and the theory of errors », *Archive for History of Exact Sciences*, 20, 1, 1979, pp. 21-72 ; Stewart G., « C. F. Gauss and the theory of errors », *Journal of Computational and Graphical Statistics,* 4, 1, 1995, pp. 1-11.

[583] Breitenberger Ernst, « Gauss's geodesy… ».

[584] Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 13 mars 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

Au cours du processus d'élaboration de la première chaîne opératoire, Hirsch prend la décision d'ajouter un chronographe, bien qu'il ne soit pas possible de déterminer précisément le moment de cette décision. Les visites de Hirsch à l'Observatoire de Greenwich ont probablement joué un rôle déterminant en suscitant l'intérêt du directeur pour cette innovation[585]. En juillet 1858, Hirsch écrit au physiologiste allemand Emil du Bois-Reymond (1818-1896)[586], spécialiste en électrophysiologie, lui indiquant qu'il souhaite opter pour la méthode chronographique : « *Je pense aussi que nous devrions utiliser la méthode d'observation chronographique que vous avez récemment introduite dans votre observatoire. L'appareil de Greenwich me semble encore déficient à certains égards, notamment en ce qui concerne l'utilisation du pendule centrifuge comme régulateur* »[587]. Dans cette même lettre, Hirsch sollicite des informations sur le chronographe de Carl Krille, fabricant d'instruments scientifiques à Leipzig :

« *Cependant, comme le temps presse, que l'Observatoire de Neuchâtel sera opérationnel au printemps prochain et que je devrai bientôt commander l'appareil, je vous prie de bien vouloir me faire parvenir quelques informations sur la construction de l'appareil de Krille, notamment sur le régulateur qu'il a utilisé sur le mouvement axial du chronographe et comment il provoque l'interruption du courant à travers la montre sans en perturber le mouvement. Si le chronographe de M. Krille et sa montre vous ont donné des résultats tout à fait satisfaisants, je serais enclin à en commander un similaire à M. Krille.* »[588]

Ce commentaire laisse penser que Hirsch est déjà familier avec ce type de dispositif et qu'Emil du Bois-Reymond l'emploie régulièrement. Pour se procurer un chronographe, le directeur neuchâtelois se tourne alors vers Matthäus Hipp, de l'Atelier fédéral de construction des Télégraphes, qui

[585] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 23 janvier 1859, AEN, 2IND-83, Correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.

[586] Finkelstein Gabriel, *Emil du Bois-Reymond. Neuroscience, Self, and Society in Nineteenth-Century Germany*, Massachussets, MIT Press, 2013.

[587] Lettre d'Adolphe Hirsch à Emil du Bois-Reymond, 28 juillet 1858, Staatsbibliothek Berlin, Sammlung, Darmstaedter J 1867 (10), p. 13.

[588] Lettre d'Adolphe Hirsch à Emil du Bois-Reymond, 28 juillet 1858, Staatsbibliothek Berlin, Sammlung, Darmstaedter J 1867 (10), p. 13. Pour quelques informations sur Krille, voir : Sinatra Maria, « The birth of experimental psychology in Germany between psychosocial methods and physiological theories », *Physis: Rivista Internazionale di Storia Della Scienza*, 43, 1-2, 2006, pp. 91-131, p. 103.

joue un rôle central durant les premières décennies de l'Observatoire[589]. Arrêtons-nous brièvement sur cette figure de l'électrotechnique en Suisse au XIXe siècle[590].

Matthäus Hipp est un inventeur surnommé l'« Edison suisse »[591]. Né en 1813 à Blaubeuren dans le Bade-Wurtemberg, il y a effectué un apprentissage auprès de l'horloger Johann Eichelhofer, avant de suivre des stages à Saint-Gall et à Saint-Aubin, dans le canton de Neuchâtel, au sein de la fabrique Savoie[592]. Durant les années 1840, Hipp perfectionne un échappement à palettes destiné à maintenir le mouvement d'oscillation des horloges[593]. À la même période, il conçoit son fameux chronoscope, un appareil capable d'enregistrer des intervalles de temps avec une précision de l'ordre du millième de seconde, dont l'Observatoire de Neuchâtel se dote également[594]. Il retourne ensuite dans le Bade-Wurtemberg pour fonder une entreprise à Reutlingen. C'est à cette époque qu'il développe un appareil pour la télégraphie, qui lui vaudra les éloges de Steinheil, astronome et ingénieur ayant travaillé pour les services télégraphiques autrichiens[595]. En 1852, Hipp est nommé directeur du nouvel Atelier fédéral de construction des Télégraphes à Berne.

[589] Le 27 juillet 1858, Hirsch informe qu'il a reçu l'accord de l'Atelier fédéral de construction des Télégraphes pour réaliser un chronographe, mais qu'une décision finale serait prise « plus tard » : Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 27 juillet 1858, AEN, 1TP-792, p. 17. Dans une autre lettre adressée au conseiller d'État Georges Guillaume, Hirsch souligne que Matthäus Hipp est la personne la plus compétente pour fabriquer ce chronographe et insiste sur la nécessité d'ajouter cet instrument, qui n'était pas prévu initialement dans la liste des équipements : Lettre d'Adolphe Hirsch à Georges Guillaume, 3 octobre 1858, AEN, 2IND-83, Correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859. La première mention concernant l'ajout d'un chronographe se trouve dans une lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 20 août 1858, AEN, 2IND-83, Correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859. Dans le même fonds, plusieurs lettres portent directement sur la construction du chronographe. À notre connaissance, il n'existe pas de correspondance directe entre Krille et Hirsch à ce sujet.

[590] Paolo Brenni place Hipp parmi les fabricants de précision d'importance en Suisse à partir de la seconde moitié du XIXe siècle : Brenni Paolo, *Du laboratoire à l'industrie…*, p. 204.

[591] Nous tirons les informations qui suivent de la nécrologie de Hipp dans : Weber Robert et Favre Louis, « Matthäus Hipp : 1813-1893… ».

[592] Künzel Otto, « Vier Uhrmachergenerationen – Die Uhrmacherfamilie Stoss in Ulm », *Deutsche Gesellschaft für Chronometrie*, 55, 2016, pp. 77-100. Nous souhaitons exprimer notre gratitude à l'archiviste de la ville d'Ulm, Matthias Grotz, pour nous avoir signalé cette référence.

[593] Mestral Aymon de, *Mathias Hipp 1813-1893…*, pp. 12-13.

[594] Sur le chronoscope, voir : Schmidgen Henning, « Time and noise… » ; Schraven Thomas, « The Hipp chronoscope », tiré d'une conférence au Electrical Group of the Antiquarian Horological Society, 2003, pp. 1-56. Les pages 4 à 6 abordent la question de la date du chronoscope de Hipp. Weber et, à sa suite, de nombreux auteurs la fixent en 1843, tandis que Schraven propose une date ultérieure, située entre 1843 et 1848 : Weber Robert et Favre Louis, « Matthäus Hipp : 1813-1893… », p. 21. Sur l'acquisition d'un chronoscope à l'Observatoire de Neuchâtel : RD 1864-1865, p. 4.

[595] Pour quelques indications sur les travaux de Steinheil, voir : Hennig Jochen, « Bunsen, Kirchhoff, Steinheil and the elaboration of analytical spectroscopy », *Nuncius*, 18, 2003, pp. 741-753.

Alliant entrepreneuriat et service public, sa réussite commerciale suscite des tensions avec ses supérieurs, et certains parlementaires fédéraux s'émeuvent des importants bénéfices réalisés par l'Atelier et du risque qu'il vienne concurrencer l'industrie privée[596]. En délicatesse avec sa hiérarchie, Hipp choisit de s'installer à Neuchâtel pour y fonder une entreprise spécialisée en électrotechnique, la Fabrique des télégraphes. Celle-ci deviendra la maison Peyer-Favarger & Compagnie jusqu'à sa faillite en 1920, avant que l'entreprise FAVAG SA ne reprenne ses procédés techniques[597]. Ce sont les liens d'amitié entre Hirsch et Hipp, ainsi que la création de l'Observatoire, qui incitent ce dernier à s'installer à Neuchâtel, malgré les propositions qu'il reçoit pour se rendre en Italie[598]. L'apport de ses compétences en électrotechnique sur le territoire neuchâtelois représente un atout considérable pour l'Observatoire. Tout au long de sa carrière, Hipp est régulièrement sollicité pour entretenir le matériel, s'occuper des appareils télégraphiques et perfectionner certains instruments. Il fournit également des équipements essentiels à l'établissement, tels que le chronographe, le chronoscope, des appareils télégraphiques, des horloges publiques pour des villes, ainsi que la fameuse pendule électrique à pression constante. À partir de 1862, Hipp dote encore l'Observatoire de cadrans dits sympathiques qui permettent d'afficher l'heure dans les différentes pièces de l'établissement sans multiplier le nombre de garde-temps[599]. Il siège également à la commission de l'Observatoire de 1882 à 1890, tandis que Hirsch est membre du conseil d'administration de l'entreprise de son compère[600]. Ainsi, si l'Observatoire constitue une opportunité pour Hipp, il est évident que la réciproque est également vraie.

Le 27 juillet 1858, lors des discussions pour l'usage du réseau télégraphique par l'Observatoire, Hirsch signale que l'acquisition d'un chronographe n'est pas encore confirmée : « *M. Hipp m'a promis que l'atelier télégraphique de Berne se chargerait de l'exécution des appareils nécessaires* [à la télégraphie] *et même du chronographe, sur ce dernier point, je me déciderai plus tard* »[601].

---

[596] Pour en savoir davantage sur cet épisode, voir : Mestral Aymon de, *Mathias Hipp 1813-1893*…, pp. 14-25.

[597] Jeanneret-de-Rougemont Anne, « Favarger, Albert », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 03.06.2003. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/041296/2003-06-03/, consulté le 01.09.2022.

[598] À ce sujet, voir la correspondance de Hipp à Hirsch, en particulier une lettre datée du 24 juillet 1860 : Lettre de Matthaüs Hipp à Adolphe Hirsch, 24 juillet 1860, AEN, 2IND-8, correspondance 1858-1869.

[599] RD 1862-1863, p. 4.

[600] Hipp est nommé officiellement le 15 avril 1882 : *Manuel du Conseil d'État*, AEN, 1CE-262, p. 457. Il est remplacé par David Perret le 19 septembre 1890 : *Manuel du Conseil d'État*, AEN, 1CE-277, p. 965.

[601] Lettre d'Adolphe Hirsch au conseiller d'État Aimé Humbert, 27 juillet 1858, AEN, 1TP-792, p. 17.

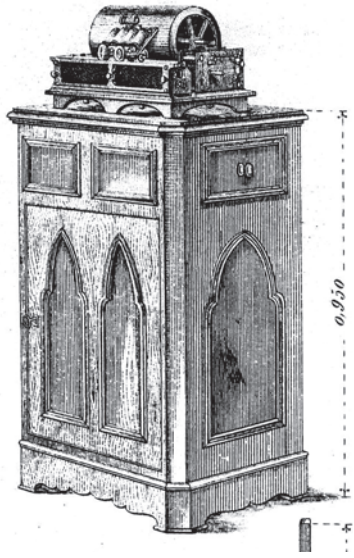


Figure 24. Lithographie du chronographe imprimant de Matthäus Hipp (1813-1893). Hipp Matthäus, *Prix courant de la Fabrique de télégraphes et d'appareils électriques à Neuchâtel, Hipp-Section B-appareils scientifiques*, Neuchâtel, 1869. Aus den Digitalen Sammlungen der Universitätsbibliothek der Bauhaus-Universität Weimar, https://digitalesammlungen.uni-weimar.de/viewer/!fulltext/lit18171/2/

Ce n'est que le 3 octobre 1858 que la correspondance confirme la commande du chronographe[602]. Le modèle sélectionné, un chronographe à plumes, permet d'enregistrer simultanément les instants de passages des astres et les secondes de l'horloge sidérale sur une bande de papier. L'avance de cette bande est assurée par un mécanisme d'horlogerie régulé par un ingénieux système inventé par Hipp (figure 24).

Cet élément fonctionne par la synchronisation de la fréquence d'oscillation d'une lame vibrante et la vitesse de défilement des dents d'une roue à rochet. Hirsch exprime sa grande satisfaction quant à la précision obtenue grâce à cet instrument :

« *Ce réglage est tellement parfait, que le cylindre accomplit ses révolutions consécutives, de 2 m* [minutes] *chacune, avec des écarts qui ordinairement ne dépassent pas 0,1 de seconde, donc à 1/1200 près. On conçoit que cette exactitude soit plus que suffisante pour une machine par laquelle on se propose de mesurer des centièmes de seconde. Aussi envisageons-nous le ressort vibrant de M. Hipp comme un des plus parfaits régulateurs pour des mouvements continus.* »[603]

[602] Lettre d'Adolphe Hirsch au conseiller d'État George Guillaume, 3 octobre 1858, AEN, 2IND-83.
[603] Plantamour Émile, Hirsch Adolf, *Détermination télégraphique de la différence*…, pp. 18-19.

Le chronographe serait donc en mesure d'atteindre une précision proche du millième de seconde, une valeur supérieure à celle du cercle méridien et de la pendule sidérale. Cela signifie que, à cette période, le chronographe surpasse d'au moins un facteur de dix les autres instruments de détermination de l'heure, qui ne permettent pas des mesures plus fines que le centième de seconde. L'enjeu d'amélioration de la précision réside donc davantage du côté des cercles méridiens et des pendules sidérales. La précision doit être envisagée en tant que processus dynamique : toute amélioration, qu'elle soit méthodologique ou instrumentale, modifie les attentes concernant d'autres facteurs, ce qui entraîne la nécessité de les perfectionner afin qu'ils puissent suivre cette progression. Dans ce cas, ce phénomène se reflète à travers les instruments scientifiques, mais aussi dans les différentes parties de la chaîne opératoire (détermination, conservation et transmission). Ainsi, si les possibilités de conserver l'heure dépassent celles de la déterminer, les efforts se concentreront sur l'amélioration des instruments optiques, plutôt que sur les garde-temps. Cette quête de précision justifie l'acquisition de nouveaux instruments plus performants ou, inversement, le maintien d'un équipement existant.

Malgré tout, des erreurs d'enregistrement et de relevé peuvent affecter la qualité des données obtenues à l'aide du chronographe. Les électro-aimants ne prennent pas toujours le même temps pour attirer les aimants et ce, en raison des variations de leur inertie ou des mouvements irréguliers du rouleau du chronographe. Ce phénomène peut entraîner un décalage dans les saisies qu'il convient de déterminer du mieux possible. De plus, les traits, correspondant aux données inscrites par la pendule sidérale et le cercle méridien, peuvent présenter une épaisseur variable ou une netteté insuffisante, et donc des imprécisions potentielles. L'opération de relevé constitue également une source d'erreurs possibles dans la traduction des intervalles inscrits sur le papier en heures, en raison des graduations. En plus de ces erreurs techniques, le chronographe rend le temps de réaction de l'observateur plus sensible et mesurable, entre le passage de l'astre et la pression sur le bouton[604]. Ce phénomène incite Hirsch à mener des recherches sur l'équation personnelle, dans lesquelles il sera un précurseur au cours des années 1860[605]. L'équation personnelle représente l'intervalle

[604] Certains observateurs ont tendance à presser le bouton un peu avant ou après la bissection de l'astre, ce qui laisse à penser que ce délai dépend non seulement de facteurs physiologiques, mais aussi de l'habitude personnelle de saisie.

[605] Pour un premier aperçu de l'histoire de l'équation personnelle en astronomie, voir : Schmidgen Henning, *Hirn und Zeit…* ; Canales Jimena, « Exit the frog… » ; Schaffer Simon, « Astronomers mark time… ».

de temps qui se produit chez chaque observateur entre le moment où il perçoit un phénomène – en astronomie, la bissection de l'astre avec un fil – et celui où il actionne l'interrupteur.

Contrairement à Airy à Greenwich, Hirsch est en mesure de mettre en place un appareillage entièrement adapté à la méthode chronographique. Il élabore ainsi une solution efficace autour de cette nouvelle technique d'observation[606]. Comme le souligne Hirsch, les instruments astronomiques « *de l'Observatoire de Neuchâtel, d'une construction récente, étaient calculés d'avance pour l'emploi de la méthode chronographique* »[607], à l'instar de la pendule Winnerl, qui est adaptée pour fonctionner de concert avec le chronographe imprimant de Hipp.

3.1.3 Pendule sidérale Winnerl

La pendule sidérale est le troisième instrument constituant la chaîne opératoire de la détermination de l'heure (figure 25). Elle joue un rôle essentiel, car elle sert de référence temporelle lors des observations astronomiques et participe à la conservation de l'heure entre deux déterminations. Nous y reviendrons.

Réaliser une telle pendule n'est pas une tâche facile, et rares sont les fabricants qui acceptent de se charger de la production de ce genre d'instruments, qui demandent énormément de compétences et de soins. Et ce d'autant plus que la rentabilité n'est pas assurée. Pour trouver la perle rare, Hirsch publie une annonce dans un journal astronomique, mais celle-ci demeure sans réponse[608]. Il contacte alors directement certains horlogers pour « *la commande de la pendule méridienne ici chez M. Winnerl ou chez M. Breguet, car le temps presse et je ne crois plus que l'annonce que j'ai envoyée au journal astronomique produira quelques offres* »[609]. La mention de pendule méridienne fait ici directement référence au lien étroit entre cet

[606] Sur cet aspect, voir aussi : Lamy Jérôme et Soulu Frédéric, « L'émergence contrariée du chronographe… », p. 82.

[607] Adolphe Hirsch souligne ce fait dans son étude conjointe avec Émile Plantamour sur la détermination de la longitude : Plantamour Émile, Hirsch Adolf, *Détermination télégraphique de la différence…*, p. 8.

[608] Le 19 juin 1858, Aimé Humbert fournit à Adolphe Hirsch l'adresse à laquelle transmettre la correspondance concernant une annonce pour acquérir une pendule astronomique : Lettre d'Aimé Humbert à Adolphe Hirsch, 19 juin 1858, AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.

[609] Premier brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, s.d. [juillet-août 1858], AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.

Figure 25. Pendule sidérale de Joseph-Thaddeus Winnerl (1799-1886). Collection Musée international d'horlogerie, © Photo Romain Jeanneret.

instrument et le cercle méridien. Confronté à la difficulté de trouver un fabricant, Hirsch cherche à convaincre Joseph-Thaddeus Winnerl (1799-1886), un horloger travaillant pour l'Observatoire de Paris depuis 1850 et élève du célèbre fabricant de chronomètres de marine, Hendrik Kessels (1781-1849)[610]. Parallèlement, il tente d'obtenir l'aide de Louis-Antoine Breguet (1776-1858), horloger français d'origine neuchâteloise, qui a repris l'atelier de son père, Abraham-Louis (1747-1823), également horloger de la marine et adjoint au Bureau des longitudes. Selon le directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, ces deux spécialistes sont les seuls capables de réaliser une pendule reliée à un chronographe, un critère qui complique encore la production de la pendule sidérale[611]. Hirsch estime que Winnerl est le plus apte à répondre à cette demande, mais ce dernier se montre réticent[612]. Dans une lettre adressée à Humbert, Hirsch évoque le processus de sélection du fabricant : « *Je suis allé il y a quelques jours chez M. Winnerl, l'horloger de l'Observatoire* [de Paris] *qui, d'après l'opinion des plus grandes autorités (p.e de Bessel), est à présent le premier dans ce genre* [de travaux]. »[613] Winnerl accepte finalement de se charger du travail et promet de faire de son mieux pour la livrer avant la fin mars 1859, bien qu'il se refuse à s'engager formellement sur un délai[614]. Il demande un montant de 1 800 francs et indique être en mesure de concevoir un produit dont la variation diurne n'excède pas 0,2 seconde[615].

L'emploi de la méthode chronographique implique l'adaptation de la pendule qui « *doit coopérer avec le chronographe* »[616]. La pendule doit pouvoir envoyer des impulsions électriques au chronographe. L'ajout d'un dispositif électrotechnique est délicat, car il ne doit en aucun cas compromettre la précision et la régularité de la pendule. Hirsch évoque les problématiques techniques

[610] Sur Winnerl : Duret Philippe, « Joseph Thadeus Winnerl… ».
[611] Second brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, s.d. [juillet-août 1858], AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.
[612] Second brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, s.d. [juillet-août 1858], AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.
[613] Brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, s.d., AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.
[614] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, s.d., AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.
[615] Brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, s.d., AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859. Il ne reste malheureusement qu'une correspondance lacunaire concernant cette commande, Hirsch étant entré en contact directement avec le constructeur d'origine autrichienne, car les deux vivaient alors dans le voisinage de l'Observatoire de Paris.
[616] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 3 octobre 1858, AEN, 1TP-792, bâtiments de l'État-Observatoire : construction, rapports et correspondance, 1858-1888, 91 pièces avec inventaire détaillé, p. 39.

d'une telle fabrication, précisant « *à cause de l'appareil interrupteur, dont l'application ne doit pas altérer la marche* »[617]. Le 20 août 1858, Hirsch rapporte que Winnerl refuse de réaliser une pendule compatible avec le chronographe[618]. Les discussions traînent en longueur et il faudra attendre le mois d'octobre pour apprendre que Winnerl reste réticent et qu'il négocie à la hausse le prix de la pendule[619]. Au mois d'octobre, une rencontre entre Hipp et Winnerl est prévue pour régler différents détails[620]. Cette rencontre ne suffit visiblement pas, ainsi que l'indique Hirsch le 2 novembre au conseiller d'État George Guillaume : *« M. Winnerl fait toujours de nouvelles difficultés et il me semble qu'ayant compris le but de notre observatoire, il n'aimerait pas travailler pour une institution fondé* [sic] *dans l'intérêt de ses concurrents.* »[621] Le choix du fabricant dépasse donc les questions techniques et engage des aspects de politique économique et de concurrence internationale.

Le 12 décembre 1858, la situation a évolué, lorsque Hirsch décide de demeurer à Paris pour commencer la constitution d'une bibliothèque, comprenant les ouvrages essentiels pour un observatoire, mais également afin de surveiller la construction de la pendule Winnerl[622]. Entre le 2 novembre et le 12 décembre, Winnerl a finalement accepté de fabriquer la pendule, bien qu'il soit impossible de savoir précisément ce qui l'a convaincu.

Le 25 juillet 1859, Winnerl admet être en retard dans la construction de son horloge, ce qu'il justifie par un manque de pratique :

« *Quand j'ai reçu votre première lettre je venais a* [sic] *peine de recevoir les pignons, et aujourd'hui même je viens de recevoir les 4 derniers, qui par erreur ont été commandé différamment* [sic]*, et quoique deux hommes et quelque fois trois, ont toujours été occupés, nous ne sommes pas encore très avancé* [sic]*, et je vois par le train que nous allons, il viendra bien*

[617] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 18 janvier 1859, AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.
[618] Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 20 août 1858, AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.
[619] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 24 octobre 1858, AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.
[620] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 3 octobre 1858, AEN, 1TP-792, bâtiments de l'État-Observatoire : construction, rapports et correspondance, 1858-1888, 91 pièces avec inventaire détaillé, p. 39.
[621] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 2 novembre 1858, AEN, 1TP-792, bâtiments de l'État-Observatoire : construction, rapports et correspondance, 1858-1888, 91 pièces avec inventaire détaillé, p. 44.
[622] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 12 décembre 1858, AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.

l'automne avant que je puisse nous livrer la pendule, il est vrai que j'en fait deux en place d'une, pour trouver mieux mon affaire, mais ce n'est pas cela qui retarde beaucoup. La raison pourquoi nous avançons peu, est, que depuis une dizaine d'années, j'ai abandonné ces genres de travaux qui par leur placement assez rares [sic] *ne me* […] *produisait* [sic] *que des pertes plutôt que des bénéfices.* »[623]

Cette explication témoigne de la manière de travailler de l'horloger, lequel a décidé de produire deux horloges simultanément afin de rentrer dans ses frais. Malgré tout, il faudra encore plus d'une année à Winnerl pour terminer la commande. Le 31 octobre 1860, l'Autrichien annonce que la pendule est achevée et qu'il ne reste que quelques réglages à effectuer[624]. Dans cette même lettre, Winnerl propose de se rendre à Neuchâtel après l'hiver, car « *ce voyage serait pour moi un peu pénible* » à cette période[625]. Cette demande provoque l'ire du directeur de l'Observatoire, qui presse l'Autrichien : « *Après avoir attendu plus d'un an la pendule que vous m'aviez promise pour l'automne 1859, vous comprendrez que je dois désirer l'avoir livré aussitôt qu'elle est terminée, d'autant plus que le service régulier de mes observations méridiennes en dépend et que le chronographe avec lequel elle doit marcher, est monté déjà depuis quatre mois, sans pouvoir être utilisé.* »[626]

Ce retard important retarde le déploiement de la chaîne opératoire, contraignant l'Observatoire à se reposer sur un autre garde-temps. En l'absence de la pendule sidérale, Hirsch doit recourir à la méthode « de l'œil et de l'oreille » avec le régulateur de Pierre Girard, horloger de La Chaux-de-Fonds, que nous évoquerons plus loin[627]. Faute d'éléments supplémentaires, nous savons que Winnerl se trouve à Neuchâtel au début du mois de mars 1861 pour installer la pendule et en profite pour assister à une séance de la SSNN afin d'y présenter avec Hirsch, le nouvel instrument :

« *On a posé sur l'arbre d'échappement une roue à soixante dents, dans les coches de laquelle une pierre tenue par un ressort peut descendre. La forme*

[623] Lettre de Joseph-Thaddeus Winnerl à Adolphe Hirsch, 25 juillet 1859, AEN, 2IND-8, correspondance 1858-1869.
[624] Lettre de Joseph-Thaddeus Winnerl à Adolphe Hirsch, 31 octobre 1860, AEN, 2IND-8, correspondance 1858-1869.
[625] Lettre de Joseph-Thaddeus Winnerl à Adolphe Hirsch, 31 octobre 1860, AEN, 2IND-8, correspondance 1858-1869.
[626] Brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Joseph-Thaddeus Winnerl, 5 novembre 1860, AEN, 2IND-8, correspondance 1858-1869.
[627] RD 1860-1861, p. 4. Sur le concours, voir : Hirsch Adolphe, « Recherches sur des pendules astronomiques », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 461-489.

de la pierre et les arrondis des dents sont combinés de telle sorte, qu'en descendant le plan incliné de la denture, la pierre rend à la roue une impulsion très sensiblement égale à la force qu'elle lui emprunte pour remonter l'autre plan incliné, de sorte que la pendule conserve à très peu près la même marche, qu'elle fonctionne avec ou sans cet organe. La pierre est en outre taillée de manière à présenter, dans sa partie supérieure, un plan dirigé vers le centre de la roue et perpendiculaire à la longueur du ressort qui la porte. Lorsque la pierre se trouve en repos sur les dents, elle retient un volant dont le fouet vient buter contre le plan de la pierre dont nous venons de parler ; lorsqu'elle descend au contraire dans les coches, elle laisse échapper le volant mis en mouvement, comme il a été dit, par un rouage spécial. L'axe du volant porte en même temps une autre pierre perforée par un cylindre en platine. Sur cette pierre frottent deux ressorts d'or, munis à leurs extrémités de petites plaques de platine et posés d'une manière isolée, mais en rapport métallique avec les fils conducteurs du courant. Lorsque le volant est en repos, les ressorts reposant sur la pierre et la communication métallique se trouvant ainsi interrompue, le courant n'existe pas. Mais au moment où, le fouet devenant libre, le volant fait son demi-tour, les ressorts viennent à glisser sur les parties en platine et ferment ainsi le courant à chaque seconde, excepté à la soixantième, par la raison qu'une des coches de la roue est pleine. Le contact ayant lieu par frottement, on est assuré que les surfaces resteront assez propres pour laisser passer le courant sans difficulté. »[628]

Ainsi, Hirsch profite de la venue de l'horloger pour exposer à la SSNN la nouvelle pendule de l'Observatoire, soulignant le soin apporté à la communication et à la mise en valeur de ses instruments scientifiques. La pendule Winnerl est aussi décrite dans l'ouvrage *Détermination télégraphique de la différence de longitude entre les observatoires de Genève et de Neuchâtel* de Hirsch et Émile Plantamour[629]. Cette publication, qui a fait référence, est d'une grande importance pour saisir les pratiques utilisées, puisqu'elle explique en détail les instruments et les méthodes des deux institutions. Ces descriptions sont précieuses, car, si la pendule est encore conservée au MIH, elle a subi plusieurs modifications et n'est plus dotée de l'interrupteur des secondes qui avait causé tant de soucis à

[628] Hirsch Adolphe, « Descriptif de la pendule Winnerl », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 499-503.

[629] Plantamour Émile, Hirsch Adolphe, *Détermination télégraphique*… pp. 16-18. Pour une biographie de Plantamour, voir : Benguigui Isaac, *Genève et ses savants : physiciens, mathématiciens et chimistes aux xviii^e^ et xix^e^ siècles*, Genève, Slatkine, 2006, pp. 225-227 ; Gautier Raoul et Tiercy Georges, *L'Observatoire de Genève*…, pp. 160-161.

Winnerl : « *L'enjeu pour l'horloger est de concevoir un interrupteur des secondes ne perturbant pas la marche de l'horloge. L'énergie nécessaire à la fermeture du contact devant être compensée pour conserver la constance du battement du pendule. Cet appareil électrique est enclenché uniquement le temps des observations, afin de limiter au maximum son impact sur la bonne marche de l'horloge* »[630]. Le grand soin apporté à ce dispositif illustre le risque qu'il puisse perturber la marche de la pendule sidérale, ce qui la rendrait moins fiable et compromettrait donc le fonctionnement du service de l'Observatoire de Neuchâtel.

Une fois livrée, la pendule est observée entre le 9 et le 20 mars 1861. Hirsch constate des écarts de marche impromptus. Winnerl formule plusieurs hypothèses pour expliquer ce phénomène, notamment la possibilité que l'aiguille des secondes ait pu se dévisser durant le voyage ou qu'une erreur de contact du volant, qui ferme le courant électrique, soit survenue[631]. L'Autrichien propose une troisième option, évoquant que la chaleur générée par le courant électrique pourrait perturber les réactions des ressorts[632]. Après un nettoyage de la partie électrique et la prise en compte des effets de la compensation – pour ajuster les calculs de réduction –, la pendule sidérale finit par donner entière satisfaction[633].

Cet écueil surmonté, les premiers constats font apparaître la constance et la précision de la pendule. Celle-ci est disposée sur un support à côté du cercle méridien dans la salle méridienne. Elle sert de pendule sidérale pour les observations méridiennes jusque dans les années 1880, avant d'être remplacée par un cadran dirigé par la pendule de Hipp[634]. Signe de son importance, elle est très régulièrement citée dans les rapports du directeur.

À ce stade de la chaîne opératoire, la donnée a traversé plusieurs étapes et états physiques. Tout d'abord, la rotation de la Terre sur elle-même, suivie de l'observation visuelle du passage d'un astre derrière le fil du micromètre, impliquant l'œil de l'astronome. Ensuite, l'astronome appuie sur un bouton pour diffuser une impulsion électrique qui polarise un électro-aimant, infléchissant ainsi le tracé de la plume du chronographe sur une bande de

[630] Plantamour Émile, Hirsch Adolphe, *Détermination télégraphique de la différence…*, p. 17.
[631] Lettre de Joseph-Thaddeus Winnerl à Adolphe Hirsch, 22 mars 1861, AEN, 2IND-8, correspondance 1858-1869.
[632] Lettre de Joseph-Thaddeus Winnerl à Adolphe Hirsch, 25 mars 1861, AEN, 2IND-8, correspondance 1858-1869.
[633] Lettre de Joseph-Thaddeus Winnerl à Adolphe Hirsch, 10 septembre 1861, AEN, 2IND-8, correspondance 1858-1869.
[634] RD 1885, p. 21.

papier. Enfin, les traces imprimées sur le papier sont mesurées par un appareil de relevé qui permet la conversion d'une distance en temps. Ces opérations fournissent des données horaires brutes, qui doivent encore être réduites statistiquement à un fil moyen pour un passage au méridien. La donnée est ensuite épurée des erreurs systématiques – celles dont on connaît la théorie – grâce aux calculs de réduction, correspondant à une formule mathématique. Cette opération est répétée autant de fois que le nombre d'observations de passage.

Les trois instruments principaux de la détermination de l'heure fonctionnent en réseau et s'influencent mutuellement. Alors qu'auparavant, jusqu'au milieu du XIX^e^ siècle, la détermination de l'heure se faisait à l'aide d'un cercle méridien ou d'un instrument des passages et d'un garde-temps, Hirsch introduit un chronographe qui modifie la méthode d'observation, la conception et le fonctionnement des instruments et même, comme nous le verrons par la suite, les activités de recherche menées à l'Observatoire. Cet ajout, non prévu à l'origine, entraîne des conséquences sur l'ensemble de la chaîne opératoire et confère à l'Observatoire un avantage non négligeable par rapport à d'autres institutions scientifiques. Il s'agit d'un pari gagnant pour l'établissement qui se distingue par un fonctionnement particulièrement efficace, à la pointe de la technologie du milieu du XIX^e^ siècle, grâce à des innovations électroniques, en particulier celles de Matthäus Hipp[635]. La curiosité de Hirsch se combine avec l'ingéniosité de Hipp pour créer un dispositif parfaitement adapté à l'organisation d'une institution disposant de peu de ressources.

3.2 La conservation de l'heure

La conservation de l'heure constitue la deuxième partie de la chaîne opératoire (figure 26). Elle est tout aussi essentielle en ce qu'elle permet de préserver l'heure entre deux observations astronomiques. Elle est ensuite utilisée pour calibrer le signal horaire quotidien et servir de référence pour le contrôle des chronomètres. Idéalement, les déterminations de l'heure devraient avoir lieu quotidiennement, mais pour des raisons climatiques – un ciel couvert – ou humaines – absence ou maladie de l'observateur –, cela n'est pas toujours possible. Cette difficulté est particulièrement marquée à Neuchâtel, où le brouillard peut persister pendant plusieurs jours, voire

[635] Sur les innovations électrotechniques appliquées à la chronométrie, voir : Favarger Albert, *L'Électricité et ses applications en chronométrie,* Neuchâtel, Privat, 1886.

plusieurs semaines en automne et au début de l'hiver. Cette spécificité rend encore plus nécessaire la constitution d'une batterie de garde-temps fiables. Les pendules employées à cet effet sont réglées au temps moyen, afin d'obtenir des données directement exploitables. Toutefois, une pendule peut tomber en panne ou connaître des écarts de marche à cause de problèmes techniques ou environnementaux (trépidations, variations de la température ou de la pression atmosphérique, etc.). Pour pallier ces inconvénients, il est nécessaire d'en posséder plusieurs et de vérifier fréquemment leur état de marche afin de connaître la déviation – c'est-à-dire les variations moyennes quotidiennes prévisibles – et d'en tenir compte lors de l'établissement de la donnée horaire. Nous allons ici examiner les liens entre l'Observatoire et l'horlogerie, car, comme nous le verrons, si les horlogers souhaitent obtenir un établissement de qualité pour certifier leurs produits, ils désirent également, pour des raisons de prestige régional, que celui-ci soit équipé, au moins en partie, d'instruments locaux.

3.2.1 Les garde-temps/le concours

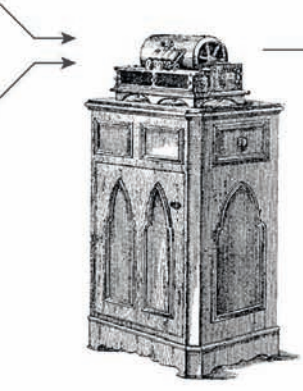
Dans un rapport du début des années 1890, Hirsch mentionne l'importance des pendules astronomiques pour les observatoires :

« *La pendule de précision occupe une place considérable dans l'outillage scientifique. Pour l'astronomie en particulier, et surtout pour cette branche qui était autrefois l'unique et qui est aujourd'hui encore la principale de notre science, pour celle qui s'occupe des mouvements célestes, la pendule ne le cède pas en importance aux instruments optiques et aux divisions des cercles. Heureusement, l'horloge astronomique est arrivée depuis longtemps à un degré de perfection par laquelle elle dépassait les autres instruments d'observation au commencement du siècle dernier et les égalait au commencement du nôtre.* »[636]

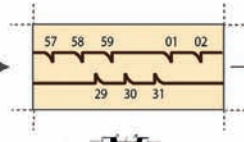
Hirsch évoque ici la concurrence en matière de précision entre catégories d'instruments scientifiques (optique, chronométrique, etc.). De cet état de fait découle la nécessité de maintenir un écart aussi étroit que possible entre ces typologies, car il n'est pas pertinent d'avoir un cercle méridien extrêmement précis tout en utilisant des horloges de qualité moyenne. Il est donc primordial

[636] Hirsch Adolphe, « La pendule électrique de précision de M. Hipp », *BSSNN*, 19, 1890-1891, pp. 3-16, pp. 3-4.

Figure 26. Chaîne opératoire de la conservation de l'heure de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel en 1861. ©Julien Gressot et Romain Jeanneret.



Chronographe (à plumes)
de Hipp
juin 1860- 1901



Appareil de relevé

Mesure des variables environnementales
(température,
pression barométrique, ...)

Heure astronomique

Correctifs et variables

1 État de marche de l'horloge sidérale

Coefficient barométrique
Coefficient de température
Viscosité des huiles

Déterminer
l'état de marche
des régulateurs

Pondération des horloges
selon leur fiabilité

Définition de la donnée horaire

aux yeux de Hirsch de disposer de bons garde-temps pour conserver l'heure : « *Deux pendules de première qualité, dont une au moins, devrait être d'un artiste renommé, par exemple de Dent ou de Kessels, si l'on peut en trouver, ou de Hauth, de Tiede, etc. On pourrait peut-être se procurer l'autre dans le pays en ouvrant un concours et en déterminant d'une manière précise les conditions à remplir ; il en serait de même d'une pendule ordinaire, mais d'une bonne qualité, destinée à servir aux observations de l'équatorial* »[637].

Une distinction existe entre les différents garde-temps, et leur position au sein de l'établissement détermine la précision recherchée. Sans surprise, les pendules les plus performantes sont également les plus coûteuses. Il s'agit donc de sélectionner le bon instrument pour le bon usage afin d'éviter des frais superflus et de trouver un équilibre optimal. Hirsch souligne aussi l'importance d'avoir au moins une horloge fabriquée par un constructeur reconnu dans le but d'assurer la réputation de son établissement. Ainsi, le choix des fabricants d'instruments influe sur le statut de l'institution.

Hirsch cite plusieurs horlogers qu'il considère comme de bons candidats. Edward John Dent (1790-1853), fabricant anglais de chronomètres de marine et de pendules astronomiques, fait partie de ces experts, tout comme Hendrik Kessel, qui se spécialise dans la chronométrie de précision à Altona, près de Hambourg. Friedriech Hauth, actif à Saint-Pétersbourg, et Christian Friedrich Tiede (1794-1877), basé à Berlin, sont également mentionnés. La pendule « d'un artiste » est, comme nous l'avons vu, conçue par Winnerl. Hirsch propose encore une deuxième pendule de premier ordre ainsi qu'une troisième de qualité « ordinaire » pour accompagner la lunette de Merz.

L'Observatoire ayant déjà acquis deux pendules à l'étranger – la pendule Winnerl et la pendule Shepherd, dont nous parlerons plus loin –, des voix s'élèvent pour que, au moins, l'une des pendules soit réalisée localement, comme le mentionne Humbert : « *Hier encore, j'ai reçu des offres d'artistes distingués du Locle, MM. William Dubois et Sylvain Mairet, qui désirent ardemment qu'un concours soit fait pour la seconde pendule* [la première étant celle réalisée par Winnerl]. *Ils assurent être en mesure de faire aussi bien que les ateliers les plus renommés* »[638]. Les horlogers neuchâtelois sont intéressés par l'équipement de l'Observatoire, car cela apporte une notoriété considérable à leur fabricant. Cette requête est reprise avec insistance par

[637] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588.
[638] Lettre d'Aimé Humbert à Adolphe Hirsch, 4 juin 1858, AEN, 2IND-83.

l'Association ouvrière du Locle, récemment fondée, qui considère que c'est une question d'honneur et qu'elle possède toutes les compétences requises pour construire une pendule : « *Le comité provisoire de l'Association ouvrière vient* […] *demander au Conseil d'État que la confection des horloges de l'Observatoire lui soit confiée. Le personnel d'élite qui compose l'Association vous assure une pleine réussite dans cette entreprise. Nous tenons à* [sic] *honneur pour la fabrique, que ce travail soit fait dans le pays* »[639].

Pour éviter tout risque de favoritisme – la concurrence étant très forte entre les différents fabricants –, un concours est recommandé : « *J'* [Aimé Humbert] *estime néanmoins que l'on ne peut pas se dispenser d'ouvrir un concours. Peut-être ne sera-t-il fait aucune concurrence à l'Association ouvrière, mais, du moins, le Conseil d'État n'aura pas manqué à ses devoirs d'impartialité.* »[640] Montrant qu'il est sensible aux enjeux politiques locaux, Hirsch répond qu'il comprend « *bien comme il serait à désirer qu'on se procure au pays les deux pendules savoir dire la pendule au temps moyen pour la salle de chronométrie et l'horloge à temps sidéral dans la tour pour les observations à la lunette parallactique* »[641]. Toutefois, pour le réfracteur Merz, Hirsch choisit finalement une autre option, une nouvelle fois fournie par Hipp : « *Dans un but d'économie, aussi bien que pour faciliter l'observation, j'ai commandé deux cadrans sympathiques qui, marchant d'accord avec nos pendules électrique et sidérale, montreront auprès du réfracteur à la fois le temps moyen et sidéral. Ces cadrans seront bientôt terminés dans les ateliers de M. Hipp* »[642].

Cette solution permet de diffuser l'heure dans plusieurs pièces à partir d'un garde-temps de référence. Malgré l'usage de cadrans, le nombre de pendules n'est pas revu à la baisse. Il s'agit d'obtenir deux garde-temps supplémentaires, non seulement pour pallier d'éventuelles défaillances techniques, mais aussi pour améliorer la fiabilité de l'heure conservée à l'Observatoire.

Hirsch se charge de préparer le règlement du concours concernant les deux garde-temps[643]. Un certain nombre de critères y sont édictés, tels l'emploi d'un échappement à ancre (art. 1), une compensation du pendule au mercure ou par le système de gril (art. 2), une suspension du pendule à ressort (art. 3),

[639] Lettre de William Dubois au Conseil d'État, 14 juin 1858, AEN, 2IND-83. Sur l'Association ouvrière du Locle, voir : Fallet Estelle, *La Mesure du temps en mer…,* pp. 163-164.
[640] Lettre d'Aimé Humbert à Adolphe Hirsch, 19 juin 1858, AEN, 2IND-83.
[641] Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 13 juin 1858, 2IND-83.
[642] RD 1860-1861, pp. 8-9.
[643] « Programme du concours pour deux pendules astronomiques à fournir à l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », AEN, 1TP-792, n° 25.

un pendule battant la seconde (art. 4), une réserve de marche de trente-cinq jours (art. 5), un cadran de vingt-quatre heures marquant les secondes (art. 6), etc. Hirsch définit les contours d'un objet technique très précis, montrant par la même une certaine maîtrise théorique des horloges astronomiques. Il recommande de s'inspirer d'un article d'Hendrik Kessels, ainsi que du *Mémoire sur l'influence du ressort de suspension sur la durée des oscillations du pendule* de l'astronome français Paul Auguste Ernest Laugier (1812-1872) et de Joseph-Thaddeus Winnerl, tous deux présents dans le *Nouveau Traité général d'horlogerie,* de Louis Moinet, qui semble être la source originale de Hirsch[644].

Le 28 août 1858, le Conseil d'État émet un avis de publication pour le concours de deux pendules astronomiques pour l'Observatoire cantonal, comprenant les critères édictés par Hirsch[645]. Les horloges doivent être déposées à l'Observatoire au plus tard à la fin du mois d'avril 1859[646]. Les exigences strictes ne sont pas sans poser des problèmes aux horlogers, certains ayant déjà commencé à fabriquer leurs pendules, signe qu'ils ne sont guère habitués à se voir dicter les caractéristiques de leurs produits par un astronome. L'horloger Pierre Girard de La Chaux-de-Fonds tente néanmoins de faire accepter sa pendule, dont le cadran ne respecte pas les spécifications requises[647]. Cependant, Hirsch demeure inflexible et insiste sur la nécessité de maintenir les conditions du concours sans modification, afin d'assurer l'égalité de traitement entre tous les participants et ne pas être suspecté de favoritisme vis-à-vis de certains horlogers :

« *Je n'ai plus le droit de changer les conditions du concours après que le programme en est publié officiellement. Je suis persuadé que vous partagerez mon opinion, puisqu'apparemment, il serait injuste d'imposer des conditions aux horlogers concurrents et d'en faire exception en faveur de quelques-uns. Si ce n'était pas ainsi, je ne tiendrais pas aux 24 heures, si, en outre, la*

[644] Moinet Louis, *Nouveau Traité général d'horlogerie*, tome 2, Paris, Dunod, 1877 [1853]. Kessels Hendrik Johan, « Description d'une horloge astronomique moderne ou régulateur à secondes, avec son pendule compensé au mercure », Moinet Louis, *Nouveau Traité général d'horlogerie…*, pp. 465-471 ; Laugier Paul Auguste Ernest et Winnerl Joseph-Thaddeus, « Mémoire sur l'influence du ressort de suspension sur la durée des oscillations du pendule », *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 21, Paris, juillet-décembre 1845, pp. 117-123, repris dans Moinet Louis, *Nouveau Traité général d'horlogerie…*, pp. 492-508.

[645] « Avis de publication pour le concours de deux pendules astronomiques pour l'observatoire cantonal », 28 août 1858, 1TP-792, p. 27.

[646] Article 8 du règlement du concours : « Programme du concours pour deux pendules astronomiques à fournir à l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », AEN, 1TP-792, n° 25.

[647] Lettre de Pierre Girard à Adolphe Hirsch, 7 septembre 1858, AEN, 2IND-83.

pendule satisfaisait à toutes les conditions. Mais je crois qu'un changement d'une roue et du cadran permettrait à M. Girard de concourir. »[648]

D'autres horlogers manifestent leur désir de participer, parmi lesquels, en sus de Pierre Girard, figurent William Dubois (1811-1869) et Sylvain Mairet (1805-1890) de l'Association ouvrière du Locle[649], ainsi que Rossel, un horloger du Locle[650], et Heinrich Lindemann (1821-1885), un fabricant également issu de cette région. Celui-ci suggère d'ajouter un article au programme afin de vérifier la régularité de la marche des horloges : « *Après l'épreuve des trois mois* […]*, les pendules qui auront été acceptées par le jury, seront démontées et soumises à une expertise tendant à constater si le mouvement a souffert pendant cette marche de trois mois. Si le rapport du jury sur l'expertise du mouvement conclut à ce que la pendule peut être acceptée en toute confiance, elle est alors définitivement achetée* »[651].

Cette proposition subordonne le choix des pendules à la décision d'un jury d'horlogers, tandis que la proposition de Hirsch lui accorde seule la décision finale. Cette manière de partager l'expertise avec les horlogers semble déplaire à l'astronome, qui argue que l'étude de l'état de marche de la pendule selon une méthode astronomique est plus apte à révéler une malfaçon, contrairement à celle proposée par l'horloger :

« *L'article additionnel que M. Lindemann propose, me paraît inutile, car si les métaux emploiés* [sic] *sont mauvais, la marche de la pendule le montrera plus qu'une inspection du mouvement par des experts le pourrait faire, en outre, il me semble peu convenable de s'adresser pour la fabrication d'horloges astronomiques à des artistes, contre lesquels on croit nécessaire de prendre telles mesures de précaution. Je vous prie donc de laisser de côté cet article peu flatteur aux horlogers.* »[652]

Cette remarque met en lumière les conceptions divergentes entre l'astronome et l'horloger concernant les critères de vérification de la bonne marche d'une horloge astronomique. Ce phénomène est conceptualisé par le sociologue Andrew Abbott à travers la notion d'« aires de tâches » qui désigne le processus de délimitation des domaines d'activités d'une profession, ces domaines

[648] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 27 octobre 1858, 1TP-792, p. 42.
[649] Lettre d'Aimé Humbert à Adolphe Hirsch, 4 juin 1858, AEN, 2IND-83 et Lettre d'Aimé Humbert à Adolphe Hirsch, 19 juin 1858, AEN, 2IND-83.
[650] Lettre de Georges Guillaume à Adolphe Hirsch, 4 septembre 1858, AEN, 2IND-83.
[651] Lindemann Heinrich, Article additionnel 12bis, 1TP-792, p. 27bis.
[652] Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 20 août 1858, 1TP-792, p. 21.

pouvant être revendiqués par d'autres et entrer ainsi en concurrence[653]. Hirsch estime que surveiller le comportement de l'instrument sur une période de trois mois lui fournit des informations plus complètes, alors que l'horloger adopte une approche plus technique, proposant d'ouvrir l'objet pour procéder à un contrôle direct. L'astronome obtient gain de cause dans ce dossier et parvient à définir les limites des champs d'expertise en sa faveur. Hirsch utilise un argument habile, soulignant qu'ouvrir les pendules serait perçu comme une mise en doute de la qualité du travail des horlogers, et donc de leur probité. Dès lors, les horlogers sont responsables de la fabrication des garde-temps, tandis que l'astronome évalue leurs qualités. Toutefois, Hirsch ne souhaite pas se mettre Lindemann à dos et demande à Humbert de ne pas le « *rendre seul responsable du refus* »[654]. Le directeur est donc conscient de la nécessité de maintenir de bonnes relations et cherche à éviter de s'aliéner un fabricant.

Il convient également de souligner que, dès le début, les horlogers neuchâtelois portent un grand intérêt au développement de l'Observatoire, qui constitue un enjeu majeur, tant en tant qu'organisme de certification de la qualité des produits qu'en tant qu'outil de valorisation des savoir-faire horlogers locaux.

Après cet épisode, le concours est ouvert conformément au règlement prévu par Hirsch. Cinq pendules sont déposées, incluant un régulateur de Pierre Girard, deux horloges de l'Association ouvrière, une par Alexandre Houriet (1827/28-1859), de Couvet, et une dernière par Friedrichs, de Fleurier[655]. Elles sont observées durant six mois, entre juillet et décembre 1860, afin de sélectionner les deux meilleurs garde-temps[656].

Peu avant le début de la phase d'observation, le balancier de la pendule Houriet est atteint par la rouille. Elle est nettoyée début septembre, l'empêchant d'être comparée dans les mêmes conditions que les autres, entraînant, cette

[653] Abbott Andrew, *The System of Professions: An essay on the division of expert labor,* Chicago, The University of Chicago Press, 1988.

[654] Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 20 août 1858, 1TP-792, p. 21.

[655] « Rapport au Conseil d'État sur le concours ouvert à l'Observatoire cantonal pour deux pendules astronomiques », AEN, 1TP-792, n° 81. Le 28 août 1859, le régulateur Girard est déposé à l'Observatoire et commence à être utilisé pour la détermination de l'heure. Le 22 octobre 1859, Friedrichs apporte sa pendule, et le 16 novembre 1859, c'est au tour de la pendule d'Alexandre Houriet d'être installée par un certain Sandoz de Couvet, qui a achevé le travail d'Houriet, décédé entre-temps. Ce dernier meurt à 31 ans d'une pneumonie, le 1er mai 1859. Pour une courte notice biographique, voir : Jeanneret Frédéric-Alexandre et Bonhôte James Henri, *Biographie neuchâteloise*…, p. 506. Les deux dernières pendules de l'Association ouvrière arrivent respectivement le 7 février et le 30 mai 1860.

[656] Hirsch Adolphe, « Recherches sur des pendules astronomiques », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 461-489, p. 471.

fois-ci, une adaptation du règlement. Après la période d'examen, longuement décrite par Hirsch dans son rapport, le classement couronne la pendule n° 2 de l'Association ouvrière, avec une variation moyenne de 0,174 seconde par jour (figure 27)[657]. Pour la deuxième place, un doute subsiste, comme le reconnaît Hirsch qui demande au Conseil d'État de trancher :

« *Le résultat n'est pas tout aussi clair pour la seconde pendule, à cause de l'accident arrivé à la Pendule Houriet pendant l'époque de l'épreuve. Et puisque dans ces circonstances les chiffres pures* [sic] *et simples ne suffisent pas pour décider entre la Pendule Houriet et la Pendule I de l'Association ouvrière d'une manière absolue, je crois devoir remettre au jugement du Conseil d'État, laquelle de ces deux pendules il faudra mettre au second rang, tout en ajoutant que d'après l'ensemble des observations, ces deux horloges me paraissent avoir à très peu de choses près la même valeur.* »[658]

Les résultats ne permettant pas de départager les deux pendules (0,185 s par jour pour la pendule Houriet et 0,188 s pour la seconde pendule de l'Association ouvrière[659]), Hirsch choisit de laisser la décision au politique décider, afin d'éviter de rendre un jugement qui pourrait être perçu comme arbitraire. Le choix se porte sur la pendule Houriet (figure 28).

Conformément à l'article 12 du règlement du concours, la première pendule est acquise pour la somme de 2 200 francs, tandis que la seconde est achetée pour 2 000 francs[660]. Cette décision entraîne une réclamation de la part de l'Association ouvrière, qui fait état de lourdes pertes subies en participant à ce concours[661]. D'après le livre de comptes de l'Association ouvrière, le prix de revient des deux pendules s'élève à 4 800 francs, pour un retour sur investissement de seulement 2 200 francs[662]. Reconnaissant l'effort des horlogers, le Conseil d'État décide d'accorder un accessit à tous les participants[663]. De plus, sur la proposition de Hirsch, la pendule

[657] « Rapport au Conseil d'État sur le concours ouvert à l'observatoire cantonal pour deux pendules astronomiques », AEN, 1TP-792, n° 81.
[658] « Rapport au Conseil d'État sur le concours ouvert à l'observatoire cantonal pour deux pendules astronomiques », AEN, 1TP-792, n° 81.
[659] Hirsch Adolphe, « Recherches sur des pendules astronomiques », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 461-489, p. 471.
[660] Article 12 du règlement : « Programme du concours pour deux pendules astronomiques à fournir à l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », AEN, 1TP-792, n° 25.
[661] Lettre de l'Association ouvrière du Locle au Conseil d'État, AEN, 1TP-792, n° 83.
[662] Lettre de l'Association ouvrière du Locle au Conseil d'État, AEN, 1TP-792, n° 83.
[663] RD 1860-1861, p. 9.

Figure 27. Régulateur astronomique signé « Association Ouvrière Locle », vers 1858 © Musée d'horlogerie du Locle - Château des Monts, Le Locle (Photo Romain Jeanneret).

Figure 28. Pendule Alexandre-Houriet.
© Collection privée.

n° 1 de l'Association ouvrière est acquise par l'Observatoire de Zurich[664], permettant de régler à l'amiable le différend, tout en valorisant les instruments de l'Observatoire : « *Je mentionne avec plaisir que la seconde pendule, envoyée au concours par l'Association ouvrière du Locle, a été achetée par la Confédération pour l'Observatoire fédéral actuellement en construction à Zurich.* » L'objectif du jeune astronome est ici double : d'une part, éviter de se mettre à dos un client potentiel, et d'autre part, élargir la réputation des garde-temps de son établissement en plaçant la pendule « jumelle » de l'Association ouvrière. En revanche, les destinées des pendules de Friedrichs et de Girard restent inconnues. Notons au passage qu'il s'agit de la seconde fois que nous rencontrons une fabrication en double d'un garde-temps, ce qui suggère que ce procédé n'est pas un cas isolé.

Hirsch présente les résultats du concours à la SSNN, ce qui lui permet d'exposer une pratique rigoureuse en vue d'obtenir deux garde-temps de haute précision. Il s'agit là d'une stratégie destinée à valoriser ces pendules qui, contrairement aux autres instruments scientifiques, ne sont pas construites par des fabricants reconnus. La procédure du concours y est détaillée dans un rapport, conçu avant tout pour attester la qualité de l'équipement de l'Observatoire, comme en témoigne son préambule : « *Nous n'avons qu'à nous féliciter de nous être adressés aux artistes de notre pays ; car ils nous ont fourni deux excellentes pendules astronomiques qui, tout en faisant grand honneur aux artistes qui les ont construites, rendront d'excellents services à notre Observatoire lequel, s'occupant spécialement de la détermination du temps, a par* [sic] *cela même un intérêt particulier de posséder des pendules de premier ordre* »[665].

Preuve de la réussite de cette production locale, les pendules demeureront de longues années à l'Observatoire. La pendule de l'Association ouvrière, qui sera conservée jusqu'en 1958, fait la fierté de Hirsch qui se montre dithyrambique : « *Cette pendule* […] *comptera parmi les meilleures pendules astronomiques connues.* »[666] La pendule Houriet connaîtra, elle, un destin contrasté, revendue en 1894 après plusieurs tentatives afin d'en améliorer la marche[667].

[664] Cette pendule est actuellement conservée dans les dépôts du musée Kern à Aarau.
[665] Hirsch Adolphe, « Recherches sur des pendules astronomiques », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 461-489, p. 462.
[666] Hirsch Adolphe, « Recherches sur des pendules astronomiques », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 461-489, p. 462. La pendule n° 2 de l'Association ouvrière ou Dubois est exposée au Musée d'horlogerie du Locle.
[667] RD 1893-1894, p. 12.

Hirsch souligne également les qualités des autres pendules du concours pour mettre en valeur leurs fabricants : « *Il me paraît naturel que notre société consigne dans ses publications la marche de ces cinq pendules astronomiques, qui, sous le point de vue scientifique, peuvent être envisagées comme les chefs-d'œuvre de notre industrie nationale.* »[668] Le directeur a aussi une visée scientifique en publiant ce rapport : « *Ces questions intéressent non seulement la haute horlogerie, mais aussi l'astronomie qui, comptant les pendules parmi ses instruments les plus importants, a toujours tâché de contribuer à leur perfection.* »[669]

Durant leur utilisation, les pendules sont constamment vérifiées, contrôlées et analysées afin d'évaluer leur écart de marche. En fonction de leur performance, un poids différent est attribué à chaque pendule lorsqu'il s'agit d'obtenir l'heure exacte. Il convient alors d'estimer l'erreur probable de marche de chaque pendule et de procéder à un calcul avec une pondération spécifique à chaque instrument :

« *C'est à l'aide de ces nombres* [le poids attribué] *que je calcule par exemple la correction de la pendule électrique* [pendule Shepherd]*, pour la mettre à l'heure et envoyer le signal aux Montagnes. Chaque pendule donne par sa comparaison à la pendule électrique une correction de cette dernière ; au lieu de prendre la moyenne arithmétique de ces corrections, je calcule la moyenne probable, c'est-à-dire, qui donne la moindre erreur à craindre* […]. *De cette manière, j'arrive à tenir l'erreur du signal dans les limites d'un dixième de seconde, même pendant les époques où les observations directes du ciel sont assez rares* »[670].

L'heure envoyée quotidiennement est donc une moyenne pondérée en fonction des performances des différentes pendules de l'Observatoire, ce qui permet d'atteindre une précision de l'ordre du dixième de seconde.

Le concours de l'Observatoire fournit ainsi deux garde-temps de référence qui sont utilisés durant les premières décennies, tout en stimulant le processus d'innovation en incitant les horlogers à fabriquer des produits de haute précision exceptionnelle. À côté de cela, Hirsch s'attelle à la mise en place d'un procédé pour transmettre l'heure aux régions horlogères, ainsi qu'à l'administration fédérale.

---

668 Hirsch Adolphe, « Recherches sur des pendules astronomiques », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 461-489, p. 462.
669 Hirsch Adolphe, « Recherches sur des pendules astronomiques », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 461-489, p. 463.
670 Hirsch Adolphe, « Recherches sur des pendules astronomiques », *BSSNN*, 5, 1860-1861, p. 476.

3.3 La transmission de l'heure

La transmission de l'heure constitue la troisième étape de la chaîne opératoire (figure 29). À Neuchâtel, elle s'effectue en utilisant le réseau télégraphique installé au début des années 1850[671]. Ce procédé permet de communiquer l'heure exacte à des lieux éloignés, élargissant par conséquent l'espace d'intervention des observatoires[672]. La réalisation de ce système se fait en étroite collaboration avec Hipp. La transmission de l'heure consiste à diffuser un signal horaire à une ou plusieurs stations réceptrices. Dans ce cas, ce sont les bureaux de télégraphie qui reçoivent les signaux, ainsi que les administrations locales et fédérales. Les particuliers peuvent également s'équiper d'une station de réception. Bien que le principe du service soit relativement simple, sa mise en place technique est complexe et nécessite une gestion continue de l'Observatoire. L'enjeu principal est d'assurer une précision et une régularité suffisantes pour les utilisateurs du service, qui s'étend au fur et à mesure que l'intérêt pour le signal horaire grandit. L'objectif ici n'est pas de traiter des usages de l'heure exacte, un sujet qui excéderait notre propos, mais de souligner les enjeux techniques et de précision liés à l'envoi et à la réception du signal. Nous nous en tiendrons aux opérations relevant de la responsabilité de l'Observatoire.

3.3.1 Diffuser une impulsion électrique

La transmission de l'heure débute dans la salle de chronométrie de l'Observatoire (figure 14). Pour diffuser le signal horaire, il est nécessaire d'utiliser une pendule capable de générer une impulsion électrique suffisamment puissante pour parcourir l'ensemble du réseau télégraphique. Pour concevoir son système, Hirsch s'inspire de celui de l'Observatoire de Greenwich, comme il l'explique à Guillaume :

« *À Greenwich, j'ai pris connaissance des détails du service excellent de chronomètres, et, en même temps, j'ai pu étudier les moyens ingénieux qui permettent à l'Observatoire de Greenwich de distribuer chaque jour directement l'heure exacte sur une grande partie du royaume. J'ai examiné en*

[671] Pour le développement de la télégraphie en Suisse, voir : Messerli Jakob, *Gleichmässig, pünktlich, schnell…*
[672] Voir sur ce point : Aubin D, « L'observatoire. Régimes de spatialité… », p. 64.

détail les arrangements par lesquels les 22 pendules du General Post Office à Londres sont mises à l'heure chaque jour directement par l'Observatoire de Greenwich. Je mettrai à profit tous ces renseignements dans l'arrangement du système télégraphique, par lequel notre observatoire sera à même de distribuer l'heure sur tout le canton et même, si l'on désire, aux administrations fédérales des télégraphes et des postes. »[673]

Ainsi, si la détermination de l'heure est influencée par la technologie germanique, la diffusion de l'heure repose sur un modèle anglais[674]. Hirsch profite de son voyage en Angleterre pour commander à Charles Shepherd (1829-1905) une pendule émettrice (figure 30), identique à celle dont est également équipé l'Observatoire de Paris[675].

Nous disposons uniquement d'une trace du paiement effectué à Shepherd le 12 octobre 1859[676]. Le garde-temps, dont le battement est entretenu électriquement, a pour mission l'envoi quotidien d'un signal, ce qui implique des attentes moindres concernant la régularité de sa marche, comme Hirsch l'indique dans un rapport de 1886 :

« *Il n'est pas nécessaire que cet instrument ait une précision de marche aussi parfaite que celle des autres horloges, puisqu'elle est mise à l'heure d'après les observations célestes, ou d'après la moyenne probable des* […] *autres pendules. Tout ce qu'on est en droit d'exiger d'elle, c'est que, pendant l'heure qui s'écoule de 11H 3/4 h* [sic]*, où elle est comparée aux autres pendules, jusqu'à 12 3/4 h* [sic] *où elle est mise à l'heure, sa variation reste insensible ; or, c'est le cas de la pendule électrique anglaise, puisque sa variation diurne dépasse rarement 0,15 s.* »[677]

[673] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 3 mai 1859, 1TP-792, p. 62. Sur le service de transmission de l'heure de l'Observatoire de Greenwich, voir : Ishibashi Yuto, « Constructing the "automatic" Greenwich time system: George Bidell Airy and the telegraphic distribution of time, *c.* 1852-1880 », *British Journal of History of Science*, 53, 1, 2020, pp. 25-46.

[674] Pour la diffusion de l'heure en Angleterre durant la période victorienne, voir : Ishibashi Yuto, « In pursuit of accurate timekeeping: Liverpool and Victorian electrical horology », *Annals of Science*, 71, 4, 2014, pp. 474-496.

[675] Notes d'Adolphe Hirsch pour le rapport au Grand Conseil, 1TP-792, p. 51bis. Pour une biographie de Charles Shepherd, voir : Denkel Eugen, *Charles Shepherd Junior: 1829-1905. Chronometermacher, Ingenieur, Erfinder, Fotograf, Band 1, Datensammlung zu Leben, Werk, Personen und Wirkungsstätten*, Lehmen Eigenverlag, 2015. Pour les pendules fabriquées par Shepherd, voir : Vaughan Denys, « Charl es Shepherd's electric clocks », *Antiquarian Horology*, 21, 1994, pp. 519-530.

[676] Lettre de Jeanrenaud à Adolphe Hirsch, 12 octobre 1859, AEN, 2IND-8, correspondance 1858-1869.

[677] RD 1886, p ; 7.

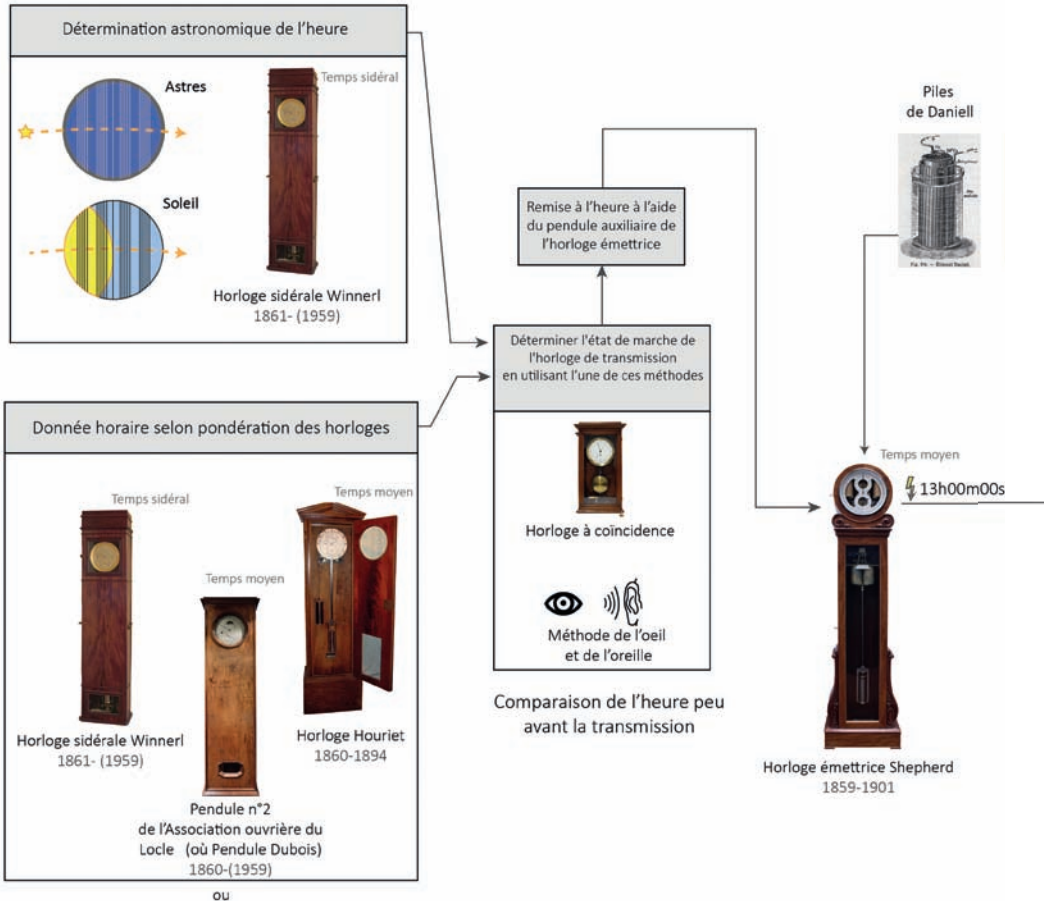


Figure 29. Chaîne opératoire de la transmission de l'heure de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel en 1861. ©Julien Gressot et Romain Jeanneret.

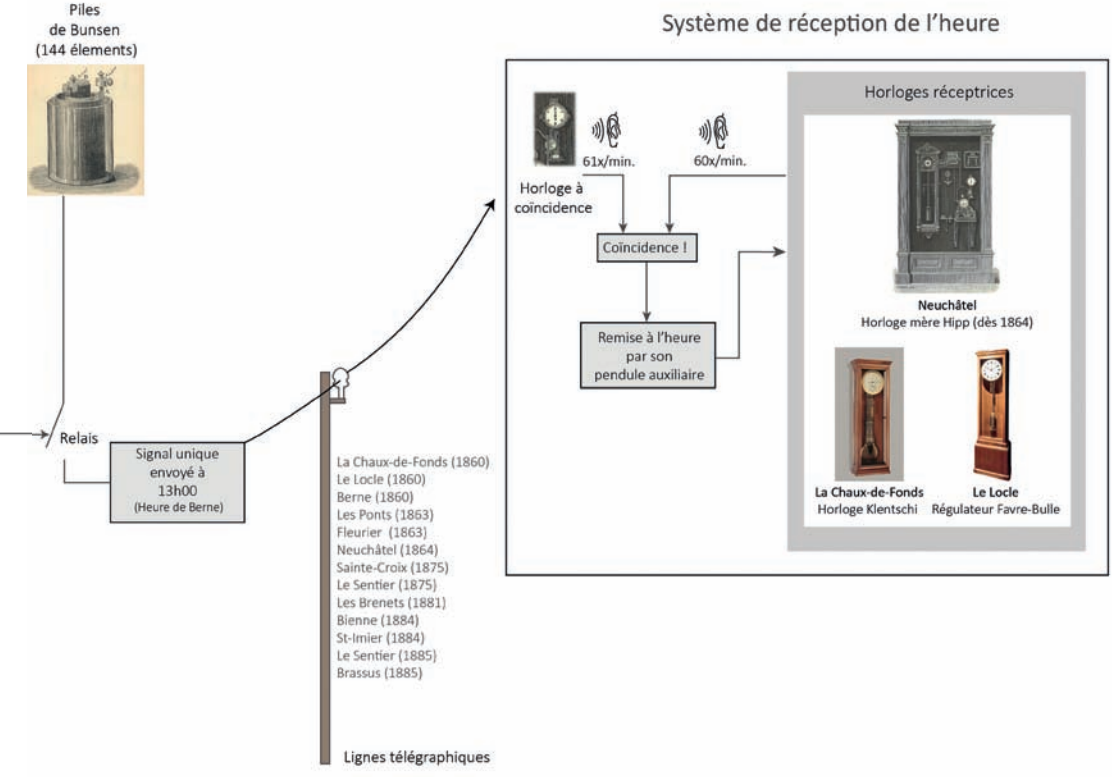

Piles
de Bunsen
(144 élements)
Relais
Signal unique
envoyé à
13h00
(Heure de Berne)
La Chaux-de-Fonds (1860)
Le Locle (1860)
Berne (1860)
Les Ponts (1863)
Fleurier (1863)
Neuchâtel (1864)
Sainte-Croix (1875)
Le Sentier (1875)
Les Brenets (1881)
Bienne (1884)
St-Imier (1884)
Le Sentier (1885)
Brassus (1885)
Lignes télégraphiques
Système de réception de l'heure
61x/min.
60x/min.
Horloge à
coïncidence
Coïncidence !
Remise à l'heure
par son
pendule auxiliaire
Horloges réceptrices
Neuchâtel
Horloge mère Hipp (dès 1864)
La Chaux-de-Fonds
Horloge Klentschi
Le Locle
Régulateur Favre-Bulle

Figure 30. Pendule émettrice Charles-Shepherd (1829-1905). Collection Musée international d'horlogerie, © Photo HE-Arc.

Cet exemple montre que la précision attendue d'une pendule dépend de son rôle dans la chaîne opératoire. Ce qui est jugé insuffisant à un endroit peut être acceptable ailleurs, en fonction des besoins et des possibilités techniques. Cette moindre précision sur la durée s'explique principalement par l'emploi d'un système électrique qui perturbe le fonctionnement de la pendule. Celle-ci est équipée de trois contacts à ressort, commandés respectivement par les roues des heures, des minutes et des secondes. Lorsque les trois contacts sont enclenchés simultanément – c'est-à-dire une fois par jour –, le signal horaire est diffusé sur le réseau télégraphique :

« [L'envoi du signal] *est obtenu par un système de trois contacts à ressort, dont un est établi par la roue d'heure chaque jour pendant quelques minutes avant 1 heure ; le second, établi par la roue des minutes, reste fermé pendant la 59e minute de chaque heure ; enfin le troisième est établi par la roue des secondes à chaque minute pleine. Le circuit électrique n'étant fermé que lorsque les trois contacts sont établis à la fois, on conçoit que cela doit arriver chaque jour une fois, à 1 heure précise.* »[678]

Outre les perturbations causées par le système de fermeture des contacts électriques, la grande quantité d'électricité nécessaire à l'envoi du signal risque d'oxyder les contacts, comme le souligne Hirsch en 1891 à propos de la pendule qui « *continue à fonctionner utilement, tout en usant beaucoup d'électricité, comme c'est le cas pour les anciens appareils électriques anglais et en exigeant de fréquents nettoyages de contact* »[679]. Peu avant l'envoi du signal, la pendule Shepherd est remise à l'heure physiquement à l'aide d'un pendule auxiliaire, ce qui constitue une différence par rapport aux autres garde-temps, qui doivent être touchés le moins possible afin de limiter le risque de perturbation. Ce système ingénieux permet d'ajuster la fréquence des oscillations du balancier, en l'accélérant ou le ralentissant, pour corriger la marche de la pendule :

« *Quelques minutes avant 1 heure, la pendule est mise à l'heure d'après les observations célestes et à leur défaut d'après les comparaisons avec toutes les autres pendules et chronomètres de l'établissement. Pour pouvoir le faire exactement, on se sert d'un pendule auxiliaire, qui, suivant qu'on baisse ou qu'on lève une fourchette, est sensiblement plus court ou plus long que*

[678] Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238, pp. 233-234.
[679] RD 1890-91, pp. 12-13.

le balancier à secondes, et qui, par conséquent, en oscillant conjointement avec ce dernier, le fait avancer ou retarder d'un centième de seconde pour chaque oscillation. »[680]

Cette correction nécessite un soin particulier, car elle doit être effectuée dans un intervalle relativement court pour permettre la diffusion du signal à l'heure prévue, moment unique où le réseau télégraphique est disponible à cet effet. Pour la remettre à l'heure, il est possible d'utiliser l'heure déterminée durant la nuit – le moyen le plus précis – ou celle obtenue par le transit du Soleil. Dans ces cas, la marche des pendules est connue avec une incertitude relativement faible. Lorsque ces méthodes ne sont pas possibles, l'Observatoire utilise l'heure moyenne des garde-temps. Plus est grand le temps séparant une détermination de l'heure astronomique de sa diffusion, plus l'incertitude du signal augmente, ce qui explique pourquoi il est nécessaire de disposer de plusieurs pendules de précision pour garantir la fiabilité de l'heure.

Contrairement à la méthode de remise à l'heure de la pendule Shepherd, le procédé employé pour la comparer aux autres garde-temps n'est pas clairement mentionné[681]. La méthode de « l'œil et de l'oreille », la méthode chronographique ou encore l'utilisation d'une pendule à coïncidence – qui permet de comparer la marche de deux pendules – sont des moyens envisageables. La méthode qui paraît la plus probable semble être celle de « l'œil et de l'oreille », car elle est plus simple et plus rapide à réaliser, étant donné la précision souhaitée. La méthode chronographique ne paraît pas adaptée, impliquant une procédure trop longue pour être effectuée avec sûreté dans le laps de temps disponible. Seule l'utilisation d'une pendule à coïncidence paraît être une alternative plausible. Ce dispositif permet de constater l'écart de marche entre le signal et la pendule du lieu de réception. Il fonctionne comme un vernier sonore, où chaque battement de la pendule à coïncidence se fait à une fréquence de 1/61^{e} de minute, tandis que la pendule de réception bat normalement la seconde. En observant le nombre de battements nécessaires pour que les rythmes des deux pendules coïncident, il devient possible de remettre à l'heure l'horloge de réception avec une précision pouvant atteindre deux centièmes de seconde. Toutefois, une remarque de

[680] Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238, p. 234.

[681] Les sources ne sont pas claires sur la manière de comparer l'heure de la pendule Shepherd. Au moment de la constitution de l'Observatoire de Besançon, son directeur, Jules Gruey, visite Neuchâtel et son observatoire où il indique que toutes les pendules sont comparées par la méthode chronographique : Gruey Louis-Jules, « Visite à divers observatoires étrangers », *Mémoires de la Société d'émulation du Doubs*, 1883, pp. 39-88, p. 47.

Hirsch laisse envisager qu'il s'agit de la méthode de « l'œil et de l'oreille », bien qu'il soit possible que la méthode utilisée puisse varier en fonction des circonstances : « *Chaque pendule donne par sa comparaison à la pendule électrique* [pendule Shepherd] *une correction de cette dernière ; au lieu de prendre la moyenne arithmétique de ces corrections, je calcule la moyenne probable* […]. *De cette manière j'arrive à tenir l'erreur du signal dans les limites d'un dixième de seconde* »[682]. La notion de moyenne probable signifie que Hirsch pondère les résultats selon la fiabilité qu'il attribue à chaque garde-temps.

Pour transmettre l'heure, la pendule Shepherd est reliée à une pile de huit éléments Bunsen, qui alimente un relais doté d'une pile de cent quarante-quatre éléments Bunsen permettant d'amplifier le signal[683]. Livrée en octobre 1859[684], la pendule Shepherd officiera jusqu'en 1901[685]. Elle est parfois source de ratés, par exemple lorsque la pile est insuffisamment puissante pour diffuser le signal. La gestion des piles devient ainsi une tâche essentielle à l'Observatoire. Les piles employées doivent être fréquemment contrôlées afin de garantir qu'elles fournissent la puissance nécessaire à l'envoi du signal horaire. À intervalles réguliers, les piles sont changées, comme le rappelle Hirsch : « *Cette pendule continue à rendre, à notre entière satisfaction, le service auquel elle est destinée, pourvu qu'on change les piles à peu près tous les mois et qu'on la nettoie une fois par an.* »[686] Malgré les limites de la pendule Shepherd, Hirsch se félicite de sa possession, estimant qu'elle donne des résultats tout à fait satisfaisants[687].

3.3.2 Le réseau télégraphique suisse

La télégraphie se développe au XIX^e^ siècle et fait son apparition en Suisse à la fin des années 1840[688]. À Neuchâtel, une première convention a été conclue

[682] Hirsch Adolphe, « Recherches sur des pendules astronomiques », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 461-489, p. 476.
[683] Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238, p. 234.
[684] RD 1860-1861, p. 4.
[685] RD 1901, p. 8.
[686] RD 1886, p. 7.
[687] RD 1860-1861, p. 9.
[688] Pour une histoire du développement de la télégraphie, voir : Balbi Gabriele et Fickers Andreas (eds.), *History of the International Telecommunication Union: Transnational techno-diplomacy from the telegraph to the Internet,* Berlin, Boston, De Gruyter Oldenbourg, 2020 ; Beauchamp Ken, *History*

le 17 février 1852 entre le Département fédéral des postes et des travaux publics et le Canton[689]. En Suisse, l'Observatoire de Berne fournit l'heure à l'administration fédérale des télégraphes à partir de 1852, en échange d'une rétribution annuelle de 1 000 francs[690]. Ce système a été instauré avec l'aide de Hipp, qui avait ainsi acquis une expérience pratique de la mise en place de tels réseaux[691]. Par la suite, l'Observatoire de Neuchâtel se chargera de cette distribution, contribuant ainsi à la synchronisation temporelle du pays. Peter Galison, dans son ouvrage sur les horloges d'Einstein et les cartes de Poincaré, souligne l'importance de l'heure dans la coordination en Suisse : « *Quand enfin elle* [La Suisse] *inaugura son chemin de fer, son télégraphe et son réseau d'horloges, l'heure synchronisée fut aussitôt une affaire nationale dont Berne était le centre. L'heure électrique partait de Berne pour rayonner vers le Jura et son industrie horlogère, vers les villes dotées d'un réseau d'horloges publiques, vers les gares et les chemins de fer et, bien entendu, en passant par le centre de brevetage des horloges synchronisées* »[692]. Peter Galison se trompe toutefois lorsqu'il affirme que l'heure électrique partait de Berne ; c'est bien à Neuchâtel que l'heure est fabriquée et diffusée, puis relayée par l'administration fédérale.

Deux méthodes de transmission sont envisagées pour la diffusion du signal sur le réseau. D'abord, la mise en place d'horloges secondaires, système qui demande un investissement financier important et l'utilisation d'une ligne télégraphique spécialisée :

« *C'était d'abord de faire marcher avec notre pendule électrique des cadrans sympathiques dans les différentes localités ; mais alors, il aurait fallu construire une ligne spéciale depuis Neuchâtel aux Montagnes. Pour éviter ces frais et utiliser à la fois la ligne fédérale et les régulateurs publics qui existaient à La Chaux-de-Fonds et au Locle, nous avons adopté un autre système qui consiste à envoyer une fois par jour un signal, qui sert à contrôler ces régulateurs et offre aux artistes des Montagnes un moyen même plus exact pour le réglage des pièces de précision.* »[693]

---

of Telegraphy, Londres, the Institution of engineering and technology, 2001. Pour le cas de la Suisse : Messerli Jakob, *Gleichmässig, pünktlich, schnell…*

689 « Convention entre le département des Postes et des Travaux publics de la Confédération suisse et le Conseil d'État de la République et Canton de Neuchâtel », 17 février 1852, Musée de la communication de Berne, Tele-005, A0002-1.

690 Messerli Jakob, *Gleichmässig, pünktlich, schnell…*, p. 72.

691 Wolf Rudolf, *Geschichte der VermessungenI…,* p. 286.

692 Galison Peter, *L'Empire du temps…*, p. 39.

693 RD 1860-1861, p. 12.

Cette dernière option demande une coordination avec le service télégraphique et les localités horlogères. Pour obtenir l'usage des lignes télégraphiques, des discussions sont engagées afin de définir les modalités techniques et financières. Diffuser le signal requiert de résoudre des questions pratiques pour éviter de perturber le passage des dépêches télégraphiques. Deux options sont étudiées. La première consiste à envoyer un courant d'une intensité très différente de celle des dépêches. L'utilisation d'un relais différentiel, attiré uniquement par un courant d'une certaine intensité et laissant passer les autres, permet aux stations de recevoir le signal sans compromettre la bonne marche du service. Cependant, cette solution présente le défaut suivant : certaines dépêches atteignent la même intensité, risquant de se confondre avec le signal et d'altérer leur réception[694]. La seconde possibilité implique l'utilisation de relais polarisés, où les piles des bureaux de réception et celles de la station émettrice ont des pôles opposés[695]. Ce système nécessite une coordination entre les bureaux télégraphiques qui complique la mise en place et explique probablement l'abandon de l'idée. Finalement, la solution des relais différentiels est retenue : « *Je proposai d'abord, en 1859, le premier de ces systèmes à l'administration fédérale des télégraphes pour envoyer l'heure à La Chaux-de-Fonds et au Locle, lui offrant en même temps de transmettre aussi journellement l'heure à Berne, pour y servir au réglage des horloges de tous les bureaux de télégraphes et de postes de la Confédération* »[696].

Cet arrangement convainc l'administration fédérale des télégraphes, qui économise ainsi les 1 000 francs annuels du signal bernois, tout en évitant à l'Observatoire de Neuchâtel des frais d'installation considérables[697]. Une condition est toutefois posée par l'administration : une ligne spéciale doit être mise en place entre La Chaux-de-Fonds et Le Locle pour éviter de perturber le trafic des dépêches rejoignant la France à cet endroit : « *La direction* [de l'administration fédérale des télégraphes] *accepta nos propositions, en exigeant toutefois que, depuis La Chaux-de-Fonds au Locle, nos signaux soient transmis sur une ligne spéciale, craignant que, cette partie du réseau servant*

694 Hirsch Adolphe, « Sur la transmission électrique de l'heure à travers un réseau télégraphique », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 373-379, p. 374.

695 Hirsch Adolphe, « Sur la transmission électrique de l'heure à travers un réseau télégraphique », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 373-379, p. 374. Cette solution n'est pas retenue par Hirsch sans explication précise.

696 Hirsch Adolphe, « Sur la transmission électrique de l'heure à travers un réseau télégraphique », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 373-379, p. 374.

697 RD 1860-1861, pp. 4-5. Le 17 septembre 1859, le Conseil d'État neuchâtelois demande officiellement la possibilité d'utiliser le réseau télégraphique, et le 3 octobre 1859, le Conseil fédéral accepte, ce qui constitue la première convention. Pour cette correspondance, voir le fonds : AEN, 1IND-340, Transmissions de l'heure. Premières conventions avec la Confédération, Vaud et Berne, 1859-1885.

à la correspondance internationale et étant très chargée de dépêches, il n'y eut des inconvénients à s'en servir pour la transmission de nos signaux »[698].

Le 25 juin 1860, le signal horaire est transmis pour la première fois à La Chaux-de-Fonds, au Locle et à Berne[699]. Dès lors, l'Observatoire s'efforce d'envoyer l'heure une fois par jour à 13 h 00, temps de Berne, correspondant à un envoi une minute, cinquante-cinq secondes et cinquante-sept centièmes plus tôt à Neuchâtel, du fait de la différence de longitude des deux localités[700]. À ce moment-là, une puissante impulsion est diffusée, mettant en marche des pendules à coïncidence utilisées pour constater les écarts de marche des régulateurs situés dans les stations réceptrices (figure 31).

Une fois le signal reçu, les écarts de marche des régulateurs sont inscrits sur un tableau, permettant ainsi d'obtenir l'heure exacte. Voici comment Hirsch explique son système :

« *La ligne fédérale Chaux-de-Fonds-Neuchâtel-Berne passe par l'Observatoire et y est rejointe par le fil de notre pendule électrique ; celle-ci envoie à 1 h de l'après-midi un fort courant, qui en entrant dans la ligne s'y partage, et dépassant en intensité les courants ordinaires de correspondance va d'un côté directement au bureau central de l'administration des télégraphes à Berne, et d'autre part, le courant passe par un relais différentiel au bureau télégraphique de Neuchâtel à celui de La Chaux-de-Fonds, d'où il va d'abord auprès du régulateur public de cette ville, et ensuite par un fil spécial à celui du Locle.* »[701]

Le principal écueil de ce procédé tient à l'état des lignes télégraphiques qui empêche parfois le passage du signal. Hirsch imagine alors une solution permettant de vérifier la bonne réception du signal. Il obtient ainsi la possibilité de recevoir des télégrammes confirmant l'arrivée de l'heure, afin de détecter rapidement les problèmes, comme il l'explique à la SSNN : « *J'ai demandé à l'administration des télégraphes et j'ai obtenu de l'obligeance de sa direction, qu'on envoie tous les jours, à l'observatoire cantonal, au moyen de notices gratuites, le résultat des observations de nos signaux dans les différents*

[698] Hirsch Adolphe, « Sur la transmission électrique de l'heure à travers un réseau télégraphique », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 373-379, p. 374.
[699] RD 1860-1861, p. 5.
[700] Hirsch Adolphe, « Détermination de la différence en longitude entre les Observatoires de Berne et de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 253-259.
[701] RD 1860-1861, pp. 12-13.

Figure 31. Pendule à coïncidence. Collection Musée international d'horlogerie, © Photo MIH.

endroits. »[702] Malgré cela, des irrégularités surviennent régulièrement, mettant en péril la continuité du service. Pour y remédier, Hirsch met en place un système de rétribution des bureaux de télégraphie, incitant les employés à prendre soin de relever le signal. L'administration fédérale, quant à elle, est responsable de l'entretien des lignes[703].

Deux ans après le décret de fondation, l'Observatoire est donc en mesure d'envoyer un signal quotidien dans les régions horlogères et à l'administration fédérale. Des horlogers reçoivent également ce signal dans leurs ateliers. Dès cette période, le réseau suisse de distribution de l'heure est centré sur l'Observatoire de Neuchâtel, qui joue un rôle clé dans l'unification de l'heure du pays[704].

3.3.3 Les stations télégraphiques

Une fois le signal transmis par la pendule Shepherd, celui-ci se diffuse sur le réseau télégraphique. Hirsch s'attache à garantir la précision du signal jusqu'aux régulateurs publics. Parallèlement à ses démarches auprès de l'administration fédérale, il établit des contacts, en particulier avec les villes des Montagnes neuchâteloises, afin de leur proposer un accès à l'heure exacte. Plusieurs propositions sont formulées pour l'installation d'un système de réception, comme en témoigne le cas bien documenté de la ville du Locle, que nous examinerons en détail.

Comme mentionné au chapitre 1, une heure publique est déjà présente dans les localités horlogères, mais la création de l'Observatoire introduit un changement significatif dans les pratiques. Il s'agit donc à la fois d'une rupture et d'une continuité, intégrant des éléments préexistants. Au Locle, le régulateur Favre-Bulle est pressenti pour poursuivre sa mission. Le 13 mai 1859, dans une missive adressée au conseil municipal du Locle, Hirsch détaille son *projet :*

« *Lorsque le Grand Conseil a décrété la fondation d'un observatoire cantonal, un des buts principaux était d'obtenir pour les centres de l'horlogerie du pays*

[702] Hirsch Adolphe, « Sur la transmission électrique de l'heure à travers un réseau télégraphique », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 373-379, p. 376.
[703] Hirsch entretient une correspondance à ce propos avec les services télégraphiques, correspondance qui se trouve principalement dans les fonds de la BPUN.
[704] Voir : Messerli Jakob, *Gleichmässig, pünktlich, schnell…* Sur l'importance de Hipp et de Hirsch dans l'unification de l'heure suisse, voir : Schmidgen Henning, « Time and noise… », p. 255.

une détermination exacte du temps pour faciliter aux horlogers le réglage des montres. Bientôt l'Observatoire sera en état de faire cette détermination avec l'exactitude rigoureuse de la science et il s'agit seulement de la mettre en communication télégraphique avec les localités industrielles, pour qu'il leur envoie chaque jour l'heure exacte »[705].

Trois solutions sont envisagées pour atteindre cet objectif. La première consiste à installer une pièce d'artillerie en périphérie de la ville, reliée par un courant électrique, pour signaler l'heure à toute la population : « *Cette détonation se faisant entendre dans toute la ville portera pour ainsi dire, l'heure dans chaque maison, et, comme elle donnera les vingt-quatre heures avec l'exactitude d'une seconde, elle sera plus que suffisante pour le réglage des montres civiles.* »[706] Hirsch souhaite ainsi fournir l'heure non seulement aux horlogers, mais à l'ensemble de la cité, avec une précision d'une seconde par jour, qu'il juge adaptée aux besoins sociaux. Il y a donc un véritable objectif de synchroniser la vie sociale.

La deuxième option propose de « *disposer à côté du régulateur de l'hôtel de ville un appareil, qui, mis en mouvement par le même courant, permettra de constater chaque jour l'état du régulateur jusqu'à la dixième partie de la seconde près* »[707]. Enfin, Hirsch suggère de permettre aux horlogers de raccorder directement leurs ateliers au bureau télégraphique afin de régler eux-mêmes leurs régulateurs[708]. Le directeur détaille également les aspects techniques nécessaires pour assurer la liaison entre son établissement au Locle : la mise en place d'appareils télégraphiques au bureau du Locle, la connexion de ce dernier à celui de La Chaux-de-Fonds, la stabilisation du régulateur Favre-Bulle, et l'installation d'un canon[709].

Une commission communale – composée des horlogers Henri Grandjean, Heinrich Lindemann, William Dubois, de l'ancien maire Charles-François Nicolet et du professeur Isely – évalue les propositions de Hirsch. Elle reconnaît l'importance de disposer de l'heure exacte, en particulier pour

[705] Lettre d'Adolphe Hirsch au conseil municipal du Locle, 13 mai 1859, Archives de la ville du Locle, G-411.1.
[706] Lettre d'Adolphe Hirsch au conseil municipal du Locle, 13 mai 1859, Archives de la ville du Locle, G-411.1.
[707] Lettre d'Adolphe Hirsch au conseil municipal du Locle, 13 mai 1859, Archives de la ville du Locle, G-411.1.
[708] Lettre d'Adolphe Hirsch au conseil municipal du Locle, 13 mai 1859, Archives de la ville du Locle, G-411.1.
[709] Notons qu'Adolphe Hirsch fait la même proposition à La Chaux-de-Fonds : « Lettre d'Adolphe Hirsch au Conseil municipal de La Chaux-de-Fonds », 13 mai 1859, Archives communales de La Chaux-de-Fonds, L3A.

répondre aux exigences de l'horlogerie : « *Elle* [la commission] *a été unanime pour reconnaître et pour vous signaler toute l'importance, tous les avantages qu'il y a à ce que Le Locle puisse, chaque jour, recevoir l'heure exacte de l'observatoire cantonal. On se plaint souvent du peu de précision et du peu d'ensembles, qui existent dans l'indication du temps ; cette inexactitude provient sans doute de ce que le régulateur public, n'ayant pas une marche bien sûre, n'est contrôlé par aucune observation exacte. Cet état fâcheux doit nuire au réglage des pièces d'horlogerie fabriquées dans la localité, puisque les horlogers n'ont aucun moyen de s'assurer où la variation existe* »[710].

La commission souligne les insuffisances du système actuel et reconnaît l'intérêt des services offerts par l'Observatoire. Elle identifie encore un objectif plus vaste : « *Les relations de la vie civile exigent aussi, dans un grand nombre de circonstances, que la mesure du temps soit marquée avec plus de précision qu'elle ne l'est habituellement.* »[711] Ainsi, au-delà des besoins spécifiques des horlogers, la commission prend en compte les attentes plus larges de la société. Le rapport conclut qu'il est impératif de « *profiter de la circonstance actuelle pour obtenir quelque chose de convenable et de satisfaisant, afin qu'on ne puisse plus dire à l'avenir que c'est dans le pays où l'on fait les montres que les horloges vont le plus mal* »[712]. L'obtention du signal horaire dépasse donc une nécessité pratique et s'inscrit également dans une logique de prestige local et d'amélioration de l'image régionale.

La commission examine ensuite les aspects concrets du projet. Les deux solutions proposées pour transmettre l'heure, à savoir le régulateur et le canon, sont validées. Bien que le régulateur soit jugé suffisant, les membres de la commission estiment que le coup de canon présente un avantage significatif à leurs yeux : « *Le premier* [moyen] *pourrait suffire en même temps qu'il est le plus précis ; mais le second portera, pour ainsi dire l'heure dans chaque maison, et servira de règle manifeste de point de départ pour le réglage de toutes les horloges et la marche des affaires ; il évitera aussi beaucoup de déplacements pour venir consulter le régulateur public* »[713].

[710] « Rapport de la commission sur le reliement avec l'observatoire », Archives communales de la ville du Locle G-412.1.
[711] « Rapport de la commission sur le reliement avec l'observatoire », Archives communales de la ville du Locle G-412.1.
[712] « Rapport de la commission sur le reliement avec l'observatoire », Archives communales de la ville du Locle G-412.1.
[713] « Rapport de la commission sur le reliement avec l'observatoire », Archives communales de la ville du Locle G-412.1.

Ce mode de diffusion s'inscrit dans une tradition bien établie, comme l'illustre l'exemple parisien étudié par Côme Souchier qui souligne sa popularité auprès de la population durant la seconde moitié du XIXe siècle[714]. Les deux solutions techniques proposées par Hirsch sont perçues comme complémentaires : la première, destinée à fournir une heure précise aux horlogers spécialisés dans les produits de haute précision, et la seconde, visant à unifier la temporalité de la cité et à structurer son organisation sociale grâce au signal sonore du canon. Enfin, un dernier argument en faveur du canon revêt une dimension plus régionaliste : « *Il est probable d'ailleurs que La Chaux-de-Fonds adoptant ce système, Le Locle serait, pour l'opinion publique, dans une espèce d'infériorité, à cause d'une dépense annuelle que l'on peut dire minime, si irréfléchit* [sic] *qu'elle est faite dans l'intérêt de l'horlogerie qui est l'industrie nourricière du pays et la source de sa prospérité* »[715]. Cet aspect reflète la rivalité existante entre les villes horlogères des Montagnes neuchâteloises. Néanmoins, le 8 septembre 1859, l'exécutif loclois soumet un rapport au Conseil général concernant l'établissement d'une liaison télégraphique entre Le Locle et l'Observatoire, tout en abandonnant l'idée du canon[716].

La stabilisation du régulateur de l'hôtel de ville du Locle occupe une place centrale dans les discussions. Jugé imprécis, notamment en raison de son emplacement considéré comme instable, Hirsch refuse de transmettre le signal horaire au Locle tant que le régulateur n'aura pas été installé dans un contexte technique et spatial conforme à ses critères de précision. Heinrich Lindemann, président de la section locloise de la Société d'utilité publique neuchâteloise, exprime son inquiétude : « *Il* [Hirsch] *m'a répondu qu'il ne ferait absolument rien quant à la transmission de l'heure avant que le régulateur ne soit placé dans des conditions convenables.* »[717]. La commission chargée d'examiner

[714] Souchier Côme, « Science et techniques au service du public : La synchronisation des horloges parisiennes au XIXe siècle », *Politix*, 1, 2019, pp. 219-237, pp. 223-224 ; Gapaillard Jacques, *Histoire de l'heure en France*, Paris, Vuibert-ADAPT/SNES, 2011, pp. 98-101.

[715] « Rapport de la commission sur le reliement avec l'observatoire », Archives communales de la ville du Locle G-412.1.

[716] « Rapport au Conseil général de la municipalité du Locle au sujet du reliement du régulateur de l'hôtel de ville avec l'Observatoire », 8 septembre 1859, Archives de la ville du Locle, G-412.2. Cette décision est facilitée par le fait que La Chaux-de-Fonds renonce également au canon : « Rapport au Conseil général – jonction du régulateur à l'Observatoire par voie télégraphique », 14 juin 1859, Archives de la commune de La Chaux-de-Fonds, L3a2.

[717] Lettre d'Heinrich Lindemann à Favre-Perret, président du Conseil administratif de la commune du Locle, 16 mai 1869, Archives communales du Locle, G-411.3.

cette question reconnaît les insuffisances de l'agencement actuel du régulateur Favre-Bulle :

« *Pour que les dépenses faites en vue d'obtenir une bonne indication du temps ne soient pas en partie inutiles, il est nécessaire que le régulateur public devienne un vrai garde-temps et qu'il fonctionne sans variations ou avec des variations régulières, afin que l'heure signalée par l'Observatoire soit conservée pendant toute la journée qui sépare les signaux. Or, l'on ne sait pas si cet appareil est dans un état intérieur actuel assez satisfaisant pour répondre à ce but ; de plus son installation n'est pas assez stable pour qu'il soit à l'abri des ébranlements qui peuvent amener des perturbations dans sa marche normale.* »[718]

Le régulateur du Locle doit ainsi « devenir un vrai garde-temps » pour pouvoir recevoir le signal horaire de l'Observatoire. Deux conditions sont à remplir : d'une part, répondre aux critères techniques permettant de vérifier le bon fonctionnement de la pendule, et d'autre part, stabiliser celle-ci dans un environnement conforme aux prescriptions du directeur. Une fois ces ajustements réalisés, la station télégraphique du Locle, à l'image de celle de La Chaux-de-Fonds, sera en mesure de recevoir le signal horaire quotidiennement.

Le réseau de distribution de l'heure s'étend rapidement, les stations de Fleurier et des Ponts (de Martel) demandant leur rattachement[719]. Pour permettre la diffusion du signal, une pile est installée au Locle, activée par le courant de l'Observatoire. Cette fois, des relais polarisés sont utilisés pour éviter toute interférence avec les communications télégraphiques entre Le Locle et Yverdon[720]. Cette solution technique est finalement adoptée sur l'ensemble du réseau, après une modification laissant les *« bureaux télégraphiques toujours maîtres d'exclure complètement nos appareils »*[721]. Parallèlement, deux horlogers loclois, Grandjean et Jürgensen, demandent, dès l'origine, la réception du signal directement dans leurs ateliers[722]. Hirsch, satisfait de son système, déplore néanmoins que le chef-lieu cantonal ne s'y rallie pas : « *Il est* […] *regrettable que la ville de Neuchâtel, par laquelle notre signal d'heure passe chaque jour inaperçu, n'ait pas encore voulu l'utiliser*

[718] « Rapport de la commission sur le reliement avec l'observatoire », Archives communales de la ville du Locle G-412.1.
[719] RD 1862-1863, p. 7.
[720] RD 1862-1863, p. 7.
[721] RD 1862-1863, p. 8.
[722] RD 1862-1863, p. 8.

pour régler ses horloges publiques. »[723] Ce n'est qu'en 1862 que la commune de Neuchâtel décide de rejoindre le réseau de distribution[724]. Une fois ce réseau pleinement opérationnel, Hirsch s'enorgueillit de son succès. Il souligne son rôle dans l'amélioration de l'horlogerie locale : « *Par le bon réglage des chronomètres qu'on nous a envoyés à observer depuis les Montagnes, j'ai pu me convaincre que cette organisation remplit parfaitement son but et est utilisée toujours davantage par les artistes du Locle et de La Chaux-de-Fonds.* »[725] À son apogée, le réseau compte onze stations, marquant l'extension maximale du système avant l'apparition de nouvelles technologies, comme la téléphonie et la télégraphie sans fil (TSF)[726].

Cependant, le service de la transmission de l'heure mobilise fréquemment l'Observatoire, confronté à des problèmes techniques récurrents. Ces difficultés, liées à l'irrégularité des piles, à l'usure du réseau télégraphique ou à la non-réception du signal, engendrent une correspondance soutenue entre l'établissement et l'administration fédérale.

Ainsi, la réception de l'heure exacte ne se limite pas à des enjeux scientifiques, horlogers ou de précision. Elle touche également à l'organisation sociale, à la synchronisation des activités publiques et au prestige local des communes impliquées.

*****

La constitution de la première chaîne opératoire de l'Observatoire de Neuchâtel occupe largement son premier directeur durant les premières années. Les instruments scientifiques commandés reflètent les critères et les visions, parfois divergentes, des acteurs impliqués – astronomes, fabricants d'instruments, horlogers, télégraphistes, etc. La mise en place d'un observatoire à la pointe de la mesure du temps nécessite un réseau de spécialistes, permettant à Hirsch d'établir une chaîne opératoire qui fonctionnera pendant près de cinquante années sans modifications majeures.

[723] RD 1860-1861, p. 13.
[724] RD 1862-1863, p. 9.
[725] RD 1861-62, pp. 8-9.
[726] Signalons que Les Brenets bénéficient du signal horaire dès 1882. Par la suite, l'école d'horlogerie de Saint-Imier, la ville de Bienne, situées dans le canton de Berne, ainsi que les stations vaudoises du Sentier et du Brassus, rejoignent le réseau en 1885. Pour plus de détails sur la transmission intercantonale de l'heure, se référer aux fonds suivants : AEN, 1IND-340, Transmission de l'heure – premières conventions avec la Confédération, Vaud et Berne et celui-ci : Musée de la communication de Berne, T-00 A_0452, 34, 1-30, 1885, Neuchâtel, Zeitzeichen von der Sternwarte.

L'ajout d'instruments, comme le chronographe imprimant, provoque des ajustements dans les autres parties de la chaîne opératoire ainsi que dans les méthodes d'observation. Cette organisation ne se limite pas aux murs de l'Observatoire. La transmission de l'heure engage l'institution à intervenir sur le réseau télégraphique et sur les garde-temps des localités horlogères afin d'assurer la précision et la régularité de ses services.

Si le directeur est chargé d'établir des dispositifs permettant d'atteindre une précision « scientifique », il n'est pas le seul à décider des moyens pour y parvenir. Les fabricants, avec leur propre vision et leurs connaissances théoriques, peuvent adhérer au projet de l'astronome ou l'infléchir. Cela se manifeste notamment lorsque Repsold refuse catégoriquement de donner suite aux demandes de Hirsch concernant une garantie, ce qui met un terme définitif aux discussions.

Ainsi, c'est un équilibre entre la vision du jeune directeur – façonnée par son expérience, ses voyages, et ses lectures de traités et publications d'astronomes ou de spécialistes – et les conceptions des autres acteurs qui permet, in fine, de concevoir une chaîne opératoire exploitant les innovations techniques les plus récentes et s'adaptant au contexte spatial et organisationnel spécifique de l'Observatoire de Neuchâtel.

Chapitre 4

Affirmer la chaîne opératoire

> « Parmi ces lieux où s'impose le silence se distinguent la maison, ses salles, ses corridors, ses chambres et toutes ces choses qui en constituent le décor, mais aussi certains monuments privilégiés : les églises, les bibliothèques, les forteresses, les prisons… »
>
> Alain Corbin, *Histoire du silence. De la Renaissance à nos jours,* Paris : Albin Michel, 2016, p. 216.

À ces monuments privilégiés évoqués par Alain Corbin, où règne le silence, ajoutons les observatoires qui exigent une quiétude ainsi qu'un contrôle rigoureux de multiples paramètres internes et externes pour permettre une pratique scientifique dans des conditions optimales. À l'Observatoire, les interactions avec l'environnement constituent une préoccupation quotidienne centrale. Nous avons vu que l'établissement d'une chaîne opératoire est une étape cruciale pour créer un centre métrologique de premier plan. Cependant, cela ne suffit pas à instaurer durablement une culture de la précision. Il est nécessaire de maîtriser l'instrumentation, les espaces savants, et les méthodes d'observation pour garantir de bonnes pratiques et acquérir une réputation d'exactitude.

En premier lieu, il faut rendre prévisible les dispositifs techniques, afin de pouvoir corriger leurs erreurs par des calculs appropriés. Pour cela, les appareils sont calibrés et surveillés en permanence, car ils sont sensibles à des fluctuations dues à l'usage, à l'usure, et aux variations climatiques.

Puisque ces instruments scientifiques sont mis en œuvre par des êtres humains, l'établissement cherche également à comprendre les réactions des observateurs pour améliorer la fiabilité des données produites[727].

En second lieu, l'Observatoire est un espace scientifique inséré dans un environnement avec lequel il interagit. La proximité de la ville, par exemple, est à la fois un atout et une source de crainte, comme pour toute activité risquant d'interférer avec le calme requis[728]. Pour se prémunir contre ces nuisances, les abords de l'institution sont soigneusement contrôlés, notamment pour préserver les lignes de vue indispensables à la pratique de l'astronomie, ainsi que pour limiter la poussière et les réverbérations lumineuses pouvant altérer les performances des instruments et le confort des astronomes. Par ailleurs, l'activité scientifique nécessite des sources d'énergie pour alimenter le chauffage et l'éclairage, ce qui impose la constitution de stock de piles et la connexion au réseau de gaz d'éclairage, puis d'électricité. Ces choix énergétiques influent sur la culture matérielle de l'Observatoire et impliquent une adaptation continue à l'usage.

Pour analyser ces aspects, nous avons consulté un corpus varié de sources comprenant les rapports annuels du directeur, des publications de la SSNN[729], la correspondance de l'établissement, des ouvrages et les archives institutionnelles[730]. De plus, nous avons pu bénéficier des échanges du directeur avec plusieurs scientifiques, à commencer par Emil du Bois-Reymond pour aborder la question de l'équation personnelle.

---

[727] Pour une approche de la calibration de l'apparat scientifique et des esprits au XIX^e^ siècle, voir : Benschop Ruth et Draaisma Douwe, « In pursuit of precision: the calibration of minds and machines in late nineteenth-century psychology », *Annals of Science*, 57, 1, 2000, pp. 1-25.

[728] Aubin David, « The fading stars of the Paris Observatory… ».

[729] Sur les méthodes d'observation et les erreurs, voir notamment : Hirsch Adolphe, « Sur des mouvements observés dans les piliers de la lunette méridienne de Neuchâtel », *BSSNN*, 8, 1868-1869, pp. 171-179. Hirsch Adolphe, « Sur un mouvement brusque et exceptionnel du sol de l'Observatoire », *BSSNN,* 12, 1880-1881, pp. 335-337 ; Hirsch Adolphe, « Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, pp. 45-57. Sur l'équation personnelle, il s'agit avant tout de : Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse> », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 100-114 ; Hirsch Adolphe, « Sur les corrections et équations personnelles dans les observations chronographiques de passage », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 365-372.

[730] Pour la période allant de 1861 au début du XX^e^ siècle, la correspondance des directeurs constitue une source essentielle. Elle est conservée à la BPUN, dans les fonds OBSE-102-4.1 à 19. Les fonds des AEN, 2IND-8 et 2IND-9 regroupent principalement des lettres reçues par l'Observatoire. Par ailleurs, les fonds des AEN 1TP-792, 2IND-83 contiennent également des informations sur la calibration des instruments et les relations de l'Observatoire à son environnement. Voir également : Plantamour Émile, Hirsch Adolf, *Détermination télégraphique de la différence…*

Dans ce chapitre, nous aborderons tout d'abord le contrôle interne, en examinant la calibration des instruments scientifiques, l'usage des outils mathématiques, et la maîtrise des réactions des observateurs. Nous analyserons ensuite les facteurs externes, notamment le contrôle de l'espace environnant et les choix en matière de sources d'énergie.

4.1 Contrôle interne

La chaîne opératoire est en constante évolution, tandis que les instruments scientifiques subissent les assauts du temps qu'ils sont chargés de mesurer. Pour garantir la production de données précises, les astronomes doivent maîtriser un maximum de facteurs d'erreurs. Lorsqu'une erreur est identifiée, comprise et qu'elle se reproduit de manière constante, on parle d'une erreur systématique. Celle-ci peut être corrigée par des calculs de réduction des erreurs grâce à l'application de formules mathématiques. A contrario, certaines erreurs surviennent sans que les savants en comprennent les causes, ou quand leur comportement reste imprévisible et non reproductible. Ces erreurs, dites aléatoires, sont particulièrement redoutées par les astronomes. Face à ce type de perturbation, ils s'efforcent d'étudier le phénomène pour tenter de convertir l'erreur aléatoire en une erreur systématique, ce qui permettrait de la mesurer et de la corriger.

4.1.1 Calibrer ses instruments

Pour aborder ces aspects, nous nous appuierons sur les conceptions du directeur de l'Observatoire de Pulkowa, dont nous avons déjà souligné l'importance au milieu du XIX^e^ siècle : « *Quant à la description d'un instrument, elle doit avoir pour but d'en donner une idée exacte, soit dans les détails de la construction, soit par rapport à l'emplacement et aux arrangements relatifs à l'usage ; elle doit contenir, en même temps, les indications essentielles sur le mode le plus avantageux de l'observation, et sur les moyens qu'offre l'instrument même pour sa correction et sa rectification.* »[731]

Cette mention met en lumière le rôle du suivi de l'instrumentation. Chaque instrument présente des caractéristiques propres, ainsi que des défauts

[731] Plantamour Émile, Hirsch Adolphe, *Détermination télégraphique de la différence*…, p. 114.

spécifiques, et réagit de manière distincte à son environnement. Pour exploiter pleinement le potentiel d'une chaîne opératoire, il est indispensable d'étudier le comportement de chaque composante dans son contexte et d'apprivoiser ses réactions[732]. Cette opération impose de longues séries d'observations – qui se poursuivent durant la vie de l'artefact – et parfois des adaptations instrumentales.

Dans son premier rapport annuel, Hirsch évoque cette nécessité : « *La première chose à faire dans un observatoire nouveau, c'est la rectification et l'étude des instruments.* »[733] À cet égard, le directeur s'appuie sur les préceptes de Frederich William Bessel (1784-1846), astronome allemand de l'Observatoire de Königsberg, réputé pour ses travaux mathématiques : « *Chaque instrument est ainsi fait deux fois, une première fois dans l'atelier de l'artiste, en laiton et en acier ; mais une seconde fois par l'astronome, sur son papier, par les registres des améliorations nécessaires qu'il a obtenues par ses recherches.* »[734] Pour Bessel, il existe une continuité entre la construction et l'usage d'un appareil technique, son développement se poursuivant bien au-delà de son passage hors de l'atelier.

Cette activité de calibration constitue une part essentielle des tâches quotidiennes de l'Observatoire, comme en témoignent les rapports annuels. Plusieurs éléments doivent être pris en compte : l'état initial de l'instrument lors de sa livraison, ses réactions à son nouvel environnement (température, humidité, pression atmosphérique, etc.), ainsi que les altérations provoquées par son usage, telles que les déformations, l'usure ou l'oxydation. Dans ce contexte, il n'est pas surprenant que le cercle méridien fasse l'objet d'une attention particulière au regard de son importance dans la pratique de l'établissement. Hirsch s'attelle à examiner les dix mille huit cents graduations du limbe de cet instrument pour évaluer les écarts entre leur tracé réel et une division géométrique parfaite : « *Quant au premier travail* [la rectification et l'étude des instruments]*, il est presque accompli pour l'instrument méridien ; la recherche des erreurs de division du cercle, laquelle, comme il s'agit de la vérification de 10 800 traits, est un travail considérable, est commencée*

[732] Joan Fujimora et Adele Clarke évoquent cette nécessité de discipliner l'outil pour parvenir à l'adéquation : Fujimora Joan et Adele Clarke, *La Matérialité des sciences : Savoir-faire et instruments dans les sciences de la vie*, Marsat, Synthélabo Group, 1996, p. 41, cité dans Lamy Jérôme, « Transmission et usages des outils scientifiques… », p. 92. Martina Schiavon a également mis en lumière la quête des géodésiens visant à éliminer les erreurs des instruments scientifiques et des observateurs : Schiavon Martina, *Itinéraires de la précision*…, p. 36.

[733] RD 1860-1861, pp. 18-19.

[734] Bessel Friedrich Wilhelm, « Ueber die Verbindung der astronomischen Beobachtungen mit der Astronomie », Populäre Vorlesungen, Hamburg, 1848, pp. 408-457, p. 432.

et sera continuée. »[735] Cette mention, datée du 30 mars 1861, bien que le cercle méridien soit en service depuis septembre 1859, illustre l'ampleur et la minutie de cette entreprise.

Une fois calibré, le suivi des caractéristiques physiques du cercle méridien se poursuit de manière régulière. Lorsqu'un problème majeur est détecté, des mesures correctrices sont prises, telles que l'éloignement d'une source de chaleur ou l'amélioration des conditions structurelles du bâtiment. Les sources d'erreurs ou de variations peuvent être liées à l'environnement, comme une dilatation différentielle des composants, ou à des facteurs mécaniques, tels que le fléchissement du tube optique ou l'usure inégale des tourillons. Deux publications du *BSSNN* permettent de constater comment le directeur identifie et catégorise ce qu'il nomme des erreurs instrumentales :

« *On comprend d'abord que, quelle que soit la perfection de la construction et de l'installation d'un pareil instrument, l'invariabilité de sa position ne saurait être absolue ; il y aura toujours par l'influence de la chaleur, de la pesanteur, du frottement dans les mouvements, par la détérioration des huiles, etc., de légers changements dans les constantes du meilleur instrument. Ainsi, ne pouvant pas maintenir la longue lunette rigoureusement dans le méridien, on a soin de la laisser s'en éloigner aussi peu que possible et surtout de mesurer avec une grande précision ses déviations, ou ce que l'on appelle en astronomie les* erreurs instrumentales. »[736]

Cette remarque invite à considérer deux conditions essentielles pour garantir l'usage durable de l'instrument. La première consiste à maintenir l'instrument dans une position aussi proche que possible du méridien théorique. La seconde est de s'assurer que l'écart entre sa forme géométrique idéale et sa constitution effective – ce qu'on appelle les erreurs instrumentales – soit précisément déterminé :

« *Pourvu que les variations de ces erreurs soient assez lentes et assez régulières pour qu'on puisse les envisager comme constantes pendant une série d'observations, et au besoin comme variables proportionnellement au temps entre deux déterminations, il est facile d'apporter par le calcul aux observations méridiennes les corrections qui résultent de ces erreurs*

[735] RD 1860-1861, pp. 18-19.

[736] Hirsch Adolphe, « Sur des mouvements observés dans les piliers de la lunette méridienne de Neuchâtel », *BSSNN*, 8, 1868-1869, pp. 171-179, p. 173 ; Hirsch Adolphe, « Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, pp. 45-57.

instrumentales et de les en affranchir ainsi complètement. C'est ce que l'on fait dans les observatoires, et voilà comment nous sommes amenés à tenir un registre très-exact des moindres changements qui surviennent. »[737]

Pour le cercle méridien, trois constantes sont régulièrement surveillées : l'azimut, la collimation et l'inclinaison. Ces vérifications permettent de s'assurer que l'instrument respecte les critères définis par Hirsch : « *D'abord, afin que l'axe optique décrive un grand cercle au ciel, il doit être perpendiculaire à l'axe de rotation autour duquel on tourne la lunette ; ensuite, pour que ce grand cercle soit un cercle vertical passant par le zénith, l'axe de rotation doit être horizontal ; et, enfin, pour que ce cercle vertical soit le méridien, il est nécessaire que l'axe de rotation soit orienté exactement de l'est à l'ouest.* »[738]

Pour déterminer ces constantes, « *on a ordinairement 5 données, savoir : par le nivellement, par les deux mires, par le bain de mercure, et par la polaire* [sic]»[739]. Ainsi, pour contrôler l'azimut – l'angle entre l'axe optique passant par le centre de l'oculaire et le méridien – et la collimation de l'instrument – le défaut de perpendicularité entre l'axe de l'instrument et son tube –, des mires sont employées. Ces mires offrent un point de comparaison, complété par des repères célestes, notamment l'étoile Polaire, permettant de contrôler les constantes du cercle méridien. De plus, un grand niveau à bulle d'air et un bain de mercure, situé entre les deux piliers de l'instrument, servant à vérifier l'inclinaison de l'axe de rotation, garantissant que l'instrument reste bien horizontal[740]. Le cercle méridien est également pivoté régulièrement grâce à un chariot de retournement, un appareil monté sur deux rails qui se place sous le tube de l'instrument. Cette opération délicate vise à compenser l'usure de certaines parties, telles que les tourillons – supports sur lesquels repose l'instrument – ou la flexion du tube optique, afin de maintenir la symétrie de l'instrument.

Le directeur consigne les différentes mesures de suivi des erreurs instrumentales du cercle méridien dans des tableaux conçus à cet effet. Nous voyons ici dans un premier tableau (figure 32) un exemple illustrant comment

[737] Hirsch Adolphe, « Sur des mouvements observés dans les piliers de la lunette méridienne de Neuchâtel », *BSSNN*, 8, 1868-1869, pp. 171-179, p. 173.
[738] Hirsch Adolphe, « Sur des mouvements observés dans les piliers de la lunette méridienne de Neuchâtel », *BSSNN*, 8, 1868-1869, p. 171.
[739] Hirsch Adolphe, « Sur des mouvements observés dans les piliers de la lunette méridienne de Neuchâtel », *BSSNN*, 8, 1868-1869, p. 174.
[740] Hirsch Adolphe, « Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, pp. 45-57, p. 48. On parle de grand niveau, car d'autres parties du cercle méridien possèdent des niveaux, notamment les microscopes afin de vérifier leur orientation.

Tableau II. — Mouvement de l'azimut de la lunette méridienne par saison.

MOUVEMENT POSITIF EN HIVER. (O.-S.-E.)			MOUVEMENT NÉGATIF EN ÉTÉ. (E.-S.-O.)		
Période.	Durée.	Variation d'azimut.	Période.	Durée.	Variation d'azimut.
	j.	s.		j.	s.
1859-60. 19 septem. — 11 mars	162	+ 2,813	1860. 12 mars — 16 septembre	173	— 3,734
1860-61. 16 septem. — 16 février	141	+ 3,498	1861. 17 février — 29 septembre	192	— 4,499
1861. 29 septem. — 30 décemb.	92	+ 0,804	1862. 20 avril — 2 août	64	— 1,738
1862-63. 9 juillet — 22 janvier	144	+ 2,796	1863. 28 janvier — 24 août	129	— 2,551
1863-64. 28 septem. — 26 janvier	82	+ 1,440	1864. 26 février — 10 septembre	132	— 3,073
1864-65. 10 août — 4 mars	186	+ 2,431	1865. 14 mars — 11 septembre	167	— 2,037
1865-66. 11 septem. — 15 mars	183	+ 2,609	1866. 15 mars — 11 juillet	110	— 1,379
1866-67. 13 juillet — 21 mars	247	+ 2,935	1867. 23 mars — 1er septemb.	158	— 1,594
1867-68. 2 septem. — 8 février	140	+ 3,058	1868. 9 février — 9 septembre	140	— 2,015
Total : 9 hivers	1377	+ 22,384	Total : 9 étés	1265	— 22s,620
Moyenne par hiver . . .	153	+ 2s,487	Moyenne par été	141	— 2s,513
		= + 37″,3			= — 37″,7
		mm. = + 0,1			mm. = — 0,1
Moyenne par jour		+ 0s,0176	Moyenne par jour		— 0s,0179

Figure 32. Tableau des mouvements de l'azimut du cercle méridien. HIRSCH Adolphe, « Sur des mouvements observés dans les piliers de la lunette méridienne de Neuchâtel », *BSSNN*, 8, 1868-1869, p. 175.

certaines erreurs sont analysées et répertoriées, permettant d'en extraire des moyennes utilisables dans les calculs de réduction.

On y observe l'inclinaison, l'azimut et les variations de température, ainsi que le nombre de taches solaires – dont on tentait alors d'évaluer une éventuelle influence sur l'une ou l'autre des constantes[741]. Le second tableau (figure 33) synthétise six à sept mille déterminations d'erreurs (azimut, inclinaison, températures et taches de Soleil) enregistrées entre 1859 et 1882. Toutes les erreurs mesurées donnent lieu à des calculs correctifs qui viennent épurer la donnée horaire brute. Selon le directeur, grâce au soin porté à ces mesures, il devient possible de « *suivre les mouvements de notre lunette à un demi-millième de millimètre près* »[742].

Ainsi, le cercle méridien de Neuchâtel, extrêmement sensible aux moindres instabilités ou variations de paramètres, réclame un suivi constant[743].

Cette attention constante touche également aux autres instruments scientifiques : « *La pendule sidérale étant arrivée il y a seulement quelques semaines, je suis actuellement occupé à organiser l'observation par la méthode électrique* [chronographique*]. Pour la lunette parallactique* [Merz]*, on a étudié ses différents micromètres, il reste à rectifier son axe horaire. L'instrument universel se trouve en parfait état d'observation. Le régime de nos pendules est connu avec une grande exactitude* »[744].

Les pendules, en particulier, font l'objet d'une surveillance attentive afin de connaître leur état de marche probable et de les utiliser entre deux déterminations astronomiques. Pour analyser les performances d'un garde-temps avant son acquisition, il est souvent nécessaire d'en observer les réactions sur une période prolongée pouvant durer plusieurs années. Par exemple, la pendule Peyer-Favarger est examinée à partir de 1893-1894[745], et ce n'est qu'en 1899 que le rapport annuel évoque son échec définitif[746]. Les

[741] Hirsch Adolphe, « Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, pp. 55-56. Hirsch exprime son intention de vérifier l'hypothèse de Foerster concernant les mouvements des piliers de l'Observatoire de Berlin et leur éventuelle corrélation avec la période des taches solaires. La question de l'influence des taches solaires a suscité d'intenses débats, voir par exemple les travaux de Wolf sur le sujet : Wolf Rudolf, « Mémoire sur la période commune à la fréquence des taches solaires et à la variation de la déclinaison magnétique », 1877, non publié.

[742] Hirsch Adolphe, « Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, p. 174.

[743] Sur des commentaires éclairants sur le paradoxe entre instruments de haute précision et risques liés à la moindre instabilité, voir : Nasim Omar, « Observatorium… ».

[744] RD 1860-1861, p. 19.

[745] RD 1893-1894, pp. 11-12.

[746] RD 1893-1894, pp. 11-12 ; RD 1899, p. 10.

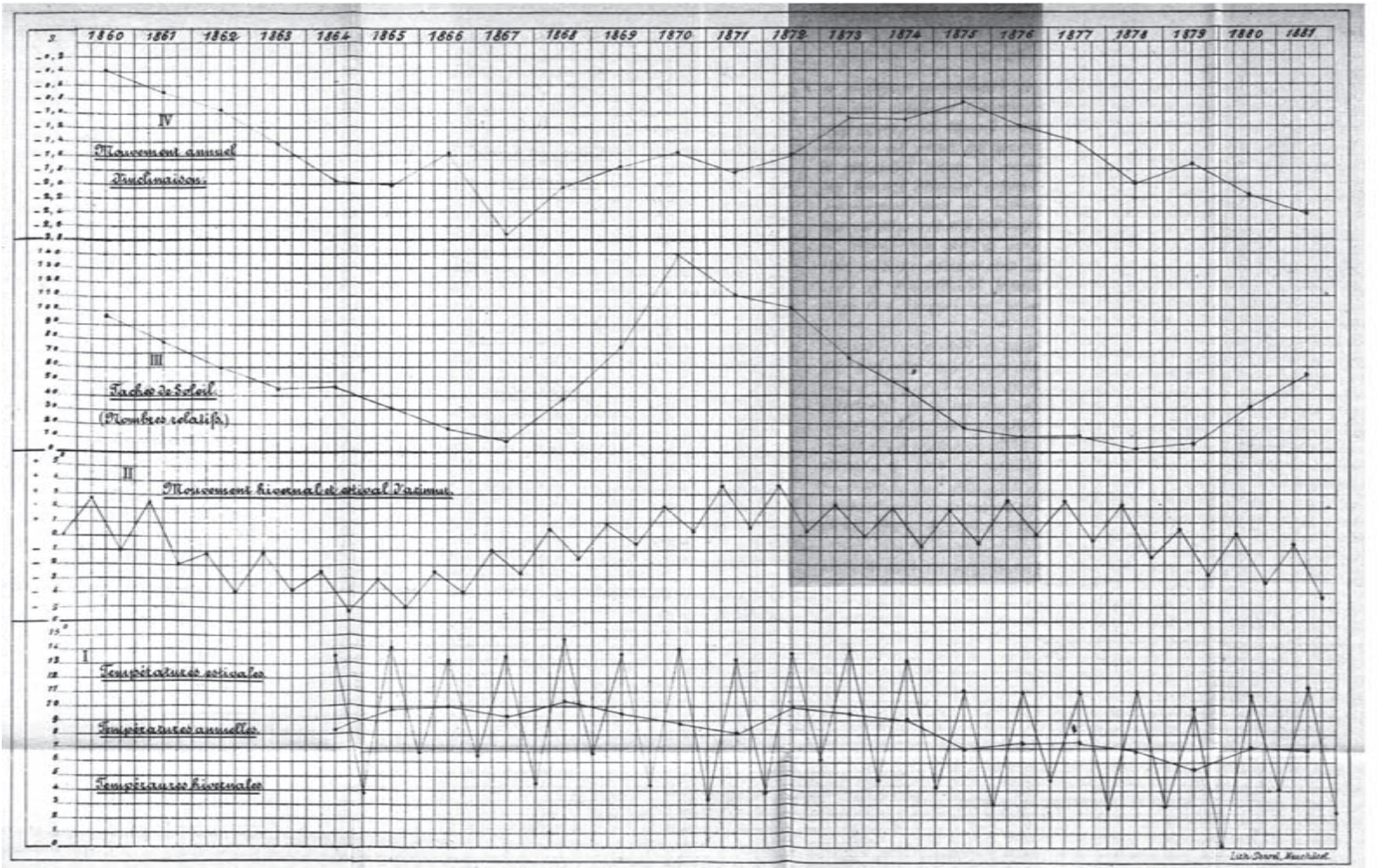


Figure 33. Tableau des constantes instrumentales du cercle méridien. HIRSCH Adolphe, « Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN*, 13, 1882-1883, p. 48 bis.

mouvements des horloges ne sont pas toujours réguliers, étant influencés par des facteurs externes, tels que les variations de températures ou de pression. Ces instruments sont également sensibles aux vibrations causées par des travaux, la circulation ferroviaire ou encore des tremblements de terre. Il est crucial de maîtriser ces facteurs pour maintenir les garde-temps dans un environnement optimal. D'autres éléments, comme le vieillissement des huiles lubrifiantes, l'usure ou l'oxydation des mécanismes, peuvent altérer la précision des pendules[747]. Ces aspects risquent de compromettre la régularité de ces instruments de précision, soulignant l'importance d'un entretien et d'un suivi rigoureux :

« *La première* [pendule de l'Association ouvrière n° 2] *surtout, offre une régularité de marche vraiment surprenante : elle n'a varié pendant toute une année que de 0,78 de seconde. Les variations moyennes de la marche diurne de ces deux pendules sont 0,174 s et 0,185 s, et les variations probables 0,156 s et 0,163 s. La compensation a été si bien obtenue dans la pendule du Locle* [Association ouvrière n° 2] *qu'elle ne varie que de 0,04 s pour un degré de température ; pour la pendule Houriet, cette variation est de 0,09 s ; de même, l'isochronisme a été atteint à un haut degré, puisque l'âge des huiles ne fait varier la première que de 0,003 s et la seconde de 0,005 par jour.* »[748]

L'étude des causes de variation de l'état de marche d'un garde-temps permet d'isoler plusieurs paramètres. Parmi eux, l'âge des huiles constitue une préoccupation majeure, car celles-ci ont tendance à s'épaissir avec le temps, ce qui ralentit la marche des pendules, nous y reviendrons. Pour remédier aux problèmes liés à l'épaississement des huiles, il est parfois nécessaire d'ajuster le poids moteur du pendule : « *La pendule sidérale par contre a très bien conservé sa marche, qui a varié dans le courant de l'année entre* [3,2 et 4,0 secondes]*, avec une variation diurne moyenne de 0,08. Vers la fin de l'année, les huiles s'étant épaissies, j'ai dû augmenter un peu le poids moteur.* »[749] Progressivement, un cycle de nettoyage triennal des horloges est instauré pour garantir leur régularité : « *Il faudra encore, dans le courant de cet été, faire nettoyer quelques-unes de nos pendules astronomiques, celle de Winnerl et celle de Kutter, dont le tour de trois ans est arrivé, et*

[747] Sur des considérations sur les huiles et leur remplacement potentiel pour améliorer la préservation des garde-temps, voir : Cornet Émilie, « Vers une lubrification sèche pour le patrimoine horloger. Sa mise en œuvre, ses limites, sa réversibilité », *CeROArt*, EGG 4, 2014, pp. 1-20.
[748] RD 1860-1861, p. 9.
[749] RD 1874, p. 2.

dont la marche un peu moins régulière qu'à l'ordinaire indique la nécessité du changement d'huile. »[750] Ainsi, la précision des pendules ne repose pas uniquement sur leur exactitude à court terme, mais sur leur capacité à être fiables sur la durée.

Pour minimiser le risque d'un écart soudain dans la marche d'un garde-temps, compromettant ainsi la qualité de la donnée horaire, plusieurs pendules sont utilisées simultanément (voir figure 26). À l'Observatoire, l'heure conservée correspond à une moyenne des différentes horloges. Cette méthode statistique justifie le besoin de disposer d'une batterie de garde-temps importante, bien que modeste comparée à d'autres observatoires, tels ceux de Bruxelles ou de Greenwich[751]. Plus le nombre d'horloges est élevé, meilleure est la précision de l'heure conservée. Cette logique conduit l'Observatoire de Neuchâtel à augmenter le nombre de garde-temps, qui passe de quatre pendules en 1878 avec l'ajout de la pendule Kutter (figure 34)[752] et à cinq au début des années 1880 avec la pendule à pression constante de Hipp (figure 35)[753].

Cette évolution offre à Hirsch l'opportunité de présenter ses conceptions concernant la qualité des garde-temps : « *Il ne suffit pas de posséder un nombre considérable de bonnes horloges astronomiques (nous en avons maintenant 5) et parmi lesquelles une, d'une qualité tout à fait supérieure, celle de Hipp, dont la variation moyenne d'un jour à l'autre ne dépasse plus sensiblement 0 s 03 ; mais il faut encore les étudier de très près* »[754].

Toutes les horloges n'ont toutefois pas la même exactitude. Pour en tenir compte, les garde-temps plus performants disposent d'un poids plus grand dans les formules de pondération permettant de définir l'heure de l'Observatoire, comme l'explique en 1895 le directeur : « *On voit ainsi que ces trois horloges* [Kutter. Dubois et Winnerl] *ont, à 0 s, 001 près, la même variation moyenne de ± 0 s 08 ; comme c'est à peu près le triple de la variation de celle de Hipp*

[750] RD 1885, p. 4.
[751] En 1912, l'Observatoire de Bruxelles dispose de vingt pendules dont six fondamentales (quatre de premier ordre et deux de second) et quatorze dites secondaires : Philippot H. et Delporte E., *Description des installations du service de l'heure*, Bruxelles, Hayez, 1912. Celui de Greenwich en comporte également un grand nombre : Howse Derek, *Greenwich Observatory: The Buildings and Instruments*, Londres, Taylor & Francis, 1975, pp. 125-147.
[752] RD 1878, p. 3.
[753] Une pendule de Hipp, destinée à l'Observatoire de Madrid, est à l'essai en 1878 : RD 1878, p. 26. En 1880, une convention est passée avec Hipp pour en obtenir une à pression constante pour l'Observatoire de Neuchâtel : RD 1880, p. 5.
[754] RD 1885, p. 19.

Figure 34. Pendule d'Ernst Kutter (1824-1905). Collection Musée international d'horlogerie, © Photo MIH.

Figure 35. Pendule à pression constante de Matthäus Hipp (1813-1893) de l'Observatoire de Bruxelles. © Collection de l'Observatoire royal de Belgique.

Variations des 4 pendules dans les 5 dernières années.

	Hipp	Winnerl	Kutter	Dubois
1891	+ 0s,020	0s,093	0s,101	0s,130
1892	0 ,021	0 ,090	0 ,083	0 ,109
1893	0 ,019	0 ,080	0 ,074	0 ,081
1894	0 ,017	0 ,071	0 ,069	0 ,077
1895	0 ,025	0 ,080	0 ,079	0 ,081

Figure 36. Variations des marches de quatre pendules (1891-1895). Rapport du directeur, 1895, annexe à *BSSNN*, 24, 1896, p. 12.

(± 0,025 s), nous attribuons, dans nos calculs de l'heure, à cette dernière un poids trois fois plus grand qu'aux autres. » (figure 32)[755].

L'examen du tableau permet de constater que la pendule à pression constante de Hipp a une variation quotidienne relativement constante, d'environ deux centièmes de seconde, tandis que les trois autres sont plus proches du dixième de seconde, avec des fluctuations plus marquées. Ces aspects débouchent sur l'attribution d'un poids trois fois supérieur à la pendule Hipp dans les formules de pondération. Ces formules permettent de diminuer l'incertitude de l'heure conservée, en se reposant davantage sur les garde-temps les plus réguliers. Toutefois, ce statut n'est jamais définitif. Ainsi, une pendule, jugée excellente durant une période, peut voir son classement chuter, remettant parfois en cause sa place au sein de l'Observatoire. Ce changement de statut d'une horloge dépend de nombreux facteurs, tels que l'évolution de sa marche, la possibilité de l'améliorer ou de la réparer, voire d'en acquérir une nouvelle plus performante. Par exemple, la pendule sidérale Winnerl se voit remplacée au service méridien par la pendule Hipp vers 1885 et son poids pondéré diminué :

« *Quant à nos autres pendules, celle de Winnerl, dont M. le Dr Hilfiker a fait une étude complète aboutissant à une formule de sa marche, qui permet de tenir compte des changements de température et de pression barométrique, elle a en général une marche très bonne depuis qu'elle a été nettoyée ;*

[755] RD 1895, p. 11.

toutefois, comme elle compte 27 ans de service, elle montre de temps à autre quelques écarts qui ne permettent de lui donner que la moitié du poids de la pendule de Hipp pour le calcul de transmission de l'heure. »[756]

L'Observatoire cherche donc à rendre prévisible la marche de ses garde-temps, aboutissant dans certains cas à l'établissement de formule de marche comportant le fonctionnement probable d'une horloge d'après les conditions environnementales (température et pression) et les normes saisonnières.

Hirsch considère que les performances de la pendule Hipp atteignent les limites des possibilités techniques, plaçant par conséquent son établissement à la pointe : « *En résumé, il résulte de cette étude que la précision de la pendule électrique de M. Hipp s'approche de la perfection dans une mesure qui n'avait pas été obtenue auparavant, car elle est arrivée à un degré de régularité de marche qui atteint presque les limites de précision instrumentale et physiologique avec laquelle on peut déterminer l'heure dans les meilleures conditions* »[757].

Selon Hirsch, ce développement déplace les enjeux en matière de précision du côté des instruments optiques, qui se trouvent égalés par la pendule électrique de Hipp, mettant les horloges astronomiques au même niveau que les autres parties de la chaîne opératoire :

« *Toutefois, les brillants progrès qu'on a réalisés pour nos puissants instruments modernes, au point de vue optique et mécanique, ont laissé les horloges astronomiques en arrière et doivent tendre à provoquer de nouveaux perfectionnements aussi pour ces machines délicates. C'est d'autant plus nécessaire que l'introduction dans la pratique astronomique de l'enregistrement électrique, au moyen du chronographe, en permettant de mesurer avec sûreté les fractions de la seconde à 1 ou 2 centièmes près, et en diminuant la variation de l'équation personnelle des bons observateurs à 3 ou 4 centièmes de seconde, a d'un côté perfectionné considérablement les moyens de contrôle de la marche diurne des pendules, et que, d'un autre côté, cette nouvelle méthode, tout en chargeant les horloges d'une nouvelle fonction, l'établissement des contacts, qui constitue une puissante source de variations, exige d'elles une bien plus grande régularité de marche pour que l'observation chronographique puisse rendre aux mesures de précision tous*

[756] RD 1886, p. 6. La date précise du remplacement de la pendule Winnerl par la pendule Hipp n'est pas connue. Durant l'été 1885, un nettoyage de la pendule Winnerl laisse imaginer que le changement a eu lieu peu avant cette période : RD 1885, p. 4.
[757] RD 1885, p. 13.

les services qu'elle comporte. C'est encore l'électricité qui paraît destinée à réaliser ces progrès dans l'horlogerie de précision, et notre habile et ingénieux confrère, M. Hipp, dont les chronographes et les chronoscopes ont tant développé l'art de la mesure pour ainsi dire microscopique du temps, a également réussi à construire une horloge électrique de précision. »[758]

Ce processus implique une relation dynamique entre les instruments scientifiques. Lorsque les pendules deviennent plus précises, il faut développer des moyens pour que les autres appareils suivent la même voie. Autrement dit, l'obtention d'une plus grande précision nécessite d'adapter la chaîne opératoire, tout en se coordonnant avec différents acteurs (fabricants, scientifiques, décideurs, etc.)[759]. Cet aspect permet d'affirmer que la précision est une affaire collective requérant un consensus sur sa signification[760].

Un autre point fondamental réside dans la nécessité de connaître les conditions atmosphériques à l'intérieur de l'Observatoire. L'influence de l'environnement sur les instruments scientifiques doit en effet être prise. Les variations de température et de pression atmosphérique font l'objet d'un suivi attentif de la part des astronomes. Pour cela, des instruments météorologiques, tels que des thermomètres et des baromètres, sont installés dans les différentes pièces de l'institution[761]. À Neuchâtel, la collecte de données météorologiques débute en octobre 1859, grâce à des instruments fournis par le fabricant Fastré Aîné[762]. Hirsch attache une grande importance à produire des mesures comparables, ce qui nécessite une calibration rigoureuse : « *Voulant contrôler les nouveaux instruments que j'avais reçus, j'ai d'abord trouvé des différences très considérables dans les températures indiquées par plusieurs thermomètres installés dans la même cage à un pied*

[758] RD 1885, pp. 4-5.

[759] Pour des remarques sur cet aspect, consulter : Wise Norton, « Introduction », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*…, pp. 3-13, p. 5.
RD 1860-1861, p. 9.

[760] Voir l'ensemble du recueil : Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*… Particulièrement les articles suivants : Wise Norton, « Introduction », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision…* ; Olesko Kathryn, « The meaning of precision… », Wise Norton. (ed.), *The Values of Precision…*, pp. 103-134 ; Schaffer Simon, « Accurate measurement is an english science », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision…*, pp. 135-172 ; Porter Theodore, « Precision and trust: early Victorian insurance and the politics of calculation », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision…*, pp. 173-197.

[761] Pour une histoire de la météorologie, voir : Locher Fabien, *Le Savant et la tempête. Étudier l'atmosphère et prévoir le temps au XIXe siècle*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2008.

[762] RD 1860-1861, p. 4. Sur Fastré Aîné, voir : Beaudoin Denis, Brenni Paolo et Turne Anthony, « Fastre aîné », *Dictionary of Precision Instrument-Makers and Related Craftsmen in France & Switzerland, 1430-1960*, 2018, en ligne, https://bibnum.explore.psl.eu/s/dictionarypim/ark:/18469/1sx4q, consulté le 12 mai 2022.

de distance et tous garantis contre l'action directe du Soleil. »[763] Ce processus est partiellement réalisé en collaboration avec l'Observatoire de Paris : « *Quant à nos instruments météorologiques, le baromètre, dont la correction a été déterminée à l'Observatoire de Paris, se maintient parfaitement bien, comme aussi les différents thermomètres.* »[764] L'Observatoire de Neuchâtel est ainsi l'une des plus anciennes stations météorologiques suisses ayant produit des données de manière continue. Après la phase initiale de calibration, la météorologie au sein de l'établissement devient une pratique routinière, consistant en une saisie régulière des données sans évolutions significatives dans ce domaine. Les bulletins météorologiques, publiés quotidiennement, témoignent de l'activité de l'institution neuchâteloise. Par ailleurs, plusieurs études sur l'influence des facteurs météorologiques, publiées dans le *BSSNN*, mettent tout de même en évidence l'intérêt du directeur pour cette thématique.

Ces exemples illustrent l'attention continue portée aux instruments scientifiques et aux conditions dans lesquelles ils fonctionnent. La production des données précises repose autant sur la qualité des instruments que sur leur étude approfondie et leur adaptation au contexte d'utilisation. Ces efforts sont régulièrement consignés dans les rapports du directeur, qui attestent de la rigueur appliquée à cette surveillance.

4.1.2 Mathématiques et statistiques

Si la calibration et le suivi des instruments jouent un rôle prépondérant, les calculs mathématiques et les opérations statistiques occupent également une place centrale, car ils permettent de corriger les erreurs liées à la production des données. Les facteurs environnementaux, l'évolution matérielle et la répétition des observations contribuent à améliorer la qualité des données en les épurant de leurs défauts. Ce phénomène quantitatif, loin d'être une spécificité neuchâteloise, s'étend à une grande partie des activités humaines dès le XVIII^e^ siècle[765].

[763] RD 1862-1863, pp. 21-22.
[764] RD 1860-1861, pp. 9-10.
[765] Sur ce développement, voir : Frängsmyr Tore, Heilbron John et Rider Robin, *The Quantifying Spirit* ; Porter Theodore,*La Confiance dans les chiffres…* ; Desrosières Alain, *La Politique des grands nombres : histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte, 1993.

Les observatoires participent activement à ce mouvement. Des astronomes, tels que Frédéric Gauss ou Adolphe Quetelet (1796-1874), directeur de l'Observatoire de Bruxelles, confrontés à une véritable « *avalanche de nombres imprimés* »[766], ont joué un rôle majeur dans le développement des outils mathématiques et statistiques[767]. En astronomie pratique, l'introduction de nouvelles méthodes probabilistes s'est opérée sous l'impulsion de « *l'école allemande* », comprenant notamment Gauss, Friedrich Wilhelm Bessel[768], directeur de l'Observatoire de Königsberg, et Wilhelm Struve[769]. C'est notamment grâce à l'application de la théorie des erreurs et de méthodes comme celle des moindres carrés que l'astronomie a pu améliorer la précision de ses observations[770]. Cette méthode statistique, souvent utilisée en astronomie, consiste en une régression mathématique visant à ajuster un nuage de points à une relation linéaire. Elle réduit ainsi l'influence des valeurs aberrantes et en se rapprochant donc de l'exactitude. Une observation ou un instrument peut présenter un écart significatif par rapport au résultat attendu, en raison d'une défaillance technique ou humaine qui risque de compromettre la précision des données.

Malheureusement, les traces de ces calculs sont éparses dans les sources. Il subsiste toutefois certains exemples, comme celui présenté par Jacob Hilfiker à la SSNN, devant laquelle il expose la formule utilisée pour évaluer la marche de la pendule Winnerl : « *Marche observée = a + p (T−1884,0) + q (t−12°) + r (B−720−mm,0)* »[771]. Cette formule permet non seulement d'évaluer les

[766] Sur cet aspect, voir l'argument défendu par Ian Hacking : Hacking Ian, *The Taming of Chance…*

[767] Sur l'histoire de l'Observatoire de Göttingen : Beuermann Klaus (Hrsg.), *Grundsätze über die Anlage neuer Sternwarten mit Beziehung auf die Sternwarte der Universität Göttingen von Georg Heinrich Borheck*, Göttingen, Universität Göttingen, 2005. Sur le rôle de Quetelet dans les statistiques et la tradition des astronomes spécialisés dans les statistiques, voir par exemple : Porter Theodore, « The mathematics of society: variation and error in Quetelet's statistics », *The British Journal for the History of Science*, 18, 1, 1985, pp. 51-69.

[768] Hoffmann Christoph, « Constant differences: Friedrich Wilhelm Bessel, the concept of the observer in early nineteenth-century practical astronomy and the history of the personal equation », *British Society for the History of Science,* 40, 3, septembre 2007, pp. 333-365 et Lawrynowicz Kasimir, *Friedrich Wilhelm Bessel, 1784-1846,* Basel, Boston, Berlin, Birkhäuser Verlag, 1995 [1989].

[769] Pour les développements de l'école allemande en géodésie, voir : Schiavon Martina, *Itinéraires de précision…*, pp. 34-37.

[770] L'introduction de cette méthode est attribuée à Adrien-Marie Legendre (1752-1833) et à Gauss qui l'ont élaborée indépendamment. Sur cette méthode, voir : Stewart G., « C. F. Gauss and the theory of errors… », ; Sheynin Oscar, « On the history of the statistical method in astronomy… ».

[771] Hilfiker Jacob, « Sur la marche de la pendule astronomique Winnerl de l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 15, 1884-1886, pp. 21-32, p. 23. Dans cette formule, « a » représente la marche moyenne de la pendule, relative à l'époque moyenne de 1884, pour une température moyenne de 12° et une pression barométrique de 720 mm ; « p » est le coefficient du terme proportionnel au temps ; « T » correspond à l'époque de la marche observée ; « t » et « B » désignent les valeurs météorologiques respectivement du

performances de l'horloge sur une période prolongée, mais aussi de prendre en compte les facteurs environnementaux, qui influent sur la marche de la pendule. Un tel examen, conduit du 3 juin 1883 au 31 juillet 1884, permet d'attribuer un poids relatif aux garde-temps, poids qui sera pris en compte dans les calculs de pondération.

Comme évoqué précédemment, la méthode chronographique accroît le volume de données collectées, ce qui améliore le traitement statistique et la précision quantitative des mesures. Cette évolution s'inscrit dans une transformation épistémologique de la notion de précision, désormais fondée sur les mathématiques et la multiplication des mesures. Ce changement entraîne une augmentation significative de la charge de travail liée aux calculs :

« *Donc, lors même que l'on admettrait une erreur égale dans l'observation d'un fil, suivant l'une ou l'autre des deux méthodes, l'exactitude d'un passage d'étoile sera à peu près deux fois plus grande avec la méthode américaine ; ainsi, pour l'obtenir, par exemple, l'ascension droite d'une étoile avec la même exactitude, il faut, toutes circonstances d'ailleurs égales, trois ou quatre observations ordinaires pour une seule observation chronographique. Et certes, cet avantage n'est pas compensé entièrement par la perte de temps causée par le relevé des observations chronographiques.* »[772]

Hirsch est d'ailleurs reconnu pour ses compétences dans ce domaine : « *Faisons d'abord une constatation particulière : c'est celle de la part importante prise par des astronomes dans le développement de la statistique en général. Quételet, le grand statisticien belge, fut astronome, et c'est sans doute en partie grâce aux relations amicales qu'entretenait avec lui l'astronome Adolphe Hirsch, premier directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, que germa dans l'esprit de ce dernier, en 1865, l'idée de créer une Société suisse de statistique.* »[773]

Hirsch a élaboré un rapport sur la fondation de la Société suisse de statistique en 1862 et a même été sollicité pour diriger le Bureau fédéral

thermomètre (température) et du baromètre (pression) ; « q » indique la variation de la marche pour une variation de 1° de température et « r » exprime la variation de la marche pour une variation de 1 mm de pression barométrique. Pour des informations biographiques sur Hilfiker : RD 1881, p. 6.

[772] Plantamour Émile, Hirsch Adolf, *Détermination télégraphique de la différence*…., pp. 54-55.

[773] Scheurer Frédéric, « Un quart de siècle d'histoire de la Société suisse de statistique et d'économie politique 1939-1964 », *Swiss Journal of Economics and Statistics* [Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik], 100, 1964, pp. 613-628.

des statistiques[774]. Sa correspondance révèle qu'il était une référence en matière de statistiques, notamment sur des questions relatives aux caisses de pension et aux assurances[775]. À plusieurs reprises, il souligne l'importance des statistiques en astronomie, comme en témoigne son rapport de 1862-1863 : « *J'ai souscrit pour elle* [la bibliothèque de l'Observatoire] *à la publication qu'on fait des œuvres de Gauss, si indispensables pour toutes les parties pratiques et théoriques de l'astronomie moderne.* »[776] Pour Hirsch, les mathématiques, et en particulier les statistiques, doivent être considérées comme un élément fondamental de la chaîne opératoire[777]. Son attachement aux mathématiques, notamment au calcul de probabilité, se distingue même parmi ses contemporains. Un épisode rapporté par Charles Peirce illustre cet engouement du directeur neuchâtelois pour les outils statistiques, lors d'un échange avec le chimiste français Henri Sainte-Claire Deville (1818-1881) :

« *Deville* […] *n'étant pas vraiment dans son élément à Stuttgart, il a commencé à se moquer des mathématiques. Vous, les mathématiciens, disait-il, vous recouvrez une grande quantité de papier de symboles mystérieux avec de longs serpents ∫ parfois deux ou trois ensemble & quand on demande ce que tout cela signifie, on est très susceptible de trouver que c'est quelque chose que le bon sens naturel aurait découvert sans tous ces serpents. À cette hérésie, Hirsch s'est exclamé & a semblé s'inquiéter que Deville ne se ridiculise. Il me demanda ce que j'en disais. Eh bien, lui dis-je, je crois qu'il y a là beaucoup de bon sens. La mécanique de Kirchhoff* [théorème de Kirchhoff], *dont vous venez de parler avec admiration, est un exemple qui pousse l'amour des méthodes analytiques au point de les préférer, même lorsque le même résultat est beaucoup plus facilement atteint autrement. Aussi Hirsch, peu après, eut-il l'occasion de quitter la table & Deville dit : "J'ai choqué notre bon secrétaire en dénigrant ce qu'il respecte le plus, c'est-à-dire ce qu'il comprend le moins."* »[778]

[774] Le brouillon du rapport de Hirsch se trouve aux AEN : « Rapport sur la fondation d'une société suisse de la statistique », 30 septembre 1862, AEN, 2IND-1. Sur la possibilité offerte à Hirsch de prendre la tête du Bureau fédéral des statistiques : *Procès-verbaux de la séance du 20 novembre 1868*, *BOGC*, Neuchâtel, 28, 1868, p. 192.

[775] Voir sa correspondance conservée à la BPUN sous OBSE-102.4.1, 1.

[776] RD 1862-1863, pp. 5-6.

[777] Aubin David, « Observatory mathematics in the nineteenth6century… », p. 282.

[778] Lettre de Charles Sanders Peirce à Sarah Mills, 2 novembre 1877, traduction personnelle de la transcription de Sara Barrena, Projet de recherche « La correspondance du troisième voyage en Europe de Charles S. Peirce (septembre-novembre 1877) » (PIUNA 2016-2018), Université de Navarre, https://www.unav.es/gep/Havre02.11.1877En.html.

Cet échange démontre que la vision de Hirsch sur l'importance des statistiques n'est pas nécessairement partagée par tous les scientifiques de son époque. Hirsch semble en tout cas être particulièrement influencé par la sphère germanique – Gustav Kirchhoff (1824-1887) étant un physicien allemand – qui a porté un grand intérêt aux questions des erreurs.

Au cours du XIXe siècle, les observatoires se transforment en « *usines à nombres* »[779]. Cette évolution est bien illustrée par la représentation de la salle de chronométrie de l'Observatoire de Neuchâtel au début du XXe siècle (figure 14), où le personnel consacre de nombreuses heures au traitement des données numériques, consignant méthodiquement les résultats dans des registres d'observation[780]. Les savants y travaillent entourés à la fois par des instruments scientifiques et par de vastes volumes de papier noircis de données, symbolisant les deux dimensions principales de la culture de la précision des observatoires. L'usage des statistiques s'étend à toutes les activités de l'institution, comme en témoigne la présence de nombreux tableaux statistiques dans les publications de l'Observatoire. Ces tableaux présentent, par exemple, des informations sur le nombre de chronomètres déposés, le fonctionnement de certains composants (selon le type d'ancres) ou encore la régularité de l'envoi du signal horaire, dont la performance est exprimée en pourcentages. Cette approche témoigne de l'importance accordée à la quantification pour garantir la fiabilité des données et des services fournis par l'Observatoire.

4.1.3 Calibrer le dispositif humain ou la question de l'équation personnelle

Depuis la fin du XVIIIe siècle, une nouvelle typologie d'erreur a été progressivement identifiée en astronomie, sous le nom d'équation personnelle. Cette erreur correspond au temps de réaction entre le moment où un observateur perçoit un phénomène et celui où il l'enregistre. Ce délai, variable d'un individu à l'autre, est de l'ordre du dixième de seconde[781].

[779] Aubin David, « Observatory mathematics in the nineteenth-century… », p. 280.
[780] Sur l'importance des registres pour les observatoires, voir : Schaffer Simon, « Keeping the books at Paramatta Observatory… ».
[781] Pour une histoire du dixième de seconde et du moment à partir duquel il devient mesurable, voir : Canales Jimena, *A Tenth of a Second…* Voir aussi Schmidgen : Schmidgen Henning, « Time and noise… ».

L'étude de l'équation personnelle a suscité des interprétations différentes selon les disciplines[782]. Les historiens de la psychologie y voient une préhistoire de leur domaine, affirmant que les astronomes de l'époque n'ont pas pleinement saisi la portée de cette problématique. À l'inverse, les historiens de l'astronomie considèrent que l'intérêt des astronomes pour l'équation personnelle a contribué aux fondements de la psychologie moderne. En cherchant à mieux comprendre cette erreur, les astronomes auraient ouvert la voie à de nouvelles approches scientifiques visant à intégrer les limites physiologiques et cognitives dans le calcul de la précision[783].

L'histoire débute traditionnellement par une anecdote célèbre, souvent évoquée pour illustrer l'origine de l'intérêt porté à l'équation personnelle. Elle met en scène Nevil Maskelyne (1732-1811), cinquième astronome royal de l'Observatoire de Greenwich, et son assistant David Kinnebrook (1772-1802)[784]. Entre 1795 et en 1796, Maskelyne se plaint des performances de Kinnebrook après avoir détecté des écarts significatifs entre les mesures de son assistant et les siennes. En août 1795, il constate une différence de 0,5 seconde, alors que leurs données coïncidaient encore en 1794[785]. En janvier 1796, la divergence atteint huit dixièmes de seconde, s'aggravant au fil du temps. Un tel écart constitue une menace pour la réputation de l'Observatoire de Greenwich en tant que gardien de la précision, risquant de compromettre sa fiabilité scientifique[786]. Pour Maskelyne, la seule explication plausible est

[782] Boring Edwin, *A History of Experimental Psychology*, New York, Appleton-Century-Crofts inc., 1957 ; Boring Edwin, « Beginning and growth of measurement in psychology », *Harry Woolf, Quantification: a history of the meaning of measurement in the natural and social sciences,* New York, History of science society, 1961, pp. 108-127. Pour une discussion de ces points, voir : Canales Jimena, « Exit the frog… » ; Schaffer Simon, « Astronomers mark time… ». Pour une histoire des origines des recherches sur l'équation personnelle par des astronomes, voir : Brooks G. P. et Brooks Randall, « The improbable progenitor… ».

[783] Ces débats sont repris dans : Canales Jimena, « Exit the frog… ».

[784] Cette histoire est racontée en détail dans : Duncombe Raynor, « Personal equation in astronomy », *Popular Astronomy*, vol. 53, 1945, pp. 2-13, pp. 2-3. Pour la source originale : Maskelyne Nevil, *Astronomical Observations Made at the Royal Observatory at Greenwich,* t. 3, Londres, 1799-1800, p. 319. Pour une biographie de Maskelyne, voir : Higgitt Rebekah, *Maskelyne. Astronomer Royal*, Londres, Robert Hale, 2014.

[785] Boring Edwin, *A History of Experimental Psychology*…, pp. 134-135.

[786] Sur la menace que constitue l'équation personnelle pour l'astronomie, voir : Hoffmann Christoph, « Constant differences: Friedrich Wilhelm Bessel…, p. 337. Une erreur d'une seconde correspond, à l'équateur, à une différence de près de 400 mètres, un écart considérable pour la navigation maritime, susceptible de provoquer des naufrages. Au début du XIX^e^ siècle, selon Friedrich Wilhelm Bessel, un astronome devait veiller à ce que ses données n'excèdent pas une marge d'erreur d'un ou deux dixièmes de seconde : Bessel Friedrich Wilhelm, *Astronomische Beobachtungen auf der Koniglichen Universitiits-Sternwarte in Konigsberg von F. W. Bessel*, 8, Abtheilung von 1. Januar bis 31 Dezember 1822, cité dans : Hoffmann Christoph, « Constant differences: Friedrich Wilhelm Bessel… », p. 347.

que son assistant ne respecte plus son « *excellente méthode d'observation* »[787]. Face à cette situation, il décide de licencier Kinnebrook, mettant ainsi fin à leur collaboration.

Cette mésaventure sombra dans l'oubli jusqu'en 1816 lorsque Friedrich Wilhelm Bessel s'étonna que Kinnebrook, bien qu'averti de son « erreur », n'avait pas cherché à la corriger[788]. Intrigué, Bessel entreprit de comparer les résultats de plusieurs observateurs et découvrit que des écarts, parfois supérieurs à une seconde, pouvaient survenir entre des observateurs réputés, sans que leurs méthodes d'observation puissent être remises en cause. Après plusieurs années de recherche, il conclut que la majeure partie de ces écarts provenaient en réalité d'une variable propre à chaque observateur, qu'il désigna sous le terme de « *différence constante* »[789]. À partir de cette constatation, la question de l'équation personnelle a commencé à préoccuper les astronomes[790].

En 1850, on trouve des traces de l'intérêt de Hirsch pour cette question lorsqu'il engage un débat avec le philosophe révolutionnaire Ludwig Feuerbach et le médecin et physiologiste néerlandais Jakob Moleschott[791]. Hirsch entretient également une correspondance abondante avec le physiologiste Emil du Bois-Reymond, centrée sur l'équation personnelle[792]. Par ailleurs, il connaît les travaux de Hermann von Helmholtz (1821-1894), célèbre physiologiste allemand, qui tente de résoudre cette problématique à travers

[787] Maskelyne Nevil, *Astronomical observations made at the Royal Observatory at Greenwich,* t. 3, Londres, 1799-1800, p. 339, cité dans : Brooks G. P. et Brooks Randall, « The improbable progenitor… », p. 11.

[788] Pour le compte rendu des recherches de Bessel sur l'équation personnelle, voir : Bessel Friedrich Wilhelm, *Abhandlungen*, 3, Leipzig, 1875-1876, pp. 300-304 ; Hoffmann Christoph, *Unter Beobachtung: Naturforschung in der Zeit der Sinnesapparate*, Göttingen, Wallstein Verlag, 2006.

[789] Il est souvent mentionné, à tort, que Bessel aurait été le premier à utiliser le terme « équation personnelle », une confusion liée au fait que le titre de son rapport fut modifié lors de sa réédition en 1875-1876 sous le titre « Persönliche Gleichung bei Durchgangsbeobachtungen ». Pour un développement sur cette confusion, voir : Hoffmann Christoph, « Constant differences… ». Comme l'a démontré Canales, l'épisode de Kinnebrook n'est pas le seul à avoir soulevé des questions concernant les écarts de mesure. Les géodésiens ont également été confrontés à cette problématique, notamment dans le cadre de la définition et de la mesure des distances. Un exemple notable est « *l'incroyable histoire* » de la détermination de l'arc de méridien entre Dunkerque et Barcelone. Pour une remise en question de ce que Canales désigne comme le « *récit standard* », voir : Canales Jimena, *A Tenth of a Second*…, pp. 24-29.

[790] Pour différentes tentatives de réduire l'équation personnelle, voir : Boring Edwin, *A History of Experimental Psychology*, New York, Appleton-Century-Crofts inc., 1957, p. 139.

[791] Lettre de Jakob Moleschott à Ludwig Feuerbach, 11 novembre 1850, cité dans : Schuffenheuer Werner (Hrsg.), *Feuerbach Ludwig, 19. Briefwechsel 3. (1845-1852),* Berlin, Akad. Verlag, 1993, p. 250.

[792] Les échanges entre du Bois-Reymond et Hirsch se trouvent à la Staatsbibliothek, Unter den Linden de Berlin sous la cote : Sammler Darmstaedter, J 1867 (10).

une série d'expériences menées durant les années 1840-1850 sur des grenouilles mortes[793].

C'est dans ce contexte, et fraîchement équipé d'une chaîne opératoire structurée autour de la méthode chronographique, que Hirsch reconnaît l'importance d'approfondir les recherches sur ce phénomène : « *Parmi les instruments de précision de l'astronome, figure aussi l'appareil nerveux de l'observateur, dont il importe de déterminer, pour ainsi dire, l'erreur instrumentale aussi bien que pour tout autre instrument que nous employons.* »[794]

Cette situation favorable est renforcée par le fait que Hirsch se consacre également à la géodésie et à la détermination télégraphique des longitudes, des domaines où il est nécessaire de compiler les données provenant de plusieurs observateurs, ce qui impose de tenir compte de l'équation personnelle. La présence d'instruments spécifiques, l'existence d'un besoin scientifique et la compétence d'un électrotechnicien vont faire de l'Observatoire un centre de recherche sur l'équation personnelle durant les années 1860[795]. Cette conjonction de facteurs se révélera un terreau propice pour Hirsch, qui, en collaboration avec Hipp, développera une méthodologie et une instrumentation pour étudier l'équation personnelle. Parmi ces instruments figure en particulier le fameux chronoscope de Hipp (figure 37), qui permet d'enregistrer de faibles intervalles de temps. Hirsch publie ses résultats de recherche dans le *BSSNN*[796].

---

[793] Sur Helmholtz, voir : Cahan David (ed.), *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth Century Science*, Berkeley, University of California Press, 2014 ; Cahan David, *Helmholtz: a Life in Science*, Chicago, University of Chicago Press, 2018 ; Wise Norton, *Aesthetics, Industry and Science: Hermann von Helmholtz and the Berlin Physical Society*, Chicago, University of Chicago Press, 2018. Sur les experiences de Helmholtz en lien avec la physiologie : Holmes Frederic et Olesko Kathryn, *The Images of Precision: Helmholtz and the Graphical Method in Physiology*, Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1995, pp. 199-221.

[794] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, 6, 1861-1862, pp. 100-114, p. 100. Sur les chronoscopes de Hipp, voir l'article tiré d'une conférence de : Schraven Thomas, « The Hipp chronoscope… », pp. 1-56 ; Mierau Caspar Clemens, « Matthias Hipp und das "Hipp'sche Chronoskop" », 2001-2002, travail semestriel sous la direction d'Henning Schmidgen, non publié.

[795] Henning Schmidgen a retracé les évolutions de la recherche en physiologie, qui débute par les expériences de Helmholtz, avant de se poursuivre à Neuchâtel, Utrecht, Francfort, Heidelberg, etc. Sur ces aspects, voir : Schmidgen Henning, *Hirn und Zeit. Die Geschichte eines Experiments, 1800-1950*, Berlin, Matthes & Seitz, 2009. Plusieurs recherches historiques ont d'ores et déjà évalué l'apport de Hirsch et de Hipp dans le domaine de l'équation personnelle et du temps de réaction physiologique : Canales Jimena, « Exit the frog… » ; Schaffer Simon, « Astronomers mark time… » ; Schmidgen Henning, « Time and noise… ».

[796] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 100-114 ; Hirsch Adolphe, « Sur les corrections et équations personnelles dans les observatoires chronographiques de passage », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 365-372.

Figure 37. Chronoscope, Matthäus Hipp (1813-1893), Neuchâtel, vers 1860
© Musée d'horlogerie du Locle - Château des Monts, Le Locle.

Avant d'introduire ses recherches, Hirsch explique les limites de la méthode employée jusqu'ici pour mesurer l'équation personnelle :

« *Le moyen qu'on emploie pour cette détermination est purement astronomique et consiste dans des observations simultanées de passages d'étoile, de telle sorte, que les deux astronomes qui veulent trouver leur équation personnelle, observent soit les mêmes étoiles alternativement à la première et à la seconde partie du réticule de la même lunette méridienne, soit chacun une série d'étoiles ; dans le premier cas, en réduisant les fils, observés par chacun des astronomes, au fil du milieu, on obtient pour le passage des étoiles au méridien deux résultats, dont la différence est justement l'équation personnelle ; dans le second cas, on détermine la correction de la pendule de passage séparément par les observations de chaque astronome et la différence de ces deux corrections de pendule donne l'équation qu'on cherche.* »[797]

Selon Hirsch, ce procédé ne permet pas de fournir une constante, mais plutôt « *des valeurs relatives et non pas absolues, on trouve des équations et non pas des corrections personnelles* »[798]. Le résultat obtenu exprime la différence relative entre deux observateurs et pas des données absolues qui permettraient d'intégrer ces corrections de manière définitive dans les calculs de réduction des erreurs. Pour Hirsch, l'objectif principal est donc de trouver une formule donnant la possibilité de supprimer mathématiquement l'équation personnelle. L'enjeu réside dans sa capacité à déterminer les corrections personnelles propres à chaque observateur, c'est-à-dire « *l'intervalle de temps qui passe entre le moment du phénomène qu'il observe, et celui qu'il lui assigne. Car non seulement on pourrait combiner directement les observations faites à différents observatoires* […]*, mais encore* […] *on obtiendrait des résultats s'approchant davantage de la vérité* »[799]. Hirsch cherche ainsi à quantifier l'équation personnelle, affirmant que « *cette nouvelle méthode de déterminer la correction physiologique des observateurs, est devenue surtout désirable et en même temps possible, depuis qu'on a introduit dans l'astronomie l'observation électrique* »[800]. Le directeur établit donc un lien direct entre les

[797] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 100-114, pp. 100-101.
[798] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, p. 101.
[799] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, p. 101.
[800] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, p. 101.

avancées de la chronographie et la problématique de l'équation personnelle, mettant en lumière les effets des technologies électriques sur les pratiques scientifiques.

La méthode chronographique consiste, comme expliqué précédemment, à appuyer sur un interrupteur au moment précis où un astre passe derrière le fil du réticule d'un instrument méridien. Or, un délai variable se produit entre l'instant où l'observateur perçoit le passage de l'astre et celui où il appuie sur cet interrupteur. Ce délai est influencé par plusieurs facteurs. Il inclut le temps physiologique nécessaire à la transmission nerveuse depuis l'œil jusqu'au cerveau, puis du cerveau à la main, ainsi que le temps de réaction, qui correspond à l'intervalle de temps, également variable, requis pour que l'observateur réagisse à une information. Ces paramètres, propres à chaque individu, constituent l'équation personnelle.

Lors de sa première expérience en 1862, Hirsch élabore une méthodologie d'observation particulière avec le soutien de Hipp, qui fournit à l'Observatoire deux chronoscopes[801]. Une description de l'appareillage mis au point par Hipp est proposée dans une traduction de l'article de Hirsch, ainsi que par le père de la psychologie expérimentale, Wilhelm Wundt (1832-1920) dans ses *Grundzüge der physiologischen Psychologie* (figure 38)[802]. Hirsch décrit le chronoscope comme un « *mouvement d'horlogerie, dont la force motrice est un poids et le régulateur un de ces ressorts vibrants de l'invention de M. Hipp* »[803]. Le principe est simple : un phénomène observé interrompt un courant électrique, déclenchant le mouvement de rotation des aiguilles sur un cadran. L'observateur arrête ce déplacement au moment où il perçoit l'occurrence, mesurant de la sorte l'intervalle de temps entre les deux événements.

Hirsch précise les limites de son champ d'investigation : « *Ce sont* […] *surtout la vue et l'ouïe qu'il nous importe d'étudier, ainsi que le temps nécessaire pour donner des signaux électriques avec la main.* »[804] La référence

[801] Voir : Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 100-114, p. 104 et RD 1861-62, p. 16. Pour la description de la configuration expérimentale : Schmidgen Henning, *Hirn und Zeit…*, p. 160 *sq*.

[802] Voir : Hirsch Adolphe, « Chronoskopische Versuche über die Geschwindigkeit der verschiedenen Sinneseindrücke und der Nerven-Leitung », *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere*, 9, 1865, pp. 183-199, p. 199 bis. Wundt Wilhelm, *Grundzüge der physiologischen Psychologie*, Leipzig, 1874, pp. 770-772.

[803] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 100-114, p. 104.

[804] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, p. 103.

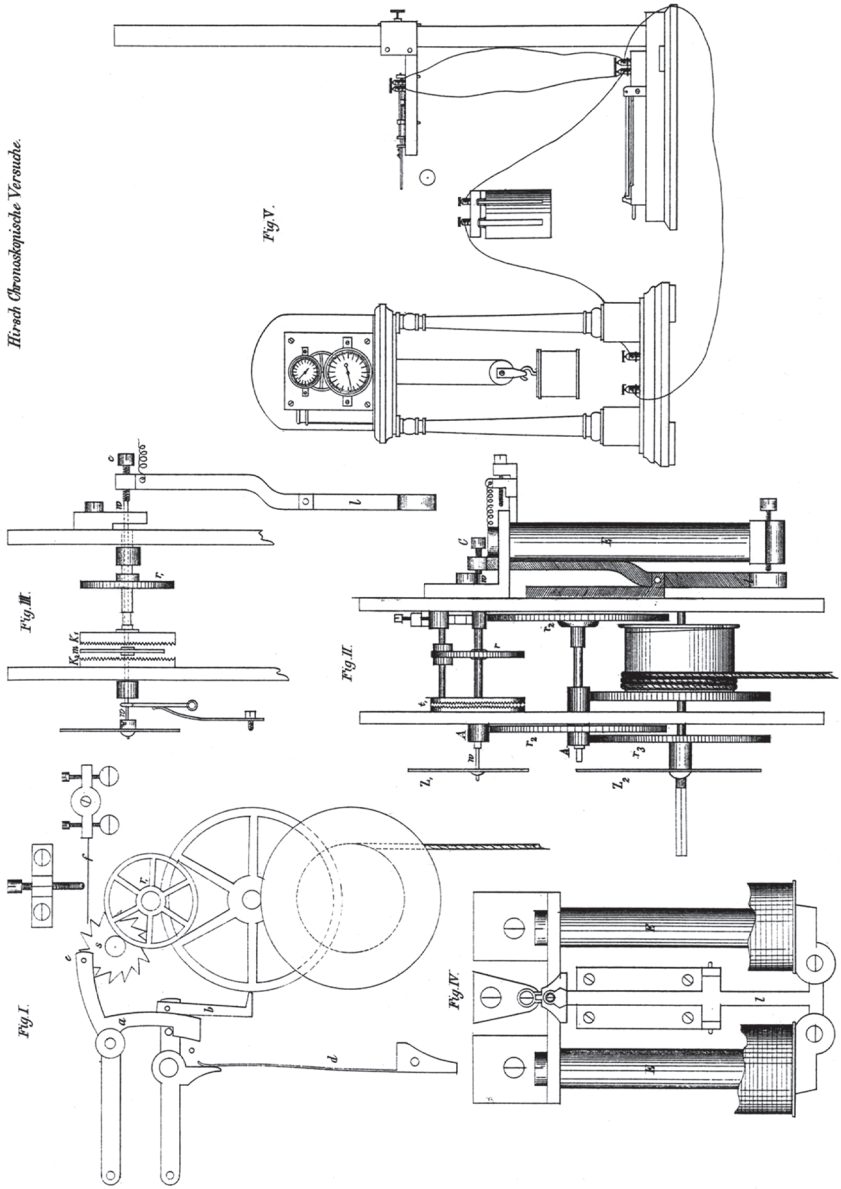


Figure 38. Configuration de l'expérience d'Adolphe Hirsch sur l'équation personnelle. Hirsch Adolphe, « Chronoskopische Versuche über die Geschwindigkeit der verschiedenen Sinneseindrücke und der Nerven-Leitung », *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere*, 9, 1865, p. 199 bis. Aus den Digitalen Sammlungen der Universitätsbibliothek der Bauhaus-Universität Weimar, https://digitalesammlungen.uni-weimar.de/viewer/!fulltext/lit67/18

à l'ouïe comme sujet d'étude souligne l'importance des sons dans les observatoires, tant pour le contrôle du fonctionnement des horloges que dans l'application de la méthode « de l'œil et de l'oreille ». Les travaux de Hirsch ne visent pas à explorer cette problématique du point de vue des physiologistes, mais plutôt à : « *Déterminer la vitesse des opérations physiologiques qui entrent en ligne de compte dans les observations astronomiques* [afin de] *connaître non seulement le temps qu'il faut en moyenne à chacune de ces sensations ou opérations* [mais]*, c'est aussi la constance, ou si vous voulez la sûreté qui existe pour chacune de ces fonctions qu'il importe d'apprécier* »[805].

Hirsch et Hipp conçoivent une expérience spécifique se servant d'une boule lâchée sur un plateau, ce qui interrompt un courant électrique. Un observateur, placé hors de vue du dispositif, doit arrêter le chronoscope au moment où il entend le bruit de la boule touchant le plateau. La comparaison des résultats permet ainsi de mesurer « *le temps physiologique de l'ouïe, ou bien le temps qu'il faut à l'observateur pour entendre le bruit du choc et pour signifier par le mouvement du doigt qu'il l'a entendu* »[806]. Hirsch s'intéresse également à la vue. Dans une autre configuration, l'interruption d'un courant électrique met en marche les aiguilles du chronoscope, tout en générant une étincelle lumineuse. L'observateur doit alors interrompre les aiguilles dès qu'il aperçoit l'éclair[807]. Toutefois, cet agencement ne convainc pas Hirsch qui le considère comme trop éloigné des conditions réelles d'observation du passage d'un astre. Hirsch mène aussi des essais sur le toucher, utilisant un stimulus électrique appliqué sur différentes parties du corps (pied, main, visage). Ces expériences lui permettent d'évaluer que la vitesse des transmissions nerveuses est de 34 m/s, un résultat qu'il compare à celui de Helmholtz, qui avait mesuré une vitesse de 61,5 m/s dans ses études sur les transmissions nerveuses de grenouilles mortes[808]. Hirsch explique cet écart par les conditions différentes dans lesquelles ces recherches ont été conduites[809].

[805] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 100-114, p. 103.
[806] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 100-114, p. 108.
[807] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 100-114, p. 110.
[808] Pour les expériences de Helmholtz, voir : Helmholtz Hermann, « Messungen über zeitlichen Verlauf der Zuckung animalischer Muskeln und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven », *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin*, 17, 1850, pp. 176-364.
[809] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 100-114, pp. 113-114.

Le directeur s'efforce alors d'adapter son dispositif pour qu'il s'approche davantage des conditions réelles d'usage d'un cercle méridien, car *« la nature des deux expériences en question* [il fait référence à deux parties spécifiques de l'expérience chronoscopique] *différait trop de l'observation astronomique de passage* »[810]. Dès lors, il se « *propose de faire exécuter un appareil spécial pour cette recherche* »[811].

En 1863, Hirsch introduit un nouvel instrument (figure 39), une nouvelle fois conçu par Hipp :

« *Donc, pour atteindre le but que j'avais eu en entreprenant mes recherches sur le temps physiologique, en vue de déterminer la correction personnelle pour les observations astronomiques, il fallait modifier les expériences de telle sorte que je puisse observer dans la lunette le passage de points lumineux, d'étoiles artificielles pour ainsi dire, et ces étoiles devraient, au moment où elles passent le fil, interrompre le courant et mettre ainsi le chronoscope en mouvement.* »[812]

Hirsch utilise une mire située à 80 mètres au nord de l'établissement. Il l'équipe d'un mécanisme d'horlogerie qui entraîne un écran percé placé devant une source lumineuse :

« *Cette mire est un bec de gaz, à 80 mètres environ de la lunette méridienne, et visible dans cette dernière au moyen d'une lentille à long foyer, placée à 4 mètres devant la lunette. Par conséquent, je n'avais qu'à masquer la flamme de la mire par un écran percé d'un petit trou, pour voir dans la lunette un point lumineux, tout à fait semblable à une étoile de 2^me^ ou de 3^me^ grandeur. Il fallait ensuite chercher le moyen d'imprimer à cet écran* […] *un mouvement régulier et d'une vitesse analogue à la vitesse apparente des étoiles, et en même temps disposer l'appareil de telle sorte, qu'au moment où l'étoile artificielle se trouvait bisectée* [sic] *par le fil de la lunette, un courant électrique fût interrompu.* »[813]

[810] Hirsch Adolphe, « Sur les corrections et équations personnelles dans les observatoires chronographiques de passage », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 365-372, pp. 365-366, p. 365.
[811] Hirsch Adolphe, « Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 100-114, p. 111.
[812] Hirsch Adolphe, « Sur les corrections et équations personnelles dans les observatoires chronographiques de passage », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 365-372, p. 365. Voir aussi : RD 1862-1863, p. 5.
[813] Hirsch Adolphe, « Sur les corrections et équations personnelles dans les observatoires chronographiques de passage », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 365-372, pp. 365-366.

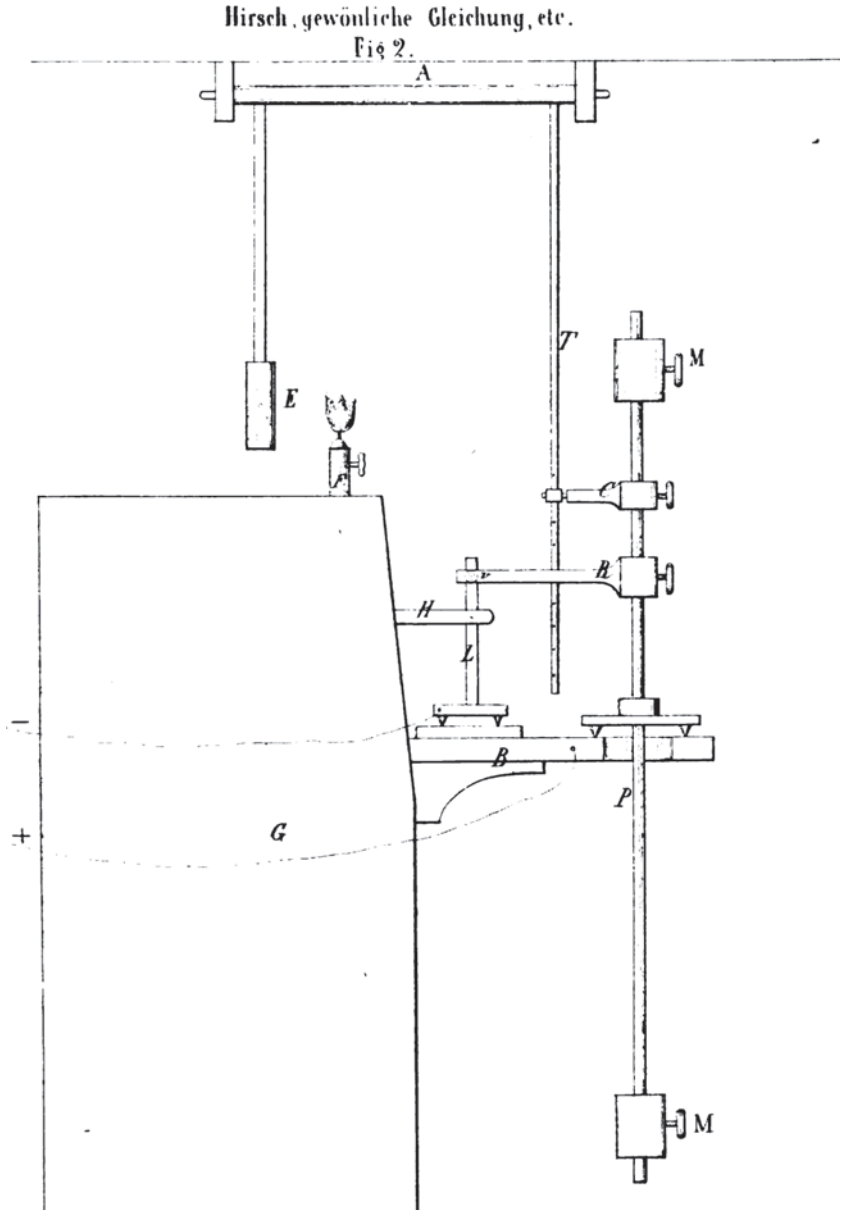


Figure 39. Schéma de l'appareil reproduisant artificiellement le passage des astres. Hirsch Adolphe, « Über persönliche Gleichung und Correction bei chronographischen Durchgangs-Beobachtungen », *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere*, 9, 1865, p. 200b.

Les résultats de cette nouvelle expérimentation qui met en évidence des variations dans son propre temps de réaction amènent Hirsch à s'interroger sur la nature de l'équation personnelle : « *Ce changement de* [ma] *correction personnelle, dans des limites assez restreintes toutefois, doit dépendre de la disposition momentanée de l'observateur.* »[814] Hirsch en vient à considérer que ce type d'erreurs constitue une variable comparable à celles qui affectent les instruments scientifiques :

« *Une telle variation qui dépasse considérablement non seulement les erreurs des moyennes de la série d'un jour, mais aussi la variation de l'incertitude d'une observation isolée* […] *force d'admettre que le temps physiologique, pour le même observateur, varie assez considérablement d'un jour à l'autre, selon la disposition de son système nerveux. Notre corps est donc sous ce rapport tout-à-fait* [sic] *dans le cas des autres machines de précision ; sa correction est variable, comme celle d'une lunette méridienne ou d'une pendule.* »[815]

Avec cette conception, il n'est plus possible de définir une constante absolue, mais une valeur relative dépendant de l'état physiologique de l'astronome : « *Si la variabilité de la correction personnelle se vérifie généralement, alors il deviendra même nécessaire que désormais on détermine régulièrement dans les observatoires la correction des observateurs, comme on le fait pour les corrections des instruments et que, dans la réduction de chaque série d'observations, on emploie la valeur spéciale qu'on aura trouvée.* »[816]

Contrairement à d'autres astronomes, Hirsch ne considère pas que l'équation personnelle se résume à une question de formation ou de correction des observateurs, qui seraient supposément « maladroits » ou utiliseraient une « mauvaise » méthode, comme le pensait Maskelyne. Pour lui, l'observateur est comparable à un instrument scientifique dont les constantes doivent être vérifiées régulièrement afin de produire une valeur relative permettant de neutraliser l'individualité.

[814] Hirsch Adolphe, « Sur les corrections et équations personnelles dans les observatoires chronographiques de passage », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 365-372, p. 369.
[815] Hirsch Adolphe, « Sur les corrections et équations personnelles dans les observatoires chronographiques de passage », *BSSNN*, 6, 1862-1863, p. 370.
[816] Hirsch Adolphe, « Sur les corrections et équations personnelles dans les observatoires chronographiques de passage », *BSSNN*, 6, 1862-1863, p. 372.

Les travaux de Hirsch demeurent cependant méconnus des physiologistes, notamment de Rudolf Schelske (1830-1906), physiologiste et ophtalmologiste, avec lequel il entre en controverse pour défendre la primauté de ses recherches[817]. Pendant cette période, Hirsch maintient une correspondance régulière avec du Bois-Reymond[818]. Dans une lettre datée du 26 février 1864, ce dernier reconnaît la prééminence des travaux de Hirsch et la fiabilité de ses conclusions, apportant un soutien notable au directeur de l'Observatoire de Neuchâtel :

« *Dès que j'ai reçu son manuscrit, j'ai écrit à Schelske que vous étiez en priorité ; bien sûr, personne, ni ici, ni à Heidelberg, ne connaissait les* Bulletins *de Neuchâtel. Maintenant, j'entends que votre travail a été mis en lumière dans le* Journal de Moleschott. *Je souhaiterais cependant pouvoir citer également les premiers articles français dans une note sur l'article de Schelske. Or, l'un d'eux, "Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse", n'a pas de date ni (horribilie dictu pour quelqu'un qui vit dans un État policier) de lieu d'impression ; le second, "Sur les corrections et équations personnelles dans les observations chronographiques de passages", qui n'a guère sa place ici, est seulement indiqué : "extrait du* Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*", mais ici aussi, la date manque, ce qui, grâce à la phrase initiale : "Lorsque l'année dernière, etc.", fournirait une date pour le premier article. Je vous serais très obligé si vous vouliez bien me faire parvenir la date des deux compositions et le lieu de la première (si elle n'est pas apatride).* »[819]

Hirsch est aussi en relation avec Jakob Moleschott, pour lequel il fournit des traductions allemandes de ses recherches sur l'équation personnelle dans la revue *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere*,

[817] Hirsch entretient également des échanges avec Franciscus Donders (1818-1889), professeur néerlandais de médecine et de physiologie, avec lequel il défend la primauté de ses travaux. Ces discussions se trouvent aux AEN dans le fonds 2IND-4. Sur Donders et ses expériences, voir : Schmidgen Henning, « Die Donders-Maschine. Ein Kapitel Physiologiegeschichte mit Deleuze und Guattari », *Lebendige Zeit. Wissenskulturen im Werden*, Berlin, Kulturverlag Kadmos, 2005, pp. 242-279. Pour une discussion sur les difficultés éprouvées par Hirsch à faire connaître son travail parmi les physiologistes : Canales Jimena, « Exit the frog… ».

[818] Du Bois-Reymond fait partie du cercle de Desor, ce dernier connaissant également Hirsch, et vient régulièrement à Combe-Varin. Pour des informations sur ce lieu de rencontre et d'émulation scientifique : Balmer Heinz, « Edouard Desor und sein Landhaus Combe-Varin », *Gesnerus*, 32, 1975, pp. 61-86.

[819] Lettre d'Emil du Bois-Reymond à Adolphe Hirsch, 26 février 1864, AEN, 2IND-8, correspondances 1858-1869 [Lettre 7, annexe 2, p. 658].

spécialisée en physiologie dans le but de faire reconnaître ses études[820]. Il est à noter que Hirsch commence par publier dans une revue locale avant de chercher à élargir la diffusion de ses investigations. Cet aspect suggère que Hirsch envisage ses travaux dans le cadre disciplinaire de l'astronomie, plutôt que comme une contribution destinée à d'autres domaines scientifiques.

Pourtant, c'est du côté de l'astronomie que des contestations émergent à l'encontre des conclusions de Hirsch. Celles-ci sont remises en question dans une notice du 19 juin 1865 par Charles Wolf (1827-1918), membre de l'Académie des sciences de France et collaborateur à l'Observatoire de Paris[821]. Selon Wolf, l'équation personnelle est « *par sa nature* […] *très-constante* » et constitue une valeur absolue, de surcroît relativement faible[822]. De plus, il critique la méthode chronographique qu'il considère comme inférieure : « *Que la méthode d'observation par l'œil et l'ouïe* [méthode de l'œil et de l'oreille] *est nécessairement supérieure au procédé d'enregistrement chronographique, puisque, dans ce dernier procédé, le même temps enregistré est affecté de la même erreur que le temps estimé, et contient en outre une seconde erreur représentant le temps nécessaire à l'observateur pour mettre le doigt en mouvement* »[823].

Wolf met en lumière deux composantes de l'équation personnelle : le temps de réaction et celui de transmission nerveuse. Selon lui, ce dernier serait indépendant de la méthode de « l'œil et de l'oreille ». Il préconise comme solution d'éduquer et de discipliner les observateurs, en suivant le modèle de

[820] Lettre de Jacob Moleschott à Adolphe Hirsch, 2 juillet 1863, AEN, 2IND-8, correspondances 1858-1869. Hirsch publie ses recherches en 1865 dans la revue de Jakob Moleschott : Hirsch Adolf, « Chronoskopische Versuche über die Geschwindigkeit der verschiedenen Sinneseindrücke und der Nerven-Leitung… » ; Hirsch Adolphe, « Über persönliche Gleichung und Correction bei chronographischen Durchgangs-Beobachtungen », *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere*, 9, 1865, pp. 200-208.

[821] Hirsch mentionne la controverse avec Wolf à la SSNN : Hirsch Adolphe, « Nouvelles recherches sur l'équation personnelle », *BSSNN*, 7, 1865-1866, pp. 277-284. Le fait que Hirsch parle à la troisième personne a fait douter Jimena Canales qu'il soit à l'origine de la publication, mais une mention, située deux pages plus tôt dans le texte, permet de le confirmer : *BSSNN*, 7, 1865-1866, p. 275. Pour la notice de Wolf, voir : Wolf Charles, « Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages, sa détermination absolue, ses lois et son origine », *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, tome 61e, Paris : juillet-décembre 1865, pp. 1268-1272. Pour Charles Wolf, voir : Canales Jimena, « The single eye: Re-evaluating Ancien Regime science », *History of Science*, 39, 123, 2001, pp. 71-94 ; Canales Jimena, « Sensational differences: the case of the transit of Venus », *Cahiers François Viète*, 11-12, 2007, pp. 15-40.

[822] Wolf Charles, « Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages… », p. 1272.

[823] Wolf Charles, « Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages… », p. 1272. Sur la méfiance de l'astronomie française vis-à-vis de la méthode chronographique, voir : Lamy Jérôme et Soulu Frédéric, « L'émergence contrariée du chronographe… ».

l'Observatoire de Greenwich[824]. Pour cela, il préconise un appareil conçu pour déterminer régulièrement l'équation personnelle, comprenant une lunette, une mire mobile, un dispositif de contacts et un enregistreur[825]. Cet appareil est destiné, entre autres, à « *l'éducation des jeunes astronomes* »[826]. Ce point souligne une divergence notable dans l'approche de l'équation personnelle entre les grandes institutions et un établissement de taille modeste, comme celui de Neuchâtel. Dans les structures plus vastes, où le personnel est nombreux, l'accent est mis sur l'entraînement des observateurs. En revanche, à Neuchâtel, avec un effectif réduit (un seul astronome au moment des expériences !), l'objectif est de corriger l'équation personnelle par des formules mathématiques. Wolf s'en prend également à la configuration expérimentale de Hirsch, qu'il juge inadéquate en raison d'un nombre insuffisant d'essais et de limitations techniques des mires : « *1° Que l'appareil ne peut donner que les corrections négatives ; 2° Qu'il exige la présence de trois personnes ; 3° Que, plaçant l'étoile dans les conditions d'une mire fixe ordinaire, il soumet son image à toutes les causes de perturbations et de déplacement apparent qui affectent si désagréablement l'image des mires* »[827].

Hirsch réplique que Wolf se limite à considérer le temps de réaction, sans tenir compte du délai physiologique lié aux transmissions nerveuses : « *M. Wolf laisse simplement de côté le temps physiologique nécessaire pour transmettre l'image formée sur la rétine jusqu'au cerveau, et ensuite le temps employé par la fonction de l'organe central ; ce sont ces temps physiologiques, surtout le dernier, qui varient d'un individu à l'autre, et chez le même individu d'un moment à l'autre* »[828].

Hirsch retourne l'argument de Wolf en soulignant que, dans la méthode de « l'œil et de l'oreille », le temps de transmission nerveuse ne peut être ignoré.

---

[824] Sur la disciplinarisation des observateurs à l'Observatoire de Greenwich voir : Schaffer Simon, « Astronomers mark time… ».

[825] Wolf Charles, « Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages, sa détermination absolue, ses lois et son origine », *Annales de l'Observatoire impérial de Paris, mémoires,* 1866, 8, pp. 153-208, annexes, planche I.

[826] Wolf Charles, « Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages, sa détermination absolue, ses lois et son origine », *Annales de l'Observatoire impérial de Paris, mémoires,* 1866, 8, p. 159.

[827] Wolf Charles, « Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages, sa détermination absolue, ses lois et son origine », *Annales de l'Observatoire impérial de Paris, mémoires,* 1866, 8, p. 156. Pour une discussion sur les défauts touchant aux mires voir : Pécontal Emmanuel, « Les mires méridiennes lointaines de l'Observatoire de Lyon : recherches bibliographiques, archivistiques et archéologiques », *Nuncius,* 28, 2013, pp. 276-312. Sur les controverses en sciences, voir notamment : Latour Bruno, *Changer de société…*

[828] Hirsch Adolphe, « Nouvelles recherches sur l'équation personnelle », *BSSNN*, 7, 1865-1866, pp. 277-284, p. 282.

Il affirme que seule la méthode chronographique permet de mesurer ce délai avec précision. Contrairement à l'approche prônée par Wolf, Hirsch propose des solutions techniques anticipant de plusieurs décennies des développements effectifs de la détermination de l'heure :

« *Lorsque* [Hirsch] *se fut convaincu que la variabilité de la correction personnelle n'existe pas seulement pour les différents astronomes, mais aussi chez le même observateur, l'idée qui lui vint, comme à d'autres, de remplacer l'organisme nerveux de l'observateur par un procédé automatique. Comme l'emploi de la photographie, proposé par M. Faye, ne donne pas des résultats satisfaisants que pour le Soleil* [Hirsch] *croit qu'il faudrait arriver à pouvoir remplacer l'observation du passage devant des fils fixes, par un fil mobile qui, conduit par un mouvement d'horlogerie uniforme, suivrait l'étoile à travers le champ, et dont le passage par l'axe optique ou par certains points, symétriquement placés par rapport à cet axe, serait marqué électriquement sur le chronographe. Cette idée qui a été émise pour la première fois par M. Wheatstone, n'a pas encore trouvé une exécution satisfaisante, car toute simple qu'elle paraît, elle offre des difficultés d'exécution assez considérables.* »[829]

Hirsch conclut que la seule manière de surmonter l'équation personnelle est d'automatiser la procédure d'observation. Il est intéressant de remarquer que les solutions qu'il préconise – alors techniquement inabouties – seront mises en œuvre à l'Observatoire de Neuchâtel au début du XX^e^ siècle, avec l'usage d'un micromètre impersonnel motorisé, puis au milieu du XX^e^ siècle, de la photographie avec le Photographic Zenith Tube (PZT)[830].

Après ses travaux, Hirsch continue de s'informer sur les progrès liés à l'équation personnelle. Le 9 janvier 1868, il rapporte à la SSNN les résultats d'un élève de Du Bois-Reymond, sans mentionner son nom, dont les recherches confirment que les transmissions nerveuses peuvent être assimilées à un courant électrique, une conclusion qui valide les propres études de Hirsch[831]. Quelques années plus tard, il présentera les travaux de Sigmund Exner (1846-1926), physiologiste autrichien, tout en s'étonnant que celui-ci considère que les astronomes cherchent à minimiser l'équation personnelle. Hirsch insiste, au contraire, sur le fait que « *ce qui leur*

[829] Hirsch Adolphe, « Nouvelles recherches sur l'équation personnelle », *BSSNN*, 7, 1865-1866, p. 283.
[830] Ces aspects seront traités aux chapitres 7 et 9.
[831] Procès-verbal de la séance du 9 janvier 1868, *BSSNN*, 8, 1867-1868, p. 40.

importe, c'est exclusivement de pouvoir la déterminer aussi exactement que possible, afin de pouvoir en tenir compte dans la réduction de leurs observations »[832].

Les recherches de Hirsch sont indissociables du dispositif de Hipp, dont le chronoscope devient un instrument scientifique largement utilisé dans les laboratoires[833]. L'approche de Hirsch reflète une volonté de maîtriser chaque étape de la chaîne opératoire pour obtenir des données d'une précision rigoureuse. Dans ce cadre, le corps humain, intégré à la chaîne opératoire, est traité au même niveau que les instruments scientifiques. Il devient essentiel d'en identifier et d'en contrôler les sources d'erreur.

4.2 Les espaces de la précision

Cette volonté de maîtriser divers facteurs s'étend également à l'environnement global de l'institution. Pour un observatoire, la relation à l'espace est cruciale, notamment parce que l'observation céleste exige une connaissance de l'emplacement de chaque instrument astronomique[834]. La gestion des bâtiments, le contrôle des lignes de vue, les interactions avec la ville sont autant de sujets de préoccupations essentielles pour l'établissement. Intégrer la dimension spatiale d'un observatoire est donc indispensable pour comprendre les pratiques quotidiennes. Constamment à l'étroit, l'Observatoire de Neuchâtel doit régulièrement repenser son organisation, tandis que ses bâtiments, soumis aux aléas climatiques, nécessitent un entretien continu pour garantir la préservation des instruments et la poursuite de ses missions. Enfin, l'accès aux ressources énergétiques – eau, gaz, électricité – représente un enjeu majeur pour assurer la continuité des activités d'observation.

[832] Hirsch Adolphe, « Sur quelques recherches récentes concernant l'équation personnelle et le temps physiologiques », *BSSNN*, 10, 1873-1876, appendices, pp. 1-14, p. 3.

[833] Dans les collections des musées des sciences et des techniques, on trouve de nombreux chronoscopes, témoignant de leur large diffusion. Schmidgen consacre une part importante de son analyse de l'expérience de Hirsch à la configuration instrumentale développée par Hipp, soulignant son rôle central dans l'innovation technique et scientifique de l'époque : Schmidgen Henning, *Hirn und Zeit*…, p. 160 *sq*.

[834] Pour une analyse historique de l'importance de la spatialité des observatoires, voir : Aubin David, « L'observatoire. Régimes de spatialité… » ; Lamy Jérôme, *L'Observatoire de Toulouse*…

4.2.1 Contrôler l'espace

La relation entre un lieu de science et son environnement constitue une dialectique permanente entre des besoins parfois contradictoires. L'utilisation des abords du site de l'Observatoire mêle divers aspects susceptibles de perturber les observations astronomiques, comme le passage sur le terrain, l'exploitation des vignes, les lignes de vue, l'entretien des voies d'accès, les conduites de gaz, l'éclairage public, les travaux ou encore les manifestations. Par ailleurs, l'expansion « *menaçante* » de la ville de Neuchâtel met en péril la pérennité des activités scientifiques[835]. Cette problématique était redoutée dès les débuts par Hirsch, qui recommandait « [d'] *acquérir autant de terrain pour l'Observatoire que la bourgeoisie voudra bien céder, d'abord pour être à l'abri de tout voisinage importun et ensuite pour avoir plus tard la possibilité d'agrandir l'Observatoire* »[836]. Face à ces enjeux, le contrôle de l'espace reflète une préoccupation constante des directeurs de l'institution, souvent soutenus par les autorités politiques cantonales, qui veillent à « protéger » l'Observatoire, notamment vis-à-vis de la commune de Neuchâtel. Dans le même temps, l'Observatoire recherche la proximité avec la ville et ses établissements scientifiques, tels que l'Académie de Neuchâtel et la Société des sciences naturelles de Neuchâtel (SSNN).

La localisation précise des instruments est un impératif pour un observatoire. À Neuchâtel, cela concerne tout particulièrement le cercle méridien, les piliers et les mires. L'une des premières préoccupations de Hirsch consiste à installer des mires méridiennes (figure 40), de petites constructions semblables à des bornes servant de points de visée. Ces mires, véritables extensions de l'Observatoire hors de ses murs, permettent de vérifier l'erreur de collimation du cercle méridien, c'est-à-dire s'assurer que le tube optique est bien perpendiculaire à l'axe des tourillons et correctement aligné sur l'axe méridien. Les mires jouent un rôle fondamental dans l'astronomie de position[837]. Les mires donnent également la possibilité de surveiller les mouvements du sol, en vue de s'assurer du bon positionnement des piliers des instruments. Elles doivent être placées avec soin et requièrent une attention aux lignes de vue depuis l'Observatoire, impliquant de nouer de nombreuses relations avec le voisinage afin de pérenniser l'usage des mires.

[835] Sur les liens entre l'Observatoire de Paris et la ville, voir : Aubin David, « The fading stars… ».
[836] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 24 août 1858, AEN, 1TP-792, p. 23.
[837] Pécontal Emmanuel, « Les mires méridiennes… ».

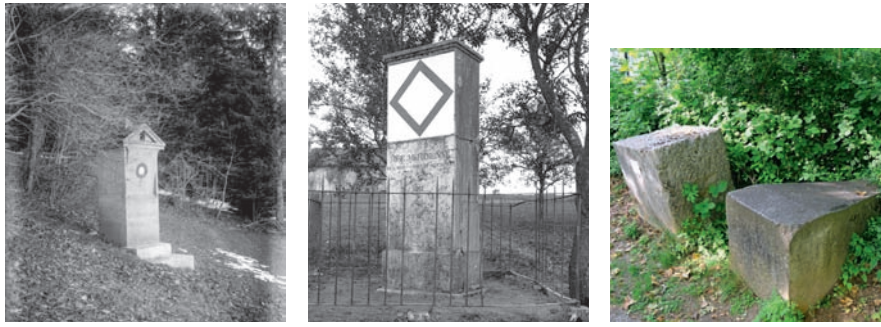


Figure 40. Mires méridiennes de l'Observatoire. À gauche, celle de Chaumont (© Office cantonal du patrimoine bâti et immatériel, fonds ISCP n° 355, 1912) ; au centre, celle de Portalban (1927, © Collection photographique de swisstopo, N° d'inv. 000-405-824) et à droite, la mire du Mail (© Photographie de l'auteur).

Dès l'origine, deux mires ont été installées dans chaque direction de l'axe méridien. La première est située à environ 100 mètres au nord de l'Observatoire et devient opérationnelle à partir de juillet 1861, date à laquelle elle est dotée d'un accès au gaz, permettant de l'allumer la nuit[838]. Le directeur décrit ainsi son fonctionnement :

« *Dans ce but et pour trouver l'azimut de la lunette, on a construit à 100 mètres au nord de l'instrument une mire. C'est une plaque trouée, munie d'un croisé de fils et assise solidement sur un pilier en granit, posé lui-même sur le roc. Sur un autre pilier d'une stabilité semblable, posé devant la fenêtre du nord à 4 mètres de la lunette, se trouve une lentille, dont la distance focale est égale à la distance de la mire ; par cette disposition la lumière d'un bec de gaz, placé derrière la plaque de mire, entre en rayons parallèles dans la lunette et y fait voir nettement un petit disque lumineux. On obtient alors l'azimut de la lunette en mesurant avec le fil mobile du micromètre la distance angulaire entre le fil vertical de la mire et le fil du milieu de la lunette. L'azimut de la mire elle-même est contrôlé par une autre mire lointaine, qui sera placée de l'autre côté du lac à deux lieues environ de distance et, en dernier lieu, par les observations de la Polaire.* »[839]

[838] RD 1860-1861, p. 5.

[839] Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238, pp. 231-232.

Cette mire – qui est reliée télégraphiquement à l'Observatoire pour les expériences sur l'équation personnelle – est équipée d'une lentille ou d'un collimateur. Ce dispositif de visée, situé à proximité du bâtiment principal, permet d'ajuster la distance focale des lentilles du cercle méridien à celle de la mire (figure 40)[840].

Durant l'été 1861, une deuxième mire est installée à Portalban, sur l'autre rive du lac de Neuchâtel, à 9,5 kilomètres au sud de l'Observatoire[841]. Une telle configuration rend la préservation de la ligne de vue particulièrement complexe. Ce défi est résolu grâce à une convention avec la famille Cuany, propriétaire de la parcelle à Portalban, qui s'engage « *à ne jamais planter d'arbres ou faire de constructions qui puissent gêner la vue entre l'Observatoire et la mire* »[842]. Cette mire est adaptée selon les exigences techniques de « *la forme la plus parfaite pour une mire lointaine* […] *qui consiste en une fente ménagée dans un plateau métallique et à travers laquelle on voit le ciel* »[843]. Cependant, en raison de l'occultation de la lumière par les Alpes, le dispositif est modifié. Un grand losange blanc cerclé de noir remplace la fente, représentant une adaptation au contexte spatial spécifique.

En 1884, une troisième mire est érigée sur la colline de Chaumont, au nord de l'Observatoire[844]. À l'instar de la première mire, celle de Chaumont peut être employée de nuit, à condition de disposer d'une source lumineuse. Celle-ci est assurée par un fermier en échange d'une indemnité annuelle de cent francs[845]. Contrairement à la mire de Portalban, celle de Chaumont permet également des observations diurnes, notamment aux environs de midi, élargissant ainsi les possibilités d'utilisation et augmentant la flexibilité des observations astronomiques : « *Comme, pour l'observation du Soleil au méridien, il est désirable de pouvoir contrôler l'azimut de la lunette par une mire lointaine, et que celle du Sud est rarement visible, précisément dans les heures autour de midi, j'ai combiné avec la mire nocturne de Chaumont une mire de jour, en faisant peindre un cercle blanc sur la porte de la niche qui contient la lampe* »[846].

840 RD 1862-1863, p. 5.
841 RD 1861-1862, p. 3.
842 Cette convention avec la famille Cuany est validée par le Conseil d'État le 17 septembre 1861 : *Manuel du Conseil d'État*, AEN, 1CE-236, p. 776.
843 RD 1861-1862, p. 3.
844 RD 1884, p. 3.
845 RD 1884, pp. 3-4.
846 RD 1884, p. 5.

Figure 41. Extérieur du bâtiment principal de l'Observatoire (Nord) avec, en premier plan, le collimateur de l'Observatoire. © Archives de la Faculté des sciences de l'Université de Neuchâtel, LTF.

Cette disposition fait dire à Hirsch qu'« *elle contribuera à augmenter sensiblement la valeur des observations des passages du Soleil et des séries d'étoiles ne renfermant pas de polaires* [d'étoiles polaires permettant de vérifier la bonne orientation du cercle méridien] »[847] par un meilleur contrôle des sources d'erreur.

À plusieurs reprises, Hirsch se montre dithyrambique à l'égard des mires de l'institution : « *Il se confirme de nouveau que le fait de posséder trois mires, parmi lesquelles deux lointaines et deux qui se prêtent au pointage nocturne, constitue un grand avantage pour notre établissement et une*

[847] RD 1884, p. 6.

condition essentielle de l'exactitude de ses observations. »[848] Ces dispositifs ne contribuent pas seulement à la précision des mesures, ils étendent également l'influence de l'Observatoire sur son environnement immédiat. À l'orée du XX^e^ siècle, le rôle des mires commence à être remis en question. Le développement de nouvelles technologies et méthodes d'observation limite leur utilité, et les références aux mires dans les rapports du directeur deviennent de plus en plus rares[849].

En plus de porter une attention particulière à la ligne méridienne, Hirsch doit aussi s'occuper des alentours de l'Observatoire, qu'il cherche à adapter aux exigences de la pratique scientifique. Dès son premier rapport, il affirme qu'il « *faut arriver, dans l'intérêt des observations, à couvrir de verdure les murs et rochers qui entourent l'Observatoire* » et ce, pour atteindre deux objectifs[850]. Premièrement, il s'agit de réduire la poussière afin de protéger les instruments et de préserver la pureté des lignes de vue. Deuxièmement, il souhaite protéger les astronomes de la lumière réfléchie par le sol et les rochers environnants. Cependant, cette tâche se révèle ardue, car « *le petit jardin et le gazon qui entourent l'Observatoire se maintiennent et se développent difficilement à cause de l'exposition aride et du peu de végétale* »[851]. Malgré plusieurs années d'effort, Hirsch peine à maintenir un couvert végétal suffisant dans cet environnement. Il reporte alors ses espoirs sur l'arrivée imminente de l'eau : « *Dans le jardin, on a renouvelé le gazon et planté plusieurs arbres et arbustes qui, lorsque nous aurons notre fontaine coulante, permettra d'entretenir autour de l'Observatoire une verdure suffisante pour diminuer la poussière et la réverbération du sol en été,* [ce] *qui gêne surtout dans l'observation de la mire* »[852].

Après de longues négociations avec la commune de Neuchâtel, une fontaine est finalement installée, conformément au décret de fondation et aux engagements des autorités locales[853]. Cependant, celle-ci n'est pas reliée

[848] RD 1895, p. 8.

[849] Sur cette remise en question, voir : Pécontal Emmanuel, « Les mires méridiennes lointaines… ». Pour une critique des mires lointaines : Faye Hervé, *Cours d'astronomie de l'École polytechnique. Première partie,* Paris, Gautier-Villars, 1881, p. 161.

[850] RD 1860-1861, p. 7.

[851] RD 1860-1861, p. 7.

[852] RD 1865-1866, p. 4.

[853] Article 3, « Décret de fondation de l'Observatoire cantonal, 18 mai 1858 », *Recueil des lois, décrets, et autres actes du gouvernement de la République et Canton de Neuchâtel*, Neuchâtel, 1858, tome VIII, N^o^ 79, pp. 229-232, AEN, 340 (094.5 LOI).

au réseau d'adduction d'eau, provoquant la consternation du directeur, qui déplore cette situation dans ses rapports :

« *Si le jardin et les plantations autour de l'Observatoire ne présentent pas encore le développement qui serait à désirer dans l'intérêt des observations et qu'on aurait pu atteindre en dix ans, la cause doit être uniquement attribuée au manque d'eau, qui est d'autant plus sensible, que la couche de terre qui couvre le rocher est peu profonde. Aussi, je n'hésite pas à renouveler encore une fois la demande pressante qu'on fasse enfin couler la fontaine de l'Observatoire qui y est installée depuis deux ans.* »[854]

Ce n'est qu'en 1870 que ce problème trouve une solution. La convention initiale signée avec la ville de Neuchâtel ne mentionnant pas explicitement le raccordement de la fontaine au réseau d'eau, le Canton décide finalement de souscrire un abonnement auprès de la commune pour permettre à l'Observatoire d'accéder à l'eau courante : « *Je* [Hirsch] *suis heureux de pouvoir annoncer à la Commission que, après cinq ans d'instances que vous avez bien voulu appuyer à plusieurs reprises, l'eau arrive enfin à l'Observatoire depuis la fin de novembre dernier* [1870]. *Je remercie le Conseil d'État de n'avoir pas tardé, en présence du refus définitif des autorités municipales de fournir l'eau à notre établissement, à acheter une concession d'eau pour l'Observatoire* »[855].

Ces éléments pointent les tensions persistantes avec la commune de Neuchâtel. Toutefois, ils illustrent surtout que l'étude de l'histoire de la précision nécessite une attention particulière aux aspects pratiques et aux missions du quotidien, tels que, dans notre cas, l'entretien du jardin. L'arrivée de l'eau améliore considérablement les conditions de la végétation, comme le souligne Hirsch en 1874 : « *Le petit jardin de l'Observatoire est en bon état d'entretien.* »[856] Dès lors, le directeur se concentre principalement sur la préservation des terrains, comme en témoigne une mention en 1878 : « *Enfin, dans l'intérêt de l'Observatoire, j'aurais à prier le Département que cela concerne de faire mettre à ban le terrain situé devant l'Observatoire, car, depuis quelques années, les propriétaires des vignes attenantes se sont permis de passer sur notre terrain avec des chars et voitures, qui non seulement gâtent ainsi le gazon, mais compromettent les repères fondamentaux que j'y ai fait poser pour le nivellement de précision de la Suisse* »[857].

[854] RD 1869, p. 3.
[855] RD 1870, p. 3.
[856] RD 1874, p. 2.
[857] RD 1878, p. 3.

Figure 42. Site de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, vers 1946. © Bibliothèque de la Ville de La Chaux-de-Fonds, Département audiovisuel (DAV), Fonds Fernand Perret, FP-NEG-2275-20.

Le couvert végétal reste une préoccupation majeure pour le directeur, notamment au sud du site, où il mène des essais pour identifier les essences d'arbres les mieux adaptées aux conditions locales : « *J'ai essayé à plusieurs reprises, pour favoriser la verdure autour de l'Observatoire, de faire planter des sapins sur la pelouse du côté sud ; malgré la bonne volonté que M. le forestier cantonal y a mise, on n'a réussi ni avec les plantations, ni avec les semences de sapin. Peut-être les pins d'Autriche réussiront-ils mieux sur ce sol sec et aride* »[858].

Ces tentatives finissent par porter leurs fruits. Preuve du succès des efforts du directeur, les abords de l'Observatoire sont entièrement végétalisés et aménagés, aboutissant même à la formation d'une petite forêt au XX^e^ siècle (figure 42).

Ce contrôle environnemental s'étend également aux activités menées aux abords de l'Observatoire. Les chantiers et manifestations représentent une

[858] RD 1883, p. 4.

source constante de préoccupation, car ils peuvent compromettre la stabilité des instruments et, par conséquent, leur fiabilité. Un exemple notable se produit en 1870, lors de travaux effectués sur la colline du Mail :

« *Les travaux que la municipalité avait commencés déjà l'année dernière au Mail, dans la proximité immédiate de l'Observatoire, ne sont pas encore terminés. L'ingénieur de la ville ayant bien voulu, sur ma demande, donner l'ordre qu'on n'emploierait que de très faibles charges pour les mines, les effets fâcheux que je craignais pour la stabilité de nos instruments n'ont pas été sensibles, mais nos observations de jour ont été parfois gênées par de trop fréquents coups de mine. L'établissement d'une espèce d'hippodrome dans notre voisinage peut faire craindre que la poussière et le réchauffement inégal du sol ne compromettent les observations, surtout de la mire méridienne.* »[859]

Les secousses constituent l'une des plus grandes craintes pour l'Observatoire, car elles peuvent compromettre la précision des mesures et mettre en péril la réputation de l'institution. Parfois, travaux ou manifestations imposent même l'interruption des activités scientifiques, comme en 1882, lorsque le tir cantonal – manifestation annuelle où la population peut se servir d'armes dans des stands de tirs – se déroule sur la plaine du Mail. Profitant de cette suspension, Hirsch décide de faire réparer le cercle méridien :

« *Or, comme dans le courant de cet été, au mois de juillet, le tir cantonal sera installé au Mail, dans le voisinage immédiat de l'Observatoire, ce qui, à cause du mouvement et du bruit, rendra impossibles les observations astronomiques aussi bien que la comparaison des pendules et des chronomètres, et que nous serons ainsi obligés d'interrompre le service de l'Observatoire pendant 10 à 15 jours, je proposerai de profiter de ces vacances forcées pour faire réparer notre grand instrument à l'atelier de Genève.* »[860]

Ainsi, l'environnement extérieur fait l'objet d'une vigilance permanente, permettant de maintenir la continuité des activités scientifiques dans des conditions assurant une précision optimale.

[859] RD 1870, p. 4.
[860] RD 1881, pp. 4-5.

4.2.2 L'énergie (gaz, eau, électricité, batteries)

L'énergie joue un rôle non négligeable dans la pratique quotidienne des institutions scientifiques qui en dépendent pour activer les instruments et assurer leur éclairage. La question de l'éclairage est particulièrement cruciale pour les observations astronomiques, souvent réalisées de nuit. Sans lumière, il est impossible de vérifier l'orientation de l'instrument. À l'inverse, un éclairage excessif ou mal disposé peut aveugler l'astronome, tandis qu'une source de chaleur trop proche des instruments risque de provoquer des déformations. Trouver la bonne disposition est donc essentiel.

Avant l'introduction du gaz d'éclairage et de l'électricité, les astronomes utilisaient des bougies ou des lampes à huile[861]. C'est particulièrement critique pour le cercle méridien, qui nécessite un système d'éclairage pour examiner ses graduations et déterminer son orientation. Dans la méthode de « l'œil et de l'oreille », l'astronome combine un mouvement assez complexe : il observe à travers la lunette tout en écoutant le tic-tac de la pendule sidérale et en illuminant les graduations à l'aide d'une source lumineuse, qu'elle soit portative ou fixe (cette dernière tâche pouvant également être confiée à un assistant).

Lorsque Hirsch apprend que l'arrivée du gaz d'éclairage est prévue dans le voisinage pour la fin de l'année 1859, il intervient immédiatement pour que l'Observatoire puisse en bénéficier, ce qui est validé par le Conseil d'État le 20 janvier 1859[862]. L'installation du gaz se fait rapidement, améliorant les conditions d'observation, mais nécessitant certaines adaptations. Hirsch s'empresse de demander à Ertel de modifier le système d'éclairage du cercle méridien afin d'éloigner la source de chaleur de l'appareil, réduisant ainsi les risques de déformation des parties mécaniques : « *L'inclinaison de son axe variait un peu sensiblement sous l'influence d'une grande lampe à modérateur qu'il fallait approcher de très près ; mais il a atteint toute la stabilité que son installation comporte à un si haut degré, depuis que l'introduction du gaz a permis de tenir la flamme à une assez grande distance* »[863].

---

[861] Sur le gaz d'éclairage, voir : Williot Jean-Pierre, *Naissance d'un service public, le gaz à Paris*, Paris, Rive Droite, 1999 ; Fressoz Jean-Baptiste, « Gaz, gazomètres, expertises et controverses Londres, Paris, 1815-1860 », *Courrier de l'environnement de l'INRA*, 62, 2012, pp. 31-56.

[862] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 17 janvier 1859, AEN, 1TP-792, p. 52 ; Lettre de George Guillaume à Adolphe Hirsch, 20 janvier 1859, AEN, 2IND-83, pp. 19-23.

[863] RD 1860-61, pp. 7-8. Avant même la réponse du conseiller d'État, Adolphe Hirsch sollicite Ertel afin d'envisager la modification du système d'éclairage du cercle méridien : Lettre d'Adolphe Hirsch

Quelques années plus tard, Hirsch améliore encore le système d'éclairage en y intégrant des miroirs mobiles. Ces miroirs fournissent une lumière plus homogène, procurent une meilleure orientation du faisceau lumineux et éloignent davantage la source de l'éclairage :

« *Quant aux instruments, j'ai d'abord changé à la lunette méridienne le système d'éclairage des fils à champ obscur dont on se sert pour observer les faibles objets. Les lampes suspendues près de l'oculaire et destinées à éclairer les fils directement exerçaient une influence nuisible soit sur les corrections de l'instrument dont elles changeaient la collimation, en chauffant l'extrémité oculaire, soit sur l'observateur qui se trouvait gêné par l'éclat et par la chaleur de ces deux lampes placées immédiatement à côté de sa tête. J'ai donc essayé d'utiliser pour ce but les deux flammes de gaz qui servent à éclairer le champ des microscopes du cercle ; pour pouvoir projeter leur lumière sur les fils dans toutes les positions de la lunette, j'ai fait fixer des petits miroirs mobiles autour de deux axes, de sorte qu'on peut facilement les orienter convenablement pour chaque déclinaison. Ces trois petits miroirs ont été montés sur une plaque annulaire, fixée elle-même sur le tube oculaire de la lunette. J'ai réussi de cette manière à pouvoir observer les petites planètes aux fils éclairés, sans difficulté, et inconvénient et l'utilité de notre bel instrument méridien se trouve ainsi notablement augmentée.* »[864]

Ainsi, le type de système d'éclairage améliore le potentiel du cercle méridien et représente un enjeu en matière de précision. Ce système au gaz d'éclairage demeurera en place jusqu'à l'installation du réseau électrique entre 1895 et 1896[865].

Le gaz ne peut pas être utilisé pour fournir de l'énergie électrique aux instruments scientifiques. Or, de nombreux instruments et dispositifs techniques nécessitent de l'électricité. Pour répondre à ce besoin, l'établissement scientifique utilise de grandes quantités de piles[866]. C'est notamment le cas pour l'envoi du signal horaire, dont la puissance et la régularité dépendent directement de cette source d'énergie. La pendule Shepherd, par exemple, consomme environ deux piles par mois : l'une pour générer le signal et l'autre

à Georg Ertel, s.d. [probablement 17 janvier 1859], AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison Ertel & Sohn, Munich.

[864] RD 1864-65, pp. 3-4.

[865] RD 1895, pp. 3-4.

[866] Pour une introduction au développement des piles, voir : Bianco Pierre, *De la pile de Volta à la conquête de l'espace. Deux siècles d'électrochimie (1799-1999)*, Aix-en-Provence, Presses de l'Université de Provence, 2010.

pour l'amplifier. Une réserve de piles est soigneusement entretenue dans l'une des caves du bâtiment principal[867]. Le type de piles employé peut également avoir un effet sur les performances des instruments électriques, comme Hirsch le rapporte à propos de la pendule Shepherd : « *La pendule électrique de M. Shepherd se maintient admirablement bien et marche avec une régularité plus grande même que je ne m'y étais attendu, surtout depuis que j'ai remplacé les piles de Smee par une autre beaucoup plus constante de Daniell. Depuis lors, les courants n'ont pas manqué une seule fois, et sa marche est celle d'une bonne pendule astronomique* »[868].

La qualité du fonctionnement de la pendule est donc en partie conditionnée par celle de la pile utilisée. Dès le budget 1861, les piles figurent parmi les postes budgétaires, aux côtés du chauffage, pour un montant total de 500 francs, ce qui témoigne de leur importance[869]. Afin d'éviter des surcoûts, le directeur s'efforce d'en limiter les frais. Concernant la pendule anglaise, après plusieurs années d'utilisation de piles Daniell, Hirsch adopte un nouveau système conçu par Matthäus Hipp : « *Pour la pendule électrique, qui d'ailleurs fonctionne toujours admirablement bien, j'ai échangé les piles Daniell, qui coûtaient trop, contre d'autres piles de la construction de M. Hipp, qui, tout en donnant des courants d'une force et d'une constance pareilles aux piles Daniell, occasionnent moins de frais d'entretien* »[870].

Ces efforts sont couronnés de succès, puisque le budget consacré aux piles diminue à 300 francs[871]. Durant les premières années, la typologie des piles évolue rapidement. L'inventaire de l'Observatoire en 1873 révèle la diversité et la quantité des piles disponibles : dix piles de 36 éléments (chaque élément représentant une couche rechargeable de la pile, dont le nombre détermine sa taille), une grande pile de Daniell, douze petites piles de Daniell, une grande pile de Meidinger, quatre grandes piles charbon-zinc, ainsi que quinze éléments supplémentaires[872]. En 1876, les piles charbon-zinc sont complètement remplacées par le système développé par Heinrich Meidinger (1831-1905), physicien allemand, qui combine des

867 Hirsch Adolphe, « Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238, p. 235.
868 RD 1860-1861, p. 9.
869 « Projet de budget des recettes et des dépenses de la République et Canton de Neuchâtel pour l'année 1861 », AEN, 17CE, 1849-1878, p. 26.
870 RD 1862-63, p. 4.
871 « Projet de budget des recettes et des dépenses de la République et Canton de Neuchâtel pour l'année 1863 », AEN, 17CE, 1849-1878, p. 27.
872 « Inventaire de l'Observatoire cantonal », s.d. [1er octobre 1873 ?], AEN, 2IND-83, inventaire du mobilier, 1873, A.

éléments de cuivre et de zinc réputés plus « *constants et durables* ». Hirsch souligne l'importance de ces dispositifs en les classant « *parmi les appareils auxiliaires, la plupart des piles de nos nombreux appareils électriques ont dû être renouvelées* »[873]. Ainsi, les piles s'intègrent pleinement à la chaîne opératoire de l'Observatoire, jouant un rôle essentiel dans le bon fonctionnement des instruments scientifiques.

Avec le temps, l'utilisation du réseau électrique commence à réduire la dépendance aux piles. En 1895, Hirsch parvient à obtenir le raccordement de l'Observatoire au réseau électrique de Neuchâtel, une avancée qu'il souligne fièrement dans son rapport annuel : « *L'éclairage électrique qui, sans aucun doute, compte parmi les plus merveilleux progrès dont la science du XIX^e^ siècle a doté l'humanité, en lui fournissant une lumière bien plus belle, plus commode, surtout plus hygiénique, et moins dangereuse que celle de toute autre source lumineuse, cet éclairage présente des avantages spéciaux pour les établissements scientifiques* »[874].

Dans une lettre adressée au conseiller d'État chargé de l'Instruction publique, John Clerc (1857-1898), Hirsch évoque encore l'intérêt de l'électricité pour la pratique scientifique : « *Il importe grandement de conserver les instruments délicats contre l'échauffement inévitable des flammes de gaz, de pouvoir rapidement allumer les lampes pour l'observation, et les éteindre immédiatement après la lecture, et enfin d'éviter l'action du gaz de combustion sur les appareils de précision. Aussi, partout où l'occasion en est donnée, les observatoires ne tardent pas à introduire la lumière électrique* »[875].

La réduction de la chaleur, la rapidité d'activation et la préservation des instruments scientifiques figurent parmi les avantages particulièrement appréciés par Hirsch. Ce raccordement au réseau électrique transforme encore les conditions d'observation au sein de l'établissement, comme il l'indique : « [Les courants électriques] *fournis par la ville, remplaçant très avantageusement les courants trop faibles et inconstants des piles [permettant] désormais de faire aussi des observations plus fréquentes et exactes de déclinaisons à notre excellent cercle méridien.* »[876] Toutefois, tous les instruments ne pouvant être adaptés au réseau électrique, des piles

[873] RD 1881, p. 6.
[874] RD 1895, p. 4.
[875] Lettre d'Adolphe Hirsch à John Clerc, s.d., AEN, 2IND-83, Électricité.
[876] Lettre d'Adolphe Hirsch à John Clerc, s.d., AEN, 2IND-83, Électricité, p. 18.

continuent d'être utilisées, notamment pour servir de solution de secours en cas de panne[877].

*****

Disposer d'une chaîne opératoire nécessite un suivi constant des instruments et des espaces de travail. Il faut à la fois analyser et maîtriser les facteurs techniques, environnementaux et humains. La gestion quotidienne d'un lieu de science exige une attention soutenue à des aspects dépassant le cadre strict de la pratique scientifique, constituant un élément clé de sa culture de la précision.

L'établissement scientifique s'efforce de délimiter un périmètre protégé, à l'intérieur duquel poussière, bruits et vibrations sont rigoureusement contrôlés. Toutefois, pour définir et préserver ce seuil, il est indispensable d'établir des relations avec l'extérieur, afin de limiter, adapter ou éliminer durablement les sources de perturbation. Cette emprise dépasse la question spatiale : elle touche également à la manière de produire les savoirs, avec la création d'un cadre de travail parfaitement configuré pour les besoins spécifiques de l'établissement, intégrant les innovations techniques, telles que la chronographie. Tous ces éléments, minutieusement étudiés par le directeur, permettent à l'institution de disposer d'une infrastructure, d'instruments et de sources d'énergie adaptés aux contraintes d'une petite structure.

La chaîne opératoire se déploie en équilibre entre différents acteurs, aux intérêts parfois divergents. L'Observatoire doit alors négocier et ajuster ses relations pour maintenir un niveau de précision suffisant et assurer sa pérennité. Ainsi, les sources d'énergie et de perturbation se révèlent être à la fois des défis et des opportunités, contribuant au développement de l'institution dans son environnement spécifique.

[877] En 1913, des accumulateurs sont employés en cas de panne : RD 1913, pp. 8-9.

Chapitre 5

Utiliser et entretenir la chaîne opératoire (1861-1901)

> « Un homme qui dort tient en cercle autour de lui le fil des heures, l'ordre des années et des mondes. Il les consulte d'instinct en s'éveillant et y lit en une seconde le point de la Terre qu'il occupe, le temps qui s'est écoulé jusqu'à son réveil ; mais leurs rangs peuvent se mêler, se rompre. Que vers le matin, après quelque insomnie, le sommeil le prenne en train de lire, dans une posture trop différente de celle où il dort habituellement, il suffit de son bras soulevé pour arrêter et faire reculer le Soleil, et à la première minute de son éveil, il ne saura plus l'heure, il estimera qu'il vient à peine de se coucher. »
>
> PROUST Marcel, *À la recherche du temps perdu*, tome premier, Paris : Gallimard, 1987, p. 5.

À l'image de la recherche du « temps perdu » de l'homme évoqué par Marcel Proust, la mesure du temps, effectuée jour après jour, exige une continuité de l'activité scientifique ainsi qu'une vigilance permanente envers les instruments et les espaces consacrés au savoir. L'astronomie méridienne s'inscrit dans une routine, marquée par la répétition quotidienne des mêmes gestes, habitudes, vérifications, calculs et rituels, démonstration d'une discipline fondée sur la régularité et la constance[878]. En mesurant le temps, l'Observatoire crée

[878] Arnaud Saint-Martin a aussi relevé cet aspect : SAINT-MARTIN Arnaud, *L'Office et le télescope…*, p. 268 *sq.*

son propre rythme, un cadre temporel auquel il doit se conformer pour mener à bien ses missions.

Dans une petite institution, l'organisation du travail revêt une grande importance, car un personnel limité – initialement composé d'un directeur et d'un aide – est responsable de l'ensemble des tâches.

Ce chapitre envisage les pratiques scientifiques sous l'angle de la routine, en se concentrant sur la période allant de l'installation de la chaîne opératoire à la fin du XIXe siècle. L'étude se déroulera en deux temps. Nous commencerons par examiner l'organisation du travail à l'Observatoire, en détaillant la répartition des tâches entre le directeur et les membres du personnel. Loin des perspectives célébrant la grandeur de l'activité scientifique, il s'agira ici de révéler une autre réalité, celle du labeur quotidien, marqué par sa banalité, son évolution et le rôle particulier de chaque employé. Ensuite, nous analyserons les stratégies mises en œuvre par l'institution pour assurer l'entretien de la chaîne opératoire et des bâtiments, afin de prolonger leur fonctionnalité.

Pour aborder ces points, nous nous appuierons avant tout sur plusieurs sources : la correspondance des directeurs[879], les rapports annuels qui documentent les évolutions du personnel et l'entretien des instruments et des bâtiments[880], le rapport initial de Hirsch qui expose les modalités prévues pour l'organisation du travail, ainsi que le règlement de 1861 qui formalise les activités de l'établissement[881].

5.1 La précision au quotidien

Dans l'historiographie, le modèle organisationnel dominant des observatoires est celui de l'observatoire-usine, qui caractériserait ces institutions à partir du XIXe siècle, avec Greenwich comme exemple emblématique[882]. Cette littérature met en lumière les transformations survenues au cours du

[879] Ces fonds sont conservés à la BPUN. Pour cette période, il s'agit des fonds : OBSE-102-4.1 à OBSE-102-4.11.

[880] AEN, 2IND-92 à 2IND-95.

[881] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588 ; « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, AEN, 340 (094.5) LOI, p. 9, p. 56, pp. 223-227

[882] Sur l'Observatoire-usine voir : Chapman Allan, « Sir George Airy (1801-1892)… ». Le concept est ensuite développé par : Schaffer Simon, « Astronomers mark time… » ; Smith Robert, « A national observatory transformed… ».

XIXe siècle, notamment la disciplinarisation accrue du personnel et une stricte division des tâches[883]. Ces évolutions sont liées au développement de l'astronomie méridienne et à l'introduction de technologies, telles que le chronographe, qui augmentent considérablement la quantité de données à traiter[884]. Cependant, bien que ce modèle s'adapte bien aux grands établissements, il s'intègre plus difficilement au cas de Neuchâtel. Si certains mécanismes, comme la multiplication des données et une hiérarchisation marquée, sont comparables, d'autres aspects diffèrent nettement. Parmi ces divergences figurent les possibilités limitées de répartition et de division des tâches, notamment l'impossibilité d'attribuer un astronome par instrument, une pratique recommandée, par exemple, par Wilhelm Struve pour l'Observatoire de Pulkowa[885].

Pour analyser avec précision le fonctionnement de l'institution neuchâteloise, nous chercherons à reconstituer l'organisation du travail et à définir une journée type. Cette démarche implique de surmonter plusieurs écueils méthodologiques qui nécessitent une attention particulière. Tandis que le travail du directeur est abondamment documenté, celui des subordonnés n'apparaît souvent qu'indirectement, évoqué de manière fragmentaire et principalement à travers le prisme du directeur. Pour remédier à cette lacune, il est important de diversifier les sources. La correspondance administrative, en particulier, offre des indices précieux permettant de retracer les débats et « controverses » autour de l'exécution du travail, contribuant ainsi à vérifier dans quelle mesure le règlement était appliqué dans la pratique quotidienne[886].

5.1.1 L'organisation du travail à l'Observatoire

Durant les premières années, le personnel de l'Observatoire se compose uniquement de deux employés[887]. L'article 4 du décret de fondation de

[883] Schaffer Simon, « Astronomers mark time… ».
[884] Ce phénomène d'accroissement du volume de données à traiter se manifeste également dans d'autres domaines, touchant des pans entiers de la société : Gardey Delphine, *Écrire, calculer, classer…*
[885] Sur la répartition du travail à l'Observatoire de Pulkova, voir : Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire astronomique*…, pp. 259-260.
[886] Sur l'intérêt d'analyser les controverses en histoire des sciences comme moment où se reconfigurent les relations, voir notamment Latour Bruno, *Changer de société, refaire de la sociologie*, Paris, La Découverte, 2006.
[887] Comme point de comparaison, notons que cent trois personnes vivent à l'Observatoire de Pulkowa en 1844, dont plus de la moitié sont les membres des familles des employés et de domestiques : Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire astronomique*…, p. 54.

l'établissement indique que « *le service de l'Observatoire se fait par deux personnes en titre, savoir 1° un directeur* […] *2° un aide choisi par le directeur* »[888]. De plus, ces deux personnes, conformément à l'article 5, sont tenues de résider sur place[889].

Le titre de l'aide évolue rapidement, passant d'aide à concierge en 1865, avant de devenir, l'année suivante, concierge-mécanicien[890]. Les changements d'intitulé traduisent le flou entourant ce poste, qui combine plusieurs fonctions. Cette caractéristique est également mise en évidence dans la section consacrée à l'organisation du service de l'Observatoire dans le rapport initial rédigé par Hirsch :

« *Quant à l'organisation du service, je suis d'avis qu'il suffira d'employer un astronome comme Directeur de l'observatoire et un jeune et intelligent ouvrier comme aide. Le Directeur aurait à faire de la manière la plus consciencieuse la détermination du temps chaque jour et chaque nuit claire, de manière qu'il arrive au même degré d'exactitude que l'on atteint aux premiers observatoires* [Greenwich, Paris, etc.]. *Il devra lui-même régler d'après ces observations les deux pendules normales, et ce sera aussi lui qui fera la comparaison des chronomètres avec ces pendules et qui tiendra les livres de réglage pour les chronomètres qui lui auront été confiés. Plus tard, quand il aura formé suffisamment son aide, il pourra lui laisser une partie de ce travail, mais toujours sous sa surveillance immédiate, de telle sorte qu'il reste toujours responsable de l'exactitude et de la véracité des tables de réglage que l'Observatoire fournira aux chronomètres.* »[891]

Le rapport suggère que les responsabilités de l'aide évolueront progressivement avec son expérience, afin de réduire les nombreuses tâches du directeur, qui doit, durant les premières années, gérer un ensemble d'attributions particulièrement conséquent. L'aide est, quant à lui, chargé de la surveillance des pièces déposées par les fabricants ainsi que des instruments scientifiques, dont il assure le petit entretien, tout en soutenant le directeur dans ses différentes missions : « *Les fonctions de l'aide seraient de faire les réparations nécessaires à l'appareil (et pour cette raison il serait à désirer qu'il fût en même temps mécanicien), d'aider le Directeur dans*

888 « Décret de fondation de l'Observatoire cantonal du Grand Conseil », 18 mai 1858, AEN, 1TP-792, p. 7.
889 « Décret de fondation de l'Observatoire cantonal du Grand Conseil », 18 mai 1858, AEN, 1TP-792, p. 7.
890 Les titres des employés peuvent être trouvés dans les budgets qui sont conservés, pour cette période, dans le fonds : AEN, 17CE (1849-1878).
891 « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 13.

les observations, enfin de garder l'observatoire, qu'il ne quitterait point sans sa permission et dans l'absence du Directeur. Dans ses moments de loisir, il pourrait travailler pour lui dans le petit atelier qu'il trouverait à l'observatoire »[892].

Le poste tel que conçu par Hirsch exige une grande polyvalence, demeure mal défini et demande de s'adapter en fonction des besoins définis par le directeur.

Témoignage de l'intérêt que certains horlogers portent au fonctionnement de l'Observatoire, des demandes émergent, notamment de la part de Lindemann, l'horloger loclois déjà mentionné lors des discussions sur le règlement du concours des pendules. Ce dernier tente de faire nommer à l'Observatoire un certain Borchardt, une de ses relations, tout en profitant de ces échanges pour demander des précisions sur la définition du poste : « *Il sera nécessaire qu'il y ait un domestique à l'observatoire chargé de la besogne et de nettoyer, peut-être faire des commissions (aussi), etc. Il n'en a pas été question, mais le directeur et son aide n'étant pas marié ni l'un ni l'autre, il n'y a personne pour le faire. Si toutefois on avait eu l'intention que cela fasse partie des attributions de l'aide, je dois vous déclarer que mon ami ne s'en chargera pas* »[893].

Il apparaît ici que la question du travail domestique n'a pas été prise en compte lors de la conception initiale du projet. La suggestion de l'horloger est poliment écartée par Hirsch, qui en profite pour réaffirmer sa conception d'un poste combinant des fonctions variées, tout en mettant l'accent sur des tâches principalement orientées vers l'entretien :

« *Je ne crois pouvoir accepter sur le champ la proposition de M. Lindermann en regard de son ami, M. Borchardt, qu'il nous engage d'accepter pour aide avec un traitement de 2 000 fr. Vous comprenez, Monsieur, que ça changerait tout à fait l'idée originale, où il s'agissait d'un aide qui en même temps serait garde ou, si vous voulez, concierge de l'observatoire. Voulez-vous porter le personnel de l'observatoire à trois personnes ? Comment les loger dans le bâtiment qui n'a que deux petits logements ? Comme on ne trouverait pas facilement un concierge pour moins de 800 fr, le budget annuel serait donc chargé de 2 800 fr, au lieu de 1 000 ou 1 200. Et si l'on voulait déjà être si libéral envers l'observatoire, il vaudrait beaucoup mieux alors*

[892] « Rapport de M. le Dr Hirsch », 31 mars 1858, Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588, p. 14.
[893] Lettre d'Heinrich Lindermann à Aimé Humbert, 5 août 1858, AEN, 2IND-83.

d'emploier [sic] *un assistant astronomique, qu'on trouverait facilement pour les conditions que M. Lindemann demande pour son ami. En effet, quels services M. Borchardt rendrait-il à l'observatoire ? Les choses principales que l'aide aurait à faire sont : 1. Garder l'observatoire et les chronomètres quand je suis absent ; 2. Remonter chaque jour les chronomètres ; 3. Nettoyer les instruments astronomiques, les lampes comprises* [souligné dans le texte] *; 4. Tenir en ordre l'appareil télégraphique ; 5. Enfin m'aider aux observations, en ouvrant et fermant les trappes, compter quelquefois les secondes de la pendule et écrire les observations que je suis en train de faire* »[894].

Hirsch délimite ainsi clairement le champ de ses responsabilités. Il se déclare disposé à accueillir des horlogers en tant que stagiaires, leur offrant l'opportunité de développer leurs compétences en astronomie. Ce faisant, il inverse habilement la proposition initiale en affirmant la position de l'Observatoire comme autorité experte vis-à-vis de l'horlogerie :

« *Je comprends bien qu'il serait dans l'intérêt de M. Borchardt qui veut se perfectionner dans son art, de passer quelque temps à l'observatoire pour apprendre les éléments de la mesure du temps. Rien ne s'oppose à ça, au contraire, dans l'intérêt de la haute horlogerie du pays, je serai toujours disposé à recevoir à l'observatoire M. Borchardt ou quelque autre horloger comme volontaire pour un certain temps. Mais il ne faut pas confondre un service que l'observatoire pourra rendre de temps en temps à des jeunes artistes avec un service régulier et d'une tout autre nature, dont l'observatoire de son côté a besoin et pour lequel il paierait l'individu qui le rendrait.* »[895]

Enfin, il invoque un dernier argument, cette fois d'ordre politique, révélant sa sensibilité aux enjeux diplomatiques : l'origine prussienne de Borchardt. Selon le directeur, cette nomination pourrait susciter des réactions négatives, particulièrement dans un contexte encore marqué par les tensions liées à la tentative de contrecoup d'État de 1856 : « *Enfin, une dernière raison, qui parle contre l'acceptation de M. Borchardt c'est qu'il est aussi Prussien et qu'infailliblement on se récrierait dans le pays contre "cette invasion des étrangers" ; on dirait avec raison : "Nous comprenons bien qu'on est allé chercher à l'étranger un astronome, parce que nous n'en avons pas dans le*

[894] Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 20 août 1858, AEN, 1TP-792, p. 21.
[895] Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 20 août 1858, AEN, 1TP-792, p. 21.

pays ; mais pour avoir un ouvrier horloger, honnête et intelligent, il ne fallait pas prendre un étranger, nous en avons assez." »[896]

Ce point s'avère effectivement délicat, d'autant plus que plusieurs membres du personnel sont d'origine allemande, ce qui illustre les difficultés rencontrées pour recruter localement des profils disposant de compétences en astronomie.

Le flou entourant la définition du poste d'aide est explicitement reconnu, comme le souligne Humbert dans un échange avec son collègue Guillaume :

« *L'aide sera-t-il le garçon de bureau et le commissionnaire du directeur ? Dans ce cas, M. Borchardt, ni aucun horloger de mérite, n'accepterait la position. Or, je crois que l'on n'a rien prévu pour un concierge ou commissionnaire, balayeur de salles, cireur de bottes. Faut-il le laisser tout à fait à la charge du directeur et de son aide ? Ou lui allouer une légère rétribution ? Cet aide subalterne est désirable : l'Observatoire serait mieux gardé et mieux desservi que par une simple femme de ménage.* »[897]

Cependant, malgré ces questionnements, le contexte politique, marqué par la fragilité persistante de la position des républicains, ainsi que par les dépassements budgétaires importants engendrés par la construction de l'Observatoire, incite le Conseil d'État à éviter d'augmenter les coûts de fonctionnement de l'institution en renonçant à l'embauche d'une troisième personne.

Le 22 janvier 1861, le Conseil d'État adopte un règlement régissant le service de l'Observatoire cantonal[898]. Une hiérarchisation stricte y est clairement établie. Le règlement stipule que l'ensemble des activités de l'Observatoire, de la production scientifique à la gestion des mouvements du personnel, relève exclusivement du directeur. L'application de ce dernier aspect suscite d'importantes difficultés, certains employés acceptant mal de telles contraintes. Ainsi, non seulement l'aide est tenu de résider à l'Observatoire mais, en plus, « *il ne peut s'absenter qu'avec la permission du Directeur* »[899]. Cette obligation est justifiée par la nécessité de maintenir une présence constante sur place, afin d'assurer la surveillance des instruments scientifiques et des chronomètres.

[896] Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 20 août 1858, AEN, 1TP-792, p. 21.
[897] Lettre de Aimé Humbert à George Guillaume, 17 août 1858, AEN, 1TP-792, p. 20.
[898] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, pp. 223-227.
[899] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, p. 226.

Les responsabilités du directeur sont à la fois nombreuses et variées. Il est chargé de veiller au bon fonctionnement de la chaîne opératoire et à la production des données scientifiques, se positionnant ainsi comme l'organisateur et le garant de la précision de l'établissement. Parmi ses principales missions figurent la détermination de l'heure, la transmission du signal horaire aux centres horlogers, ainsi que l'observation des chronomètres et des pendules. La fréquence des déterminations de l'heure est également précisée dans le règlement, stipulant qu'elles doivent être réalisées « *aussi souvent que l'état du ciel le permet* [par] *des observations de passage du Soleil et d'étoiles fondamentales* »[900]. Le nombre de mesures augmente statistiquement la précision de l'heure obtenue : plus l'opération est répétée, plus l'heure gagne en exactitude et en fiabilité. Cette pratique, visant à déterminer l'heure aussi souvent que possible, incarne la culture de la précision astronomique propre à l'Observatoire à cette époque. En outre, le directeur assume la responsabilité des calculs de réduction des erreurs, de l'ajustement de la pendule sidérale et de la comparaison quotidienne de toutes les pendules et chronomètres à midi[901]. Ensuite, il doit remettre à l'heure la pendule Shepherd et diffuser le signal horaire de manière télégraphique à 13 h[902]. L'ensemble des opérations de la chaîne opératoire relève de la responsabilité d'Adolphe Hirsch, qui, tout comme l'aide, est tenu de rester sur place aussi fréquemment que possible pour garantir la continuité des observations.

En plus de ses activités scientifiques, le directeur doit également promouvoir son institution. Cela implique notamment de déployer tous les efforts nécessaires « *pour étendre, perfectionner et populariser parmi les horlogers du pays l'usage de cette transmission de l'heure astronomique* »[903]. Une autre mission essentielle lui incombe : l'enregistrement des données produites par l'Observatoire. À cette fin, il doit veiller à la bonne tenue des registres et des bulletins de marche officiels, tout en publiant les travaux de l'Observatoire dans des « *recueils scientifiques et techniques* »[904]. Cela inclut

[900] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, pp. 223-224.
[901] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, pp. 223-224.
[902] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, pp. 223-224.
[903] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, pp. 223-227.
[904] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, pp. 223-227, p. 225.

la performance des montres « *qui ont donné un résultat remarquable* »[905], ainsi que les observations astronomiques et météorologiques « *soit dans des recueils scientifiques, soit dans des publications spéciales* »[906]. Une attention particulière est ainsi accordée à la communication des résultats, dans le but de valoriser le travail de l'Observatoire. Par ailleurs, le directeur veille aussi « *à la conservation et au maintien en bon état du bâtiment, des instruments et appareils et de la bibliothèque de l'Observatoire* »[907]. Enfin, il est chargé de déterminer les travaux conformes à la nature et aux capacités des instruments disponibles[908]. Cette dernière mission indique que Hirsch définit lui-même le programme scientifique à mettre en œuvre. Si l'ensemble de l'activité scientifique repose sur le directeur, l'aide a pour mission de l'assister dans son labeur :

« *L'Aide de l'Observatoire doit seconder le Directeur dans toutes les observations et dans tous les travaux qui concernent l'Observatoire. Il doit nettoyer, épousseter et tenir en bon état les instruments, les appareils et les salles de l'Observatoire. Le Directeur peut lui confier telles observations qu'il juge convenables et l'employer à des calculs et à des travaux de bureau. En même temps, l'Aide est le garde de l'Observatoire, d'où il ne peut s'absenter qu'avec la permission du Directeur. Enfin, il est chargé de faire les commissions en ville pour le service de l'Observatoire.* »[909]

Dans ce contexte, et compte tenu de la modeste rétribution de 800 francs, recruter un candidat idéal s'avère une tâche difficile, entraînant des conflits récurrents[910]. Pour pallier cette situation, il est prévu que l'aide puisse utiliser l'atelier de l'Observatoire à des fins personnelles, bien que l'étude des sources

[905] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, pp. 223-227, p. 225.
[906] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, pp. 223-227, p. 225.
[907] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, pp. 223-227, p. 225.
[908] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, p. 223.
[909] « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, pp. 225-226.
[910] « Projet de budget des recettes et des dépenses de la République et Canton de Neuchâtel pour l'année 1859 », AEN, 17CE, 1849-1878, p. 25. Toutefois, l'aide permet de compléter ses revenus grâce à une part des droits perçus auprès des horlogers pour les bulletins de marche, correspondant à un tiers de ces droits. Le reste est réparti entre le directeur et l'État, ce dernier l'affectant au renouvellement des instruments de l'Observatoire.

ne permette pas de vérifier si cette opportunité a été effectivement exploitée, et, le cas échéant, dans quelle mesure[911].

Sans entreprendre une histoire détaillée des aides de l'Observatoire, l'exemple de Louis Droz, premier aide en poste dès août 1859, illustre les travaux qui lui sont confiés[912]. Son cahier des charges inclut le nettoyage des instruments et du bâtiment, la réception des montres et des colis, le transport de la correspondance au guichet postal, l'assistance au directeur lors des observations astronomiques, le relevé des données météorologiques à heures fixes (7 h, 13 h et 19 h), ainsi que l'exécution de toutes les missions requises par Hirsch[913]. Dans une lettre adressée à la *Feuille d'avis de Neuchâtel*, Hirsch confie que Droz doit se rendre deux fois par semaine en ville pour accomplir diverses commissions, tout en profitant de ces déplacements pour remettre les bulletins météorologiques destinés à publication[914]. Cependant, des difficultés apparaissent rapidement, notamment en raison du comportement de Droz et de ses absences injustifiées[915]. En juillet 1864, Hirsch, excédé par ses manquements, consent à maintenir Droz en poste, mais uniquement sous certaines conditions : « *À la première plainte que le Directeur de l'observatoire aura à faire sur la conduite de M. Droz, soit à cause d'ivresse, soit pour s'être absenté sans permission, soit pour avoir manqué à son devoir, soit enfin d'avoir manqué de respect et de convenance vis-à-vis du directeur, M. Droz sera renvoyé de l'observatoire du jour au lendemain* »[916].

Ces éléments mettent en lumière l'ethos, à la fois professionnel et social, attendu du personnel de l'Observatoire. Il s'agit d'un engagement exigeant,

---

911 « Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, Neuchâtel, 9, n° 56, pp. 223-227, p. 226.

912 La nomination est confirmée par le Conseil d'État dans sa séance du 26 juillet 1859, *Manuel du Conseil d'État*, 1859, AEN, 1CE-234, p. 719. La date d'entrée en fonction est mentionnée dans les délibérations du Grand Conseil : *Bulletin des délibérations du Grand-Conseil*, séance du 22 mai 1860, p. 171.

913 En 1864, la liste des missions données à l'aide est mentionnée dans une lettre de Hirsch lors de ses recherches pour trouver un successeur à Louis Droz : Lettre d'Adolphe Hirsch à Jacot-Lehmann, 4 janvier 1864, BPUN, OBSE-102-4.1, p. 318. L'Observatoire débute ses relevés météorologiques à 8 h, 12 h et 21 h : RD 1860-61, p. 21. Avant de les harmoniser à 7 h, 13 h, et 19 h pour suivre la pratique mise en place au niveau helvétique. Le Comité helvétique de météorologie est établi en 1860 et, lors d'une séance de la SSNN, le 10 mai 1861, Hirsch est nommé vice-président de ce comité : procès-verbal de la séance du 10 mai 1861, *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 528-532, p. 532. Dans le rapport de 1862-1863, Hirsch annonce que les stations de l'Observatoire et de Chaumont sont opérationnelles : RD 1862-1863, pp. 21-22. Sur l'uniformisation des stations de mesure, voir : « Rapport de la Commission météorologique sur l'organisation d'un système commun d'observations dans toute la Suisse », *Compte-rendu de la 45e session de la Société suisse des sciences naturelles réunie à Lausanne, les 20, 21 et 22 août 1861*, Lausanne, 1861, pp. 87-104.

914 Lettre d'Adolphe Hirsch à Wolfrath et Melzner, 30 novembre 1863, BPUN, OBSE-102.4.1, 1, p. 293.

915 Deux lettres documentent les remontrances de Hirsch à Droz : BPUN, OBSE-102-4.1, 1, p. 48 et p. 246.

916 Lettre d'Adolphe Hirsch à Frédéric-Auguste Monnier, 4 juillet 1864, BPUN, OBSE-102-4.1, p. 362.

impliquant un service constant, une dévotion à l'institution, une rigueur irréprochable dans le travail, un comportement exemplaire et un respect strict de la hiérarchie. Les écarts à ces attentes sont inacceptables au sein de l'institution gardienne du temps, où même le temps libre de l'aide est conditionné par les desiderata du directeur. Cette situation illustre également l'isolement des membres de l'Observatoire, installés sur la colline du Mail et entretenant peu de contacts avec le monde extérieur.

Malgré plusieurs avertissements, Droz ne parvient pas à répondre aux attentes du directeur et finit par être renvoyé. Toutefois, trouver un successeur adéquat s'avère compliqué, ce qui conduit à maintenir Droz temporairement en poste[917]. Au début de 1864, Hirsch précise le profil du candidat recherché :

« *Ce qui m'importe le plus, c'est d'avoir un homme de confiance* [souligné dans le texte]*, de bonne volonté, qui soit assez bon horloger, pour pouvoir lui confier les chronomètres et pendules et les autres instruments de l'observatoire, qu'il doit nettoyer et tenir en bon état ; il est à désirer qu'il ait reçu une assez bonne éducation, pour pouvoir m'aider aussi dans les calculs et écritures ; mais je ne demande pas de connaissances scientifiques profondes.* […] *Ses astrictions consistent à m'aider dans les observations, calculs et autres travaux de l'observatoire, de tenir propres les appareils et salles d'observations ; de faire les commissions de l'observatoire en ville et de garder, en mon absence, l'observatoire qu'il ne peut quitter sans ma permission.* »[918]

Dans l'esprit de l'astronome, le poste combine toujours les fonctions de concierge, de gardien, de commissionnaire et des missions scientifiques spécifiques. Deux candidats se succèdent rapidement. Le premier, un sergent nommé M. Borel, doit renoncer à la position en raison de « *sa vue basse et de son ouïe faible* »[919]. Cette anecdote met en évidence l'importance des compétences sensorielles requises pour l'aide, indispensables à l'examen minutieux des chronomètres et à certaines observations astronomiques. Au début de l'année 1865, Borel est remplacé par un certain Ruchti, qui occupe la fonction jusqu'en 1872[920]. En 1881, après une succession rapide de

[917] Lettre d'Adolphe Hirsch à Frédéric-Auguste Monnier, 16 juin 1864, BPUN, OBSE-102-4.1, p. 355.
[918] Lettre d'Adolphe Hirsch à Jacot-Lehmann, 4 janvier 1864, BPUN, OBSE-102-4.1, p. 318.
[919] RD 1864-1865, p. 2.
[920] RD 1864-1865, p. 2. L'acte de nomination définitive de Ruchti a lieu durant la séance du 7 février 1865, voir : *Manuel du Conseil d'État*, 1865, AEN, 1CE-240, pp. 124-125. Pour la fin du contrat de Ruchti, voir : RD 1872, p. 30. Le poste de concierge est mis au concours, le 1er février 1872 : *Manuel du Conseil d'État*, 1872, AEN, 1CE-247, p. 77.

concierges-mécaniciens, Hirsch finit par recruter la perle rare : Friedrich Studer (1859/1860-1946)[921]. Cet employé modèle possède le record de longévité à l'Observatoire, qu'il quittera en 1933, après cinquante-deux années de bons et loyaux services[922]. Ce dévouement remarquable lui vaut l'honneur, rarissime pour un subalterne, d'être mentionné dans le rapport du directeur à son décès en 1946[923]. En 1895, Hirsch loue ce serviteur zélé, fournissant une nouvelle occasion de constater les qualités attendues d'un concierge-mécanicien :

« *Monsieur Studer fait non seulement avec une grande régularité son service de concierge et de commissionnaire de l'observatoire – comme tel, il soigne par exemple parfaitement l'emballage et l'expédition des chronomètres, – mais il a appris à maintenir en bon état nos nombreuses piles électriques, et il fait avec une scrupuleuse régularité les observations météorologiques, dont il exécute également – ainsi que pour celles de Chaumont – une grande partie des calculs de réduction. Enfin, il s'est fait parfaitement au métier de jardinier.* »[924]

Cette mention confirme que la précision s'applique non seulement à la pratique scientifique – exécutée avec une « scrupuleuse régularité » – mais également à des tâches comme « l'emballage et l'expédition des chronomètres », réalisés avec un soin irréprochable, ainsi qu'à des activités annexes telles que le jardinage[925].

Loin de l'image d'une institution-usine, l'Observatoire repose sur le travail d'un astronome isolé et d'un assistant-commis, évoquant davantage une prison pour son personnel qu'un lieu de recherche ouvert. Dans une description adressée au poète Gottfried Keller, Adolphe Hirsch, avec son humour habituel, compare d'ailleurs son lieu de travail à une cellule monacale dans laquelle il se trouve cloîtré à Neuchâtel : « *Je serais très heureux si vous vouliez bien vous présenter de temps en temps dans ma "Sternklause", située non sans charme entre forêt et vignoble, au bord du lac. J'aimerais bien voir l'effet de notre noble rouge neuchâtelois sur le cœur d'un poète allemand. Et les*

[921] RD 1880, pp. 7-8. L'entrée en fonction de Studer a lieu le 1er mai 1881, *Manuel du Conseil d'État*, 1881, séance du 29 avril 1881, AEN, 1CE-260, pp. 492-493.
[922] Pour son départ : RD 1933, p. 10.
[923] Pour l'hommage rendu à Studer : RD 1946, p. 9.
[924] RD 1895, pp. 26-27.
[925] Kathryn Olesko souligne à raison que la précision touche à la fois la pratique et ses praticiens : Olesko Kathryn, « The meaning of precision: the exact sensibility in early nineteenth-century Germany », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision…,* p. 105.

sombres forêts de sapins, les hautes vallées tranquilles, les montagnes de notre Jura qui dominent les Alpes ont aussi leur charme»[926].

Hirsch établit ainsi un parallèle entre sa solitude et l'observation des étoiles, adoptant une vision romantique du travail astronomique.

5.1.2 L'engagement d'un aide-astronome

L'activité de l'institution repose sur seulement deux personnes au cours des cinq premières années. Toutefois, cette configuration devient problématique en cas d'absence ou de maladie du directeur, car elle entraîne l'interruption des services de l'établissement. Ainsi, Hirsch est contraint de renoncer aux vacances ou à tout déplacement hors de l'Observatoire pour ne pas suspendre son fonctionnement.

En 1864, des discussions reprennent sur l'organisation du travail à l'Observatoire, mettant en évidence l'impossibilité de cumuler les rôles scientifiques, les tâches de manutention et les fonctions de gardiennage attribuées au concierge-mécanicien : «*L'expérience ayant ainsi démontré l'incompatibilité de ces deux fonctions, il faut se décider à les séparer et à m'adjoindre un aide scientifique.*»[927] En outre, désireux de s'investir dans certaines associations internationales et éprouvé physiquement par les exigences de l'astronomie méridienne, Hirsch exige la création d'un poste d'aide-astronome capable d'assurer son remplacement[928]. Comme le directeur le rappelle, «*déjà dans l'origine, lorsqu'on a fondé l'Observatoire, on avait l'intention – et j'en ai reçu la promesse verbale la plus formelle – d'adjoindre à l'Observatoire un aide-astronome, aussitôt que les finances de l'État le permettraient*»[929]. Cette nécessité est relayée par la commission d'inspection, qui dans son rapport annuel «*appuie fortement la demande qu'il soit institué un poste d'aide-astronome à l'Observatoire dont le titulaire serait chargé d'assister, et de suppléer au besoin, le Directeur* […] *dans ses fonctions*»[930]. Ce rapport illustre le rôle de la commission en tant qu'intermédiaire entre l'institution et les autorités politiques. Hirsch intensifie la pression sur le Conseil d'État, déclarant «*ayant soumis toutes ces considérations ainsi*

[926] Lettre d'Adolphe Hirsch à Gottfried Keller, 1er juin 1861, Zentral Bibliothek Zurich.
[927] RD 1863-1864, p. 16.
[928] Le 30 juillet 1864, Hirsch obtient un mois de congé pour raisons de santé, deux mois à peine après l'engagement de l'aide-astronome : *Manuel du Conseil d'État*, 1864, AEN, 1CE-239, p. 758.
[929] *Manuel du Conseil d'État*, 1864, AEN, 1CE-239, p. 758.
[930] *Manuel du Conseil d'État*, 1864, AEN, 1CE-239, p. 19.

que d'autres d'une nature personnelle, qui m'engageront à insister sur la nomination d'un aide-astronome »[931]. Cette remarque sibylline sera explicitée quelques années plus tard par Édouard Desor, lors des débats sur la suppression du poste d'aide-astronome : « *M. Hirsch a été appelé à la tête du bureau fédéral de statistique ; il a été appelé dernièrement à diriger l'Observatoire de Berlin, où il aurait eu des appointements bien autrement supérieurs au petit salaire qu'il reçoit chez nous ; il a tout refusé par dévouement pour le Canton de Neuchâtel, et c'est par la suppression d'un aide qui lui est indispensable qu'on veut maintenant le récompenser de ses services* »[932].

En 1864, le Conseil d'État présente au Grand Conseil une proposition visant à adjoindre un troisième membre au personnel de l'Observatoire[933]. Ces discussions fournissent l'opportunité d'éclaircir l'ambiguïté entourant la position de l'aide :

« *Il sera toujours impossible de trouver un homme capable de le remplir convenablement, et cela, par la raison que l'on veut combiner dans cette place deux genres de fonctions* [sic] *qui s'excluent réciproquement ; d'abord, les services inférieurs, comme celui de garde et portier de l'Observatoire, le nettoyage des instruments et des salles ; les courses et commissions à faire en ville ; puis des fonctions plus relevées et qui supposent une instruction solide, des observations et des calculs qu'un simple ouvrier est incapable de faire.* »[934]

Par ailleurs, l'introduction de l'aide-astronome vise à assurer la continuité des activités de l'institution :

« *Dans l'état actuel, lorsque le Directeur est obligé de faire une absence, le service tout entier est suspendu ; la transmission journalière de l'heure astronomique n'a plus lieu ; les observations sont interrompues, la marche des chronomètres n'est pas contrôlée ; tout reste ainsi en souffrance, et néanmoins on ne peut admettre que nos horlogers des Montagnes et du Val-de-Travers puissent être privés pendant plusieurs jours de l'heure de l'Observatoire, ni que leurs pièces de précision restent sans contrôle.* »[935]

---

[931] *Manuel du Conseil d'État*, 1864, AEN, 1CE-239, p. 18.
[932] *Procès-verbaux de la séance du 20 novembre 1868*, *BOGC*, Neuchâtel, 28, 1868, pp. 192-193. Signalons ici que nous n'avons pas de sources documentant ces offres d'engagement.
[933] « Rapport du Conseil d'État sur la création d'un poste d'aide-astronome à l'Observatoire cantonal », *BOGC*, Neuchâtel, 24, 1864, pp. 20-24.
[934] « Rapport du Conseil d'État sur la création d'un poste d'aide-astronome à l'Observatoire cantonal », *BOGC*, Neuchâtel, 24, 1864, p. 21.
[935] « Rapport du Conseil d'État sur la création d'un poste d'aide-astronome à l'Observatoire cantonal », *BOGC*, Neuchâtel, 24, 1864, p. 21.

En outre, le Conseil d'État manifeste son inquiétude concernant la santé de Hirsch : « *Il devient de plus en plus impossible que le même observateur puisse faire le service scientifique à lui seul dans les longues et froides nuits d'hiver ; sa santé s'en trouverait promptement altérée ; ce qui est déjà malheureusement le cas du Directeur actuel.* »[936] Ainsi, la création d'un poste d'aide-astronome répond à un double objectif : garantir la régularité des missions de l'Observatoire tout en préservant un acteur clé de son fonctionnement, comme le précise le Conseil d'État :

« *Ce qui constitue un bon Observatoire astronomique, ce ne sont pas seulement l'édifice et les instruments ; c'est surtout un observateur habile ; on peut même dire à cet égard : tant vaut l'homme, tant vaut l'établissement. Or, sur ce point, et de l'aveu de tous, notre Observatoire est fort bien doté ; on peut même affirmer que le mérite du directeur actuel est la première et principale cause de la bonne réputation et de l'utilité incontestable que cet établissement a si rapidement acquises. Il est donc de notre intérêt bien entendu de chercher à lui conserver le fonctionnaire, qui en est comme l'âme, mais nous ne le pourrons qu'à la condition de lui rendre sa tâche possible pour longtemps, en lui adjoignant un aide capable de le seconder efficacement.* »[937]

Le 17 mai 1864, le Grand Conseil approuve la création du poste d'aide-astronome[938]. Hirsch entreprend alors de trouver le candidat idéal, mais cette recherche se révèle complexe en raison du faible nombre de personnes compétentes en astronomie dans le canton de Neuchâtel et, plus largement, en Suisse[939]. Face à cette difficulté, Hirsch sollicite son réseau, notamment à Berlin, où Wilhelm Foerster (1832-1921), son collègue, dirige l'Observatoire de 1865 à 1904[940]. Ce dernier recommande Alexander Schmidt, un jeune

[936] « Rapport du Conseil d'État sur la création d'un poste d'aide-astronome à l'Observatoire cantonal », *BOGC*, Neuchâtel, 24, 1864, pp. 21-22.
[937] « Rapport du Conseil d'État sur la création d'un poste d'aide-astronome à l'Observatoire cantonal », *BOGC*, Neuchâtel, 24, 1864, p. 22.
[938] « Rapport du Conseil d'État sur la création d'un poste d'aide-astronome à l'Observatoire cantonal », *BOGC*, Neuchâtel, 24, 1864, p. 24.
[939] La seconde Académie n'est fondée qu'en 1866. Hirsch est nommé le 17 août 1866 professeur d'astronomie et de physique du globe par le Conseil d'État. Lettre d'Adolphe Hirsch au Conseil d'État neuchâtelois, 20 octobre 1866, 2UNI-5, AEN.
[940] Graf Johannes, « Wilhelm Foerster, Vater der Zeitverteilung im deutschen Kaiserreich », *PTB-Mitteilungen*, 119, 3, 2009, pp. 209-215 ; Iven Mathias, *3 × Foerster: Beiträge zu Leben und Werk von Wilhelm Foerster, Friedrich Wilhelm Foerster und Karl Foerster*, Milow, Shibri-Verlag, 1995.

astronome en fonction à l'Observatoire de Berlin, sur lequel nous disposons de quelques informations biographiques :

« *Monsieur Schmidt est né en 1836 à Ramsdorf en Westfalie* [sic]*; il a fait ses études au gymnase de Seefeld, à l'académie de Münster et à l'Université de Berlin. Tout en suivant les cours théoriques d'astronomie, de physique et de mathématiques, il s'est exercé aux observations astronomiques à l'Observatoire de Berlin, où il est employé maintenant. Il a fait pendant un an les calculs de la Lune pour la "Connaissance des Temps" [le* Berliner Astronomisches Jahrbuch*] qui se publie à Berlin et il a publié dans un journal astronomique le calcul d'une orbite d'une des petites planètes. Du reste il m'a été chaudement recommandé sous tous les rapports par M. Le Professeur Förster, qui dirige actuellement l'Observatoire de Berlin.* »[941]

Convaincu des compétences scientifiques de Schmidt, Hirsch souhaite toutefois en apprendre davantage sur ses opinions politiques et sollicite Emil du Bois-Reymond pour mener une enquête discrète[942]. Hirsch redoute particulièrement que Schmidt puisse être un « *enragé du* Kreuzzeitung [un journal conservateur de l'élite prussienne] »[943], ce qui lui serait insupportable, déclarant que « *cela ferait sécréter à mon foie déjà hypertrophié une quantité de bile tout à fait anormale* »[944]. Cette inquiétude met en lumière l'importance que Hirsch attache aux questions politiques et à la défense du système républicain. Il lui semble inconcevable de collaborer avec un Allemand royaliste, ce qui démontre que les convictions idéologiques du candidat comptent au moins autant que ses compétences scientifiques. Rassuré par les conclusions de du Bois-Reymond, Hirsch engage alors des discussions avec Schmidt concernant les activités qui lui incombent :

« *La détermination de l'heure, qui se fait aussi souvent que possible, ainsi que la comparaison des horloges et des chronomètres, enfin le calcul et l'établissement des bulletins de marche, vous incomberaient d'abord. Les observations scientifiques sont d'abord dirigées sur les observations ordinaires du méridien et sur celles des planètes et comètes au réfracteur.*

941 Lettre d'Adolphe Hirsch au Conseil d'État, 16 juin 1864, BPUN, OBSE-102.4.1, 1, p. 354.
942 Lettre d'Adolphe Hirsch à Emil du Bois-Reymond, 1er juin 1864, Staatsbibliothek zu Berlin Unter den Linden, Sammlung Daermstadter J 1867 (10), p. 2.
943 Lettre d'Adolphe Hirsch à Emil du Bois-Reymond, 1er juin 1864, Staatsbibliothek zu Berlin Unter den Linden, Sammlung Daermstadter J 1867 (10), p. 2.
944 Lettre d'Adolphe Hirsch à Emil du Bois-Reymond, 1er juin 1864, Staatsbibliothek zu Berlin Unter den Linden, Sammlung Daermstadter J 1867 (10), p. 2.

En outre, 3 fois par jour […] *des observations météorologiques (baromètre, thermomètre, psychromètre, vent et pluviométrie) seront faites, que l'assistant, avec leur rédaction, aura à sa charge.* »[945]

Dès lors, une partie des tâches précédemment assurées par Hirsch est désormais déléguée à Schmidt. Après seulement quatorze jours de travail, le directeur relève l'inexpérience de ce dernier en matière d'observation astronomique. Cependant, Hirsch s'en accommode, démontrant ainsi que cette compétence s'acquiert par la pratique et que la chaîne opératoire peut fonctionner sous la responsabilité d'un observateur relativement débutant. En effet, Schmidt est amené à travailler seul pendant quatre semaines, seulement trois mois après sa prise de fonction[946].

À partir de 1864, L'Observatoire compte trois employés : le directeur, l'aide-astronome et le concierge-mécanicien, une configuration qui demeurera inchangée jusqu'au xx^e^ siècle[947].

5.1.3 Travail quotidien

La pratique journalière est rarement documentée dans les sources existantes. Dès lors, il convient de rassembler des indices fragmentaires pour approcher au mieux la réalité du travail concret et reconstituer une journée type, tout en soulignant que d'autres activités peuvent s'ajouter et que des variations surviennent lors les périodes de dépôt des chronomètres.

La chaîne opératoire, commence par la détermination de l'heure astronomique, qui s'effectue préférablement la nuit. En cas de ciel voilé, une observation solaire de rattrapage, bien que moins précise, peut néanmoins être réalisée avec un degré de fiabilité acceptable. Une fois ce cycle d'observation accompli, l'astronome bénéficie d'un court repos avant de se consacrer aux calculs de réduction des différentes sources d'erreurs (instrumentales, environnementales, humaines, etc.). Ces ajustements sont suivis de la

[945] Lettre d'Adolphe Hirsch à Alexander Schmidt, 1^er^ juin 1864, BPUN, OBSE-102-4.1, pp. 349-351.

[946] Lettre d'Adolphe Hirsch à Emil du Bois-Reymond, 23 juillet 1864, Staatsbibliothek zu Berlin Unter den Linden, Sammlung Daermstadter, J 1867 (10). Sur le congé d'Hirsch : *Manuel du Conseil d'État*, 1864, AEN, 1CE-239, p. 758.

[947] Cependant, le poste d'aide-astronome est régulièrement contesté, particulièrement en 1868 lorsque la commission chargée de l'examen du budget suggère le retranchement du poste d'aide-astronome, proposition finalement refusée après de vifs débats en plénum sur l'utilité de l'Observatoire. Voir particulièrement : *Procès-verbaux de la séance du 20 novembre 1868*, *BOGC*, Neuchâtel, 1868, 28, pp. 190-202.

combinaison des passages d'astres observés, réalisée à l'aide d'opérations statistiques permettant d'obtenir l'heure exacte, calculée comme une moyenne des différentes déterminations[948]. En dernier recours, l'heure moyenne des divers garde-temps peut être utilisée, ce qui met en évidence que, malgré sa fiabilité relative, la conservation mécanique de l'heure est alors considérée comme inférieure en précision à une détermination astronomique, y compris celle reposant sur le Soleil.

En 1874, Hirsch évalue le temps nécessaire pour définir l'heure astronomique, déclarant : « *La détermination exacte de l'heure est une opération scientifique très compliquée, qui demande en moyenne 3 heures d'observation et 2 heures de calculs par jour et qui constitue la bonne moitié du travail pratique de l'observatoire.* »[949] Dans son rapport de 1865-1866, il détaille le nombre d'observations effectuées :

« *Du 1^er^ avril 1865 au 31 mars 1866, on a eu 183 nuits claires, dans lesquelles nous avons fait 2 482 observations d'étoiles, de planètes, etc., ce qui fait donc 50 % de nuits d'observations et 13 à 14 observations en moyenne par nuit.* […] *En outre, le Soleil a été observé à midi 198 fois, et, comme l'observation méridienne du Soleil concourt à la détermination de l'heure, lorsqu'il n'y a point d'étoiles observées, on voit déjà qu'il n'y a pas un grand nombre de jours où nous ne puissions déterminer l'heure par observation directe du ciel. Je trouve pendant l'année dernière 97 jours où il n'a pas été fait d'observation méridienne, et où, par conséquent, il nous a fallu nous en rapporter à nos quatre pendules pour calculer l'heure, donner le signal et comparer les chronomètres.* […] *On peut obtenir l'heure avec une incertitude au-dessous de 0,1 s.* »[950]

Une fois l'heure déterminée, le signal horaire doit être envoyé via le réseau télégraphique, une opération qui « *exige chaque jour un travail d'une heure d'observation et de calcul* »[951]. Avant cette transmission, il est nécessaire d'examiner l'état de marche de la pendule émettrice la Shepherd, et de la remettre physiquement à l'heure peu avant 13 h. Ce réglage est suivi d'une vérification visuelle de la précision de la Shepherd en la comparant à la pendule normale, la Dubois, dont l'état de marche est connu, et qui se

[948] Sur l'histoire des méthodes statistiques en astronomie, voir : Sheynin Oscar, « On the history of the statistical method in astronomy », *Archive for History of Exact Sciences*, 29, 1982, pp. 151-199.
[949] Lettre d'Adolphe Hirsch à Clerc Leuba, 20 août 1874, AEN, 1IND-340, p. 9.
[950] RD 1865-1866, p. 18.
[951] Lettre d'Adolphe Hirsch au Conseil d'État, 5 janvier 1861, AEN, 1TP-792, p. 80.

trouve à proximité dans la salle de chronométrie[952]. Le cycle complet, depuis l'observation astronomique jusqu'à l'envoi du signal horaire, représente ainsi environ six heures de travail quotidien.

En plus du service horaire, le contrôle des chronomètres constitue une part importante des activités du personnel de l'Observatoire, bien qu'il ne soit pas précisément quantifié. Pour suggérer au Conseil d'État un montant fixant les taxes liées au dépôt des chronomètres, Hirsch propose une méthode de calcul fondée sur une estimation : « *Pour vous guider dans vos idées, je me permets de remarquer que, sans parler des observations et du travail astronomique pour la détermination du temps, la comparaison d'une trentaine de chronomètres et le calcul de leurs marches demandera* [sic] *un travail de deux à trois heures par jour de moi et de mon aide* »[953].

Les montants perçus chaque année par l'Observatoire ne reflètent pas la charge de travail réelle, car l'institution est pensée comme un service public devant rester accessible afin d'inciter les horlogers à y déposer un maximum de produits. Le nombre de chronomètres déposés chaque année offre une indication approximative de l'évolution de l'activité[954]. L'analyse est compliquée par la durée variable des contrôles, qui dépend de la catégorie des chronomètres, allant de quinze jours à deux ou même trois mois. Lors de sa première année, l'Observatoire contrôle dix-neuf chronomètres[955]. En 1870, ce chiffre atteint cent soixante-huit ayant obtenu des bulletins de marche[956], et, en 1883, année de l'Exposition nationale de Zurich, ce nombre bondit à cinq cent trois chronomètres, contre trois cent six l'année précédente[957]. Pour estimer le volume quotidien moyen, prenons l'année 1884 comme référence, avec trois cent quarante-six chronomètres déposés, représentant six mille neuf cent septante-deux jours d'observation, soit une moyenne d'un peu plus de dix-neuf chronomètres contrôlés par jour. En appliquant l'estimation mentionnée précédemment, le temps de travail requis pour ce contrôle s'élève à environ 1 h 20 à 2 h, pour chacun des deux employés.

Ces deux services représentent en moyenne huit à neuf heures de travail par jour, bien que des variations significatives se produisent en fonction des périodes de dépôts, qui ne sont pas uniformément réparties tout au long de

[952] Gruey Louis, « Visite à divers observatoires étrangers… », p. 48.
[953] Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 27 octobre 1858, 1TP-792, p. 42.
[954] Sur ce point, Cabrio Amandine, *Un établissement scientifique pour l'industrie horlogère…*
[955] RD 1860-1861, pp. 12-13.
[956] RD 1870, p. 7
[957] « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal au département de l'Intérieur sur le concours des chronomètres observés pendant l'année 1883 », AEN, 2IND-93, p. 23.

l'année. Ce chiffre peut être encore plus élevé dans certaines circonstances, comme lors d'expositions nationales ou internationales, ou en fonction de la conjoncture économique. Sans être en mesure de définir clairement l'emploi du temps des membres de l'Observatoire, il est certain que le service chronométrique et la mesure du temps représentent une part très importante des activités de l'Observatoire.

L'organisation du travail est structurée de manière hiérarchique autour de la figure de Hirsch, qui exige de ses collaborateurs qu'ils consacrent une grande partie de leurs journées, et parfois de leurs nuits, aux besoins de l'institution. Quant à Hirsch lui-même, fin communicant et habile à exploiter les opportunités offertes par sa fonction, il convient désormais d'examiner de manière plus concrète la nature de son activité.

5.1.4 Une machine fonctionnant toute seule ?

L'engagement de l'aide-astronome permet à Hirsch de libérer du temps pour s'investir dans les associations internationales[958]. Comme nous l'avons vu, les services pratiques peuvent être effectués par une personne assistée du concierge-mécanicien. La présence constante du directeur devient ainsi moins indispensable, ce qui lui offre la possibilité de se consacrer davantage à sa carrière scientifique. Cependant, cette situation, bien connue, suscite des critiques politiques lors de certains débats. Par exemple, le 25 janvier 1888, lors des discussions sur la construction d'une annexe à l'Observatoire, un intervenant déclare : « *L'aide-astronome a plus ou moins remplacé l'astronome-chef qui ne consacre pas à ses fonctions tout le temps qu'il leur doit.* »[959] Une certaine tension existe donc autour de la définition exacte du rôle du directeur.

Pour mieux saisir l'emploi du temps de Hirsch, nous allons reconstituer les tâches du directeur sur une période d'un an. Pour ce faire, nous nous concentrerons sur l'intervalle allant de septembre 1883 à septembre 1884. Ce choix s'explique par l'importance de cette période, qui constitue une année charnière dans l'engagement de Hirsch au sein d'associations internationales et met en lumière ses périodes d'absence.

[958] Hirsch est en effet absent pour des périodes d'un ou deux mois, chaque année, laissant ainsi la responsabilité de l'Observatoire à l'aide-astronome. Les absences de Hirsch peuvent être constatées dans le *Manuel du Conseil d'État*, consultable dans le fonds 1CE des AEN.

[959] « Rapport de la commission chargée d'examiner la construction d'un bâtiment annexe à l'Observatoire », *BOGC,* 47, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1887, pp. 512-525, p. 518.

Le registre de correspondance ne contenant aucune mention durant la période allant du 14 septembre au 13 novembre 1883, il témoigne de l'absence du directeur. Le 11 septembre, Hirsch écrit au recteur de l'Académie pour justifier le report de ses cours, expliquant qu'il doit «*prendre deux mois de congé, à partir du 15 septembre, pour* [se] *rendre* […] *à deux conférences scientifiques*»[960]. Ce report est fréquent, car ces conférences ont souvent lieu au début du semestre académique. Hirsch compense ensuite les cours, ce qui entraîne une surcharge de travail en fin de semestre, avec quatre séances hebdomadaires au lieu de trois[961].

La séance du Comité international des poids et mesures, tenue à Paris du 28 septembre au 5 octobre 1883, constitue un moment important pour l'histoire de la métrologie, avec la proposition de Hirsch de nommer Charles-Édouard Guillaume, futur directeur du BIPM et lauréat du prix Nobel de physique, comme adjoint au Bureau[962]. Fidèle à ses habitudes, Hirsch arrive avant l'ouverture officielle pour participer aux préparatifs de la conférence. À l'issue de cette rencontre, il se rend à Rome, où se tient, du 15 au 24 octobre, la septième conférence géodésique internationale[963]. Lors de cet événement, Hirsch cosigne un rapport proposant l'adoption du méridien de Greenwich comme méridien d'origine[964]. Une fois ces congrès achevés, Hirsch, en tant que secrétaire, rédige des comptes-rendus détaillés des délibérations. Ces représentations internationales, où Hirsch agit en qualité de délégué officiel de la Confédération helvétique, nécessitent également qu'il rende compte de ses activités au Conseil fédéral[965].

---

[960] Lettre d'Adolphe Hirsch au recteur de l'Académie de Neuchâtel, 11 septembre 1883 BPUN, 102-4.6, p. 61.

[961] Dans une lettre datée du 12 septembre, Hirsch explique qu'il rattrapera ses cours en fin de semestre : Lettre d'Adolphe Hirsch à s.n. [sans doute Robert Comtesse], 12 septembre 1883, BPUN, 102-4.6, p. 62.

[962] «Procès-verbal de la première séance, tenue chez M. J.-B. Dumas, vendredi 28 septembre 1883», Comité international des poids et mesures, *Procès-verbaux des séances de l'année 1883*, Paris, 1884, p. 13.

[963] «Comptes-rendus des séances de la septième conférence géodésique internationale pour la mesure des degrés en Europe, réunie à Rome du 15 au 24 octobre 1883 rédigés par les secrétaires A. Hirsch et Theodor von Oppolzer, publiés pour servir de rapport général pour l'année 1883 par le Bureau central de l'Association géodésique internationale, avec dix planches», Berlin, 1884, BPUN, Comptes-rendus des séances de l'Association géodésique internationale (1881-1886), PV. 137.

[964] «Comptes-rendus des séances de la septième conférence géodésique internationale pour la mesure des degrés en Europe, réunie à Rome du 15 au 24 octobre 1883 rédigés par les secrétaires A. Hirsch et Theodor von Oppolzer, publiés pour servir de rapport général pour l'année 1883 par le Bureau central de l'Association géodésique internationale, avec dix planches», Berlin, 1884, BPUN, Comptes-rendus des séances de l'Association géodésique internationale (1881-1886), PV. 137, pp. 138-155. Voir aussi RD 1883, pp. 15-16.

[965] La correspondance entre Hirsch et la Confédération est conservée aux archives fédérales : E89#1000/1172#118*, E89#1000/1172#121*, E2200.19-01#1000/1701#1038* et E27#1000/721#21973*.

Soulignons l'importance du travail effectué pour la Commission géodésique helvétique, qui mobilise régulièrement le directeur[966]. Hirsch consacre une part significative de son temps à correspondre avec les ingénieurs responsables des opérations de relevés des coordonnées sur le terrain, tout en préparant des comptes-rendus et des rapports avec son collègue Plantamour. En 1883, cette collaboration aboutit à la publication du huitième volume du *Nivellement de précision de la Suisse*[967]. Cette entreprise exige un effort considérable, impliquant la réduction des erreurs, la vérification minutieuse des calculs géodésiques, ainsi qu'un travail conséquent de rédaction et de relecture.

En outre, Hirsch assume l'administration de l'Observatoire, incluant la gestion de la correspondance et la rédaction de rapports. Le 20 janvier 1884, il transmet son rapport sur le concours chronométrique, avec un léger retard[968]. Ce décalage est dû à la nécessité d'une nuit claire au début de janvier pour vérifier la qualité de l'heure conservée, une condition indispensable pour finaliser l'observation de plusieurs chronomètres. Le 7 février, Hirsch participe à une séance de la SSNN, au cours de laquelle il défend la subvention allouée par l'association à l'observateur de la station de Chaumont, destinée à le défrayer pour ses relevés météorologiques[969]. Il convient de noter que la SSNN se réunit environ toutes les deux semaines et que Hirsch y assiste assidûment[970]. Enfin, en avril, il achève son rapport annuel sur l'activité de l'Observatoire[971]. Le travail rédactionnel, qu'il s'agisse des rapports institutionnels ou de la correspondance, constitue une part significative des tâches du directeur.

Au cours de l'année 1884, Hirsch s'investit activement pour favoriser l'adhésion de l'Angleterre aux associations internationales et pour permettre l'adoption du méridien de Greenwich comme méridien

[966] Une abondante correspondance permet de constater l'ampleur des missions de Hirsch. Elle est essentiellement préservée aux AEN et à la BPUN.

[967] Hirsch Adolphe et Plantamour Émile (éd.), *Nivellement de précision de la Suisse,* 8e volume, 1883. La première édition de cet ouvrage remonte à 1867.

[968] Lettre d'Adolphe Hirsch à Robert Comtesse, 20 janvier 1884, BPUN, 102-4.6, p. 90. « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal au département de l'Industrie et de l'Agriculture sur le concours des chronomètres observés pendant l'année 1884 », AEN, 2IND-94.

[969] Lettre d'Adolphe Hirsch à s.n., 8 février 1884, BPUN, 102-4.6, p. 97. Pour les détails de la discussion, voir : *Procès-verbaux des séances*, 7 février 1884, *BSSNN*, 14, 1883-1884, pp. 341-344. Durant la période examinée, la présence de Hirsch est attestée le 22 novembre, le 6 décembre, le 20 décembre 1883, le 7 février, le 21 février, le 6 mars, le 20 mars et le 15 mai 1884.

[970] *Procès-verbaux des séances*, *BSSNN*, 14, 1883-1884, pp. 335-355.

[971] RD 1883, p. 18.

d'origine[972]. Sa correspondance est particulièrement fournie, notamment avec William Henry Mahoney Christie (1845-1922), astronome royal de l'Observatoire de Greenwich entre 1877 et 1910[973]. Ensemble, ils explorent des moyens de persuader la France d'accepter de reconnaître le méridien de Greenwich. Le directeur estime que parvenir à un consensus nécessite de « *sérieuses concessions de l'Angleterre en faveur du système métrique* [pour permettre à la France] *de justifier la décision du Gouvernement aux yeux du public* »[974]. Ces concessions, selon lui, doivent comprendre « *l'adhésion à la Convention du mètre, et des promesses sérieuses d'étendre par de nouvelles mesures législatives l'usage légal des mesures métriques en Angleterre* »[975]. Il insiste sur le fait que « *si réellement l'opinion publique et les hommes d'État en Angleterre tiennent à voir adopter le méridien de Greenwich par le reste du monde, il faudrait qu'ils fassent, et sans tarder, les concessions mentionnées à la France* »[976]. Le Neuchâtelois d'adoption joue ainsi un rôle majeur en cherchant à rapprocher les différentes parties autour des propositions élaborées à Rome en 1883. Après de longues discussions, il félicite Christie, dans une lettre datée du 13 septembre 1884, de l'évolution de la position anglaise, marquant une étape décisive dans ce processus diplomatique et scientifique :

« *Je viens aujourd'hui, en mon nom personnel, vous remercier, monsieur et très honoré collègue, sincèrement et chaleureusement de la part active que vous avez prise dans les efforts qui ont amené enfin ce double résultat heureux qui profitera – vous n'en doutez pas plus que moi – à la fois à l'Angleterre qu'au monde entier en resserrant les liens, sur le terrain scientifique, entre votre pays et les autres nations, et en facilitant les rapports et le concours entre les pays civilisés, désormais de plus en plus indispensables pour le développement des sciences.* »[977]

Cette remarque souligne l'attachement de Hirsch à la collaboration scientifique internationale. Pourtant, il manque la conférence de Washington (1er octobre-1er novembre 1884), un événement qui aurait pu consacrer son œuvre. Les raisons de son absence relèvent de deux ordres. D'une part, Hirsch

[972] Sur cet aspect : Bartki Ian, *One Time Fits All*… Voir aussi : Ogle Vanessa, *The Global Transformation of Time…*
[973] La correspondance entre Hirsch et Christie se trouve à la Cambridge Library, fonds RGO 7/148.
[974] Lettre d'Adolphe Hirsch à William Christie, 1er avril 1884, Cambridge Library, RGO 7/148.
[975] Lettre d'Adolphe Hirsch à William Christie, 1er avril 1884, Cambridge Library, RGO 7/148.
[976] Lettre d'Adolphe Hirsch à William Christie, 1er avril 1884, Cambridge Library, RGO 7/148.
[977] Lettre d'Adolphe Hirsch à William Christie, 13 septembre 1884, Cambridge Library, RGO 7/148.

estime alors que les chances de succès de la conférence sont limitées. En juin 1884, il écrit à Simon Newcomb (1835-1909), astronome américain et directeur du Nautical Almanac Office : « *J'ai abandonné le projet d'aller croiser l'océan pour prendre part dans la Conférence de Washington ; d'abord parce que je prévois que la conférence n'aura pas les résultats que j'espérais.* »[978]. À ce moment-là, Hirsch anticipe des désaccords entre les délégations allemande, française et anglaise.

D'autre part, des raisons personnelles semblent avoir pesé sur sa décision. La santé de sa sœur, qui doit suivre une cure en septembre 1884, constitue probablement un facteur déterminant[979]. De surcroît, la crainte de la cinquième pandémie de choléra (1881-1896) pourrait également expliquer cette absence, bien que Hirsch ne l'évoque jamais explicitement[980]. Malgré son absence, Hirsch se réjouit des avancées obtenues, notamment de l'adhésion de l'Angleterre à la Convention du mètre et à l'Association géodésique, déclarant être « *particulièrement fier et heureux de ce succès* »[981]. Toutefois, une certaine déception transparaît dans ses propos : dans une lettre adressée à un correspondant inconnu, il confie qu'on « *ne peut pas être de tout et partout* »[982].

Cette période révèle que, non seulement un à deux mois par an sont consacrés à la participation et à l'organisation des séances des associations internationales, mais également que le traitement de la correspondance, la rédaction des rapports et des procès-verbaux constituent un travail conséquent mené tout au long de l'année. Par ailleurs, Hirsch est fortement impliqué dans la Commission géodésique suisse, où il joue un rôle clé, tout en assumant des responsabilités à l'Académie et au sein de la SSNN. Il apparaît donc que le directeur de l'Observatoire peut consacrer une part significative de son temps à sa carrière scientifique, laissant la gestion de la chaîne opératoire, durant de longues périodes, entre les mains de l'astronome adjoint. Si la culture de la précision engage directement la responsabilité du directeur à l'externe, elle est davantage partagée à l'interne, rendant la fonction de l'aide-astronome, bien que rarement mis en exergue, absolument essentielle.

---

978 Lettre d'Adolphe Hirsch à Simon Newcomb, 30 juin 1884, BPUN, OBSE-102-4.6, p. 164. Hirsch doit justifier son absence à cette conférence et demande une audience au Conseil fédéral afin de s'expliquer : Lettre d'Adolphe Hirsch à Karl Schenk, 24 juin 1884, BPUN, OBSE-102-4.6, p. 172. Les avancées de l'Angleterre se faisant après juin 1884.

979 Lettre d'Adolphe Hirsch à s. n., 29 septembre 1884, BPUN, OBSE-102-4.6, pp. 230-231.

980 Dans une lettre datée de 1885, Adolphe Hirsch exprime son inquiétude concernant la tenue de la séance de l'Association internationale de géodésie à Nice, en raison de l'épidémie de choléra qui sévit à cette époque : Lettre d'Adolphe Hirsch à Lardy, 6 août 1885, BPUN, OBSE-102-4.6, p. 433.

981 Lettre d'Adolphe Hirsch à s. n., 29 septembre 1884, BPUN, OBSE-102-4.6, pp. 230-231, p. 231.

982 Lettre d'Adolphe Hirsch à s. n., 29 septembre 1884, BPUN, OBSE-102-4.6, pp. 230-231, p. 231.

5.2 Entretenir la précision

Après avoir exploré le travail quotidien, il convient d'aborder une autre dimension du travail routinier à l'Observatoire : l'entretien des lieux de science et des instruments. Le matériel et les bâtiments, soumis à l'usure du temps, requièrent une vigilance constante et un soin régulier[983]. Pour prolonger leur durée de vie, les équipements et les bâtiments font l'objet de réparations et de modifications régulières[984]. Des pannes ou dysfonctionnements surviennent fréquemment, nécessitant parfois l'intervention de spécialistes[985]. Les critères de précision et les exigences de l'Observatoire évoluent fréquemment, imposant des ajustements des équipements, des infrastructures et des pratiques. L'enjeu pour l'établissement est de garantir le maintien et la préservation des performances de la chaîne opératoire[986]. Le « rafistolage » constitue une composante essentielle de la culture de la précision, s'étendant à toutes les dimensions matérielles de l'Observatoire[987]. Pour illustrer notre propos, les réparations et l'entretien à l'Observatoire seront examinés à travers les bâtiments, les garde-temps et les réseaux de relations, visant à maintenir les conditions requises à la poursuite d'une pratique de haute précision.

5.2.1 La décrépitude des espaces savants

Si l'histoire architecturale des observatoires a fait l'objet de nombreuses études, la question de l'entretien des bâtiments dans une perspective centrée sur l'histoire des pratiques scientifiques reste largement inexplorée. Alors que

983 Ce point est souligné par Simon Werrett : Werrett Simon, *The Thrifty Science*…, p. 83.

984 Pour une introduction sur les réparations et l'entretien à travers l'histoire, voir : Bernasconi Gianenrico, Carnino Guillaume, Hilaire-Pérez Liliane et Raveux Olivier (éd), *Les Réparations dans l'histoire. Cultures techniques et savoir-faire dans la longue durée*, Paris, Presses des Mines, 2022 ; Krebs Stefan et Weber Heike (eds.), *The Persistence of Technology*, Bielefeld, Transcript Verlag, 2021 ; Werrett Simon, *The Thrifty Science. Making the Most of Materials in the History of Experiments*, Chicago et Londres, University of Chicago Press, 2019 ; Krebs Stefan, Schabacher Gabriele et Weber Heike (Hrsg.), *Kulturen des Reparierens. Dinge-Wissen-Praktiken*, Bielefeld, transcript, 2018 ; Graham Stephen et Thrift Nigel, « Out of order: understanding repair and maintenance », *Theory, Culture & Society,* 24, 3, 2007, pp. 1-25.

985 Lambert Guy et Raveux Olivier (éd.), « Pannes et accidents (XIXe-XXIe siècles) », *Artefact. Histoire, techniques et sciences humaines*, 11, 2019.

986 Sur le concept de maintenance, voir : Denis Jérôme et Pontille David, *Le Soin des choses. Politiques de la maintenance*, Paris, La Découverte, 2022.

987 Sur ce lien entre la réparation et la technique : Weber Heike et Krebs Stefan, « The persistence of technology: from maintenance and repair to reuse and disposal », Krebs Stefan et Heike Weber (eds.), *The Persistence of Technology*, Bielefeld, Transcript Verlag, 2021, pp. 9-25.

l'histoire du patrimoine bâti a souvent été abordée sous un angle mettant en valeur la grandeur architecturale, les rapports annuels des directeurs racontent une tout autre histoire : celle de constructions en état de décrépitude, menaçant à la fois la pérennité des instruments et le bon déroulement des activités quotidiennes[988]. Aborder l'histoire des bâtiments sous cet angle offre une perspective précieuse pour saisir les visions, les préoccupations et les enjeux des praticiens de la science, tout en éclairant l'évolution de ces lieux.

Sur la colline du Mail, les constructions sont particulièrement exposées au vent et à l'humidité. Les boiseries se détériorent sous l'effet des intempéries, la toiture subit des dommages et les infiltrations d'eau sont fréquentes. Afin de préserver les espaces savants, des réparations régulières sont nécessaires, devant être systématiquement justifiées par le directeur : « *Quant au bâtiment, il n'est pas étonnant qu'un édifice parfaitement isolé et exposé nécessairement sans abri à tous les vents, et dont le but spécial a nécessité des constructions et mécanismes particuliers, ait besoin d'entretien dans une mesure peut-être un peu plus forte que des maisons ordinaires* »[989].

Les bâtiments de l'Observatoire sont isolés et ne bénéficient ni de la protection offerte par d'autres constructions voisines, ni d'un abri naturel lié à la topographie du site : « *Malgré l'exposition extrêmement favorable du bâtiment, qui, situé sur le roc, est accessible à tous les vents, nous avons encore assez à souffrir de l'humidité des salles et des logements, inconvénient qui est causé certainement en grande partie par l'année extraordinairement humide que nous venons de passer et par la longue durée des brouillards* »[990].

L'humidité, redoutée par-dessus tout, constitue une menace majeure pour les constructions, les instruments scientifiques et les ouvrages soigneusement conservés dans la bibliothèque : « *La façade ouest du bâtiment, exposée aux pluies, a dû être repeinte, et quelques contrevents pourris ont été remplacés. Tout dernièrement pour la même raison, on a dû couvrir de ciment la partie du corps central du bâtiment, qui est exposée au vent ; car les murs étaient pénétrés d'humidité, au point qu'il a fallu changer le papier dans la bibliothèque et que les livres souffraient dans les armoires* »[991].

[988] Sur cet aspect voir : Weber Heike et Krebs Stefan, « The persistence of technology: from maintenance and repair to reuse and disposal », Krebs Stefan et Heike Weber (eds.), *The Persistence of Technology*, Bielefeld, Transcript Verlag, 2021, pp. 9-25.
[989] RD 1878, p. 1.
[990] RD 1860-1861, p. 6.
[991] RD 1869, p. 2.

Les travaux de rénovation constituent donc une composante incontournable de la vie quotidienne des observatoires[992]. Ainsi, en 1868, Hirsch mentionne les nombreuses interventions effectuées sur le bâtiment :

« *Les constructions de l'Observatoire n'ont exigé que de légères réparations de dégâts causés par deux tempêtes survenues dans le courant de l'hiver dernier. Au mois de décembre, un violent coup de vent a brisé le mât du paratonnerre, jeté en bas la girouette et brisé la ligne télégraphique qui va de l'Observatoire à la mire. Par les soins de l'architecte cantonal, on a érigé un mât plus solide et mieux assis ; j'ai profité de cette occasion pour faire l'essai électrique de la conduite du paratonnerre, qui s'est montrée en bon état. Je ferai rétablir prochainement les fils télégraphiques de la mire, pour pouvoir reprendre les observations d'étoiles artificielles. Au commencement du mois de mars dernier, un autre coup de vent a renversé la cheminée sur le corps central du bâtiment sans causer d'autres dégâts.* »[993]

Au fil des années, les rapports du directeur témoignent régulièrement des traces de ces interventions[994]. Les échanges avec l'architecte cantonal, prenant, au tournant du XX^e^ siècle, le titre d'intendant des bâtiments, sont fréquents, notamment pour les travaux d'agrandissement du site, mais surtout pour l'entretien courant. Cette relation est parfois marquée par des tensions, les objectifs du directeur et de l'intendant ne coïncidant pas toujours. Le directeur de l'Observatoire, soucieux de maintenir ses bâtiments dans un état optimal, se heurte parfois aux décisions de l'intendant, lui aussi soumis aux contraintes d'un budget annuel. Ce dernier valide, modifie, reporte ou refuse certaines demandes, lesquelles reflètent des besoins pratiques et quotidiens. Par exemple, le 17 novembre 1902, Matthey écrit : « *Le solde disponible sur le crédit d'entretien des bâtiments administratifs de l'État, étant en ce moment de plus de 5 000 francs, je préavise en faveur des transformations demandées par la commission de l'Observatoire.* »[995] Parfois, le crédit est déjà épuisé, laissant place à deux options : un report des travaux ou un dépassement budgétaire. Cela se produit, par exemple, le 27 septembre 1904, lorsqu'il est nécessaire de reconstruire le toit de la mire, qui s'est effondré et dont

[992] Krebs Stefan, Weber Heike, « Rethinking the history of repair: repair cultures and the "lifespan" of things », Krebs Stefan et Weber Heike (eds.), *The Persistence of Technology*, Bielefeld, Transcript Verlag, 2021, pp. 27-48, pp. 27-48.
[993] RD 1868, p. 2.
[994] Pour des remarques sur l'adaptation continue des bâtiments, voir : Graham Stephen et Thrift Nigel, « Out of order: understanding… », p. 6.
[995] Préavis, Charles-Henri Matthey, 17 novembre 1902, AEN, 1TP-792, divers.

l'établissement ne peut se passer[996]. Le processus décisionnel peut également mobiliser les responsables des départements de l'Instruction publique et des Travaux publics, qui évaluent la nécessité des réparations non seulement en fonction des contraintes financières, mais aussi selon des critères scientifiques, surtout lorsque la continuité des activités de l'Observatoire est en jeu.

Parmi les espaces nécessitant un soin particulier figure la salle méridienne. Sa fonction et son architecture spécifique – notamment le fait qu'elle soit ouverte durant les observations – la rendent particulièrement vulnérable aux intempéries :

« *Le bâtiment a exigé peu de réparations cette année, l'humidité des murs a disparu à peu près entièrement, et on est parvenu à garantir la salle méridienne contre l'entrée de la pluie, sauf dans quelques cas exceptionnels de pluies torrentielles, où un peu d'eau parvient toujours à filtrer aux deux extrémités de la coupure méridienne, mais en petite quantité, et assez loin des instruments pour qu'on puisse se borner à maintenir l'étal actuel. Le mécanisme de fermeture du méridien ne laisse rien à désirer ; celui de la coupole demande des réparations plus fréquentes, à cause des cordes employées ; il serait plus économique de les remplacer par des chaînettes en fer.* »[997]

Pour protéger les instruments, cette salle nécessite des aménagements spécifiques. Hirsch s'efforce de préserver le cercle méridien des aléas climatiques. À cette fin, un manteau, sorte de parapluie, est installé pour mettre l'instrument à l'abri des conditions climatiques et de la poussière. Ce dispositif est remplacé en 1890-1891 afin de maintenir son efficacité : « *J'ai fait améliorer la fermeture des couvercles du méridien, de sorte que le danger de voir, lors des tourmentes hivernales, la pluie et surtout la neige fine entrer dans la salle a diminué sensiblement. Toutefois, pour garantir complètement notre bel instrument contre tout dégât, j'ai fait renouveler le manteau dont on peut le couvrir dans des occasions, et dont l'étoffe imperméable était complètement usée après un service de trente années* »[998].

L'ordre de priorité des opérations de maintenance dépend de différents facteurs, notamment du danger que représente une non-intervention pour un instrument scientifique. Les pièces n'ont ainsi pas le même statut ni ne bénéficient de la même attention selon leur centralité au sein de la chaîne opératoire.

[996] Lettre de Charles-Henri Matthey au département des Travaux publics, 27 septembre 1904, AEN, 1TP-792, divers.
[997] RD 1861-1862, p. 2.
[998] RD 1890-1891, p. 5.

5.2.2 Préserver les garde-temps

Si l'état des bâtiments constitue une source d'inquiétude pour l'Observatoire, celui de l'apparat scientifique exige une vigilance constante. Les pendules astronomiques illustrent particulièrement bien cet enjeu, car leurs performances sont soumises à des variations et font l'objet d'une surveillance quotidienne pour garantir leur statut d'instruments scientifiques. L'heure exacte doit toujours être garantie au sein de l'établissement, malgré les dysfonctionnements, interruptions ou perturbations.

Pour l'Observatoire, il est essentiel de disposer d'un nombre suffisant de garde-temps afin d'améliorer la fiabilité des calculs de pondération et de réduire le risque d'interruption dû à l'arrêt d'une pendule. Bien que chaque appareil joue un rôle distinct, quatre pendules contribuent au calcul de l'heure durant les premières années : Winnerl, Association ouvrière, Houriet, Shepherd, ainsi que, dans certains cas, des chronomètres de marine. Parmi elles, la pendule Winnerl est celle qui revient le plus fréquemment dans les rapports du directeur, comme en témoigne une mention de 1869 : « *La pendule sidérale de Winnerl a conservé une marche extrêmement régulière ; sa variation moyenne d'un jour à l'autre a été en 1869 de 0,051 s. Mais, vers la fin de l'année dernière, son mouvement électrique n'a plus fonctionné régulièrement à cause de l'épaississement des huiles ; je l'ai donc fait nettoyer à fond, il y a quelques semaines* »[999].

La marche des pendules est consignée dans des registres d'observation. Lorsqu'un écart est détecté ou que leur fonctionnement devient instable, des corrections sont effectuées pour optimiser les performances du garde-temps. La première étape consiste alors en un nettoyage minutieux, une tâche délicate nécessitant l'intervention de spécialistes :

« *Nos pendules ont marché pendant toute l'année avec régularité ; cependant leur variation moyenne, surtout pour l'horloge sidérale, a augmenté sensiblement, ce que je crois pouvoir attribuer en partie à la qualité défectueuse de l'huile ; je me suis procuré dernièrement d'un horloger d'Amsterdam une huile d'une qualité exceptionnelle, qui a donné d'excellents résultats à l'Observatoire de Leyde, et j'espère pouvoir prochainement faire nettoyer nos pendules, en premier lieu celle de Winnerl qui, je n'en doute pas, reprendra alors sa belle marche d'autrefois.* »[1000]

[999] Rapport du directeur de 1869, AEN, 2IND-93, p. 4.
[1000] RD 1871, p. 3.

L'encrassement n'est pas le seul élément susceptible de perturber les réglages d'un garde-temps. Avec l'intensification des perturbations dues à la proximité croissante de la ville, Hirsch exprime son inquiétude quant à l'impact des vibrations, notamment celles engendrées par des travaux, sur la précision de la batterie de garde-temps. En 1876, afin de pallier ce problème, le directeur propose d'accroître le nombre de pendules de l'Observatoire :

« *Nos pendules se sont maintenues assez bien ; cependant la régularité de leur marche a sensiblement diminué, depuis que les travaux de carrière qui s'exécutent dans le voisinage de l'Observatoire, à une distance de 200 mètres, pour l'extraction des matériaux destinés à l'entreprise de l'abaissement des lacs, secouent par les coups de mine fréquents et violents toute la colline sur laquelle l'Observatoire est assis. Dès le commencement de ces travaux, j'ai cru de mon devoir d'avertir le Conseil d'État du danger qui menace notre établissement et qui augmente à mesure que les coups de mine s'approchent. C'est surtout pendant l'intervalle des observations astronomiques, où nous sommes obligés de calculer l'heure d'après nos pendules, que leur marche moins régulière devient un inconvénient grave ; pour y parer, je ne saurais que proposer l'acquisition d'une quatrième pendule astronomique.* »[1001]

Plus le délai entre deux observations astronomiques s'allonge, plus l'incertitude augmente. La remarque de Hirsch révèle également que la pendule Shepherd n'est plus prise en compte parmi les garde-temps chargés de conserver l'heure, ce qui illustre la variabilité du statut des horloges.

Le 21 mai 1878, le Grand Conseil approuve l'acquisition d'une pendule fabriquée par Ernst Kutter (1824-1905), un horloger de Stuttgart, pour la somme de 2 343 francs[1002]. La période suivant l'acquisition d'une pendule s'avère toujours délicate, car il est nécessaire de calibrer l'instrument et, le plus souvent, de procéder à des ajustements pour l'adapter à son nouvel environnement. Une pendule performante dans un contexte donné peut produire des résultats insatisfaisants dans un autre. Ce problème se manifeste avec la pendule Kutter, qui ne fonctionne pas correctement, obligeant à faire appel à son fabricant dès 1879[1003]. Lors de son intervention, le fabricant modifie également l'huile utilisée pour la pendule Winnerl, optant pour un

[1001] RD 1876, p. 2.
[1002] « Rapport du Conseil d'État concernant l'achat d'une pendule astronomique pour l'Observatoire de Neuchâtel », *BOGC*, Neuchâtel, 38, 1878, pp. 60-63.
[1003] RD 1879, p. 2.

produit inadapté aux conditions locales, ce qui a pour effet de rendre le garde-temps muet :

« *Bien que l'habile horloger de Stuttgart ait très bien exécuté ce délicat travail, malheureusement, il s'est servi d'une huile qui n'a pas supporté le froid exceptionnel de cet hiver sans se figer ; en conséquence, non seulement il a fallu renoncer à l'enregistrement par la pendule Winnerl, mais la chute de l'ancre a été tellement amortie par la pellicule d'huile sur les palettes, que la pendule est devenue complètement muette, au point de ne plus pouvoir s'en servir pour les observations à l'ouïe.* »[1004]

L'incapacité d'utiliser la pendule Winnerl pour les observations astronomiques compromet gravement l'ensemble de la marche de l'Observatoire. Face à cette situation critique, Hirsch se tourne vers une solution temporaire « *pour ne pas devoir interrompre tout le service méridien, j'ai d'abord emprunté pour un mois le chronomètre enregistreur de la Commission géodésique fédérale qui sert à l'enregistrement à l'Observatoire de Genève* »[1005]. Cet exemple illustre clairement le rôle crucial de l'entretien des pendules, dont la qualité repose sur divers facteurs, tels que le choix des huiles, l'emplacement des horloges, la rigueur du nettoyage, ainsi que les effets potentiellement importants des mauvaises manipulations. Peu après cet incident, une innovation électrotechnique apporte une solution au problème posé par les huiles avec la pendule à pression constante conçue par Matthäus Hipp :

« J'ai prié M. Hipp de monter à l'Observatoire une de ces nouvelles pendules électriques de précision dont j'avais déjà observé deux autres destinées à Madrid […]. *La pendule Hipp fonctionne maintenant depuis un mois avec un plein succès ; non seulement elle enregistre régulièrement, et sa marche est aussi bonne que celles de nos meilleures pendules, mais elle permet de placer un compteur très commode à côté de l'instrument méridien, tout en laissant la pendule dans la tour, ou, si l'on veut même, à la cave, enfin dans une température très constante. Cette indépendance du pendule permettra aussi de le placer sous une cloche à pression constante, de façon à le soustraire également aux influences des variations barométriques. Si l'essai d'une telle construction, que M. Hipp est disposé à faire, réussit, je demanderai au gouvernement d'acquérir pour l'Observatoire une telle pendule électrique marchant dans le vide, qui nous servirait alors de pendule sidérale normale*

[1004] RD 1879, p. 2, pp. 2-3.
[1005] RD 1879, p. 3.

avec la même perfection que la pendule Winnerl a montrée pendant les douze premières années de son service. »[1006]

Cette pendule présente l'avantage de pouvoir être installée dans un environnement plus contrôlable. Elle commande des cadrans, permettant ainsi de dissocier spatialement le cercle méridien de la pendule sidérale, ce qui constitue un atout significatif pour la stabilité de cette dernière, moins affectée par les variations de température. Convaincu par les performances de l'instrument, le directeur obtient temporairement une pendule de Hipp, qui fonctionne pendant trois ans à l'Observatoire avant d'être remplacée par un nouveau modèle, testé entre 1881 et 1882[1007]. Avant son installation définitive, la pendule est présentée à l'Exposition électrique de Paris en 1881, où sa cloche de verre est endommagée, nécessitant son remplacement. Dans son rapport de 1883, Hirsch exprime un vif enthousiasme pour la pendule de Hipp, qui prend définitivement la place de la pendule sidérale Winnerl dans le service méridien :

« *J'ai la satisfaction de pouvoir constater que les efforts continués pendant bien des années ont fini par amener la pendule électrique de M. Hipp à un état de perfection qui satisfait à toutes les exigences du programme que j'avais établi. Le principal desideratum qui restait à remplir l'année dernière, savoir l'étanchéité de la cloche qui permet d'y conserver indéfiniment la constance de la pression, a été obtenue d'une manière parfaite depuis cinq mois, après que M. Hipp, ayant découvert que l'air passait à travers les pores des plateaux en fonte de laiton* […]*, les a remplacés par des plateaux en laiton laminé ; depuis lors la cloche tient le vide avec des variations du manomètre qui n'ont pas dépassé + ou − 1 mm en cinq mois et qui s'expliquent par les changements de température et de la tension de la vapeur d'eau, restée sous la cloche. Cette pendule ne sera donc plus influencée par les variations barométriques* […]*. Comme, en outre, la pendule de M. Hipp, grâce à sa construction, marche sans huile aucune, les principales causes qui produisent les variations, soit à courtes, soit à longues périodes, sont écartées ; et, en effet, la marche de cette pendule égale celle des meilleures pendules connues en astronomie* […]*. D'un autre côté, on a réussi à vaincre les deux principaux défauts des horloges électriques, savoir l'oxydation des contacts et les interruptions provenant de l'affaiblissement graduel ou subit des piles, de sorte qu'aussi pour la continuité de la marche, la pendule électrique de M. Hipp ne le cède*

[1006] RD 1879, p. 2, pp. 3-4.
[1007] RD 1881, p. 5 ; RD 1882, pp. 6-7 ; RD 1883, pp. 6-7.

pas aux horloges à poids. On peut donc affirmer que M. Hipp a réalisé un important progrès pour l'horlogerie de précision, et je suis heureux que notre Observatoire y ait contribué pour sa part. »[1008]

Après plusieurs années d'ajustements, cette innovation électrotechnique atteint un niveau de performance satisfaisant. La pendule de Hipp est dès lors régulièrement mise en avant dans les publications du directeur, en particulier dans le *BSSNN*[1009]. Ces communications offrent à Hirsch l'opportunité de saluer le travail de son ami Matthäus Hipp, valorisant du même coup la réputation de son propre établissement. En 1891, Hirsch souligne les qualités de la pendule, en insistant sur ses performances remarquables et son rôle central dans les activités de l'institution :

« *Il y a sept ans, j'ai rendu compte de la remarquable pendule dont le génie inventif de M. Hipp a enrichi le matériel instrumental des observatoires ; j'en ai donné la description et j'ai relevé les mérites essentiels de sa construction originale, qui consistent principalement dans la suppression de l'emploi de l'huile, dans la facilité avec laquelle on la maintient sous une pression constante, enfin dans les nombreux avantages pratiques qu'elle offre aux astronomes en faisant marcher simultanément plusieurs compteurs installés dans les différentes salles d'observation, et en outre par l'enregistrement de ses secondes sur le chronographe.* »[1010]

La pendule de Hipp s'intègre parfaitement dans une économie des pratiques adaptée à une petite institution comme l'Observatoire, en simplifiant les opérations de maintenance, souvent fastidieuses. Elle reste cependant vulnérable à la corrosion des contacts électriques et aux variations d'intensité du champ électrique.

Le parc d'horloges évolue fréquemment pour rester à la pointe des avancées techniques. Il est minutieusement entretenu et régulièrement perfectionné, bien que certaines pendules finissent par se dégrader et perdre leur statut de garde-temps de haute précision. La décision de se séparer d'un instrument n'est jamais prise à la légère. L'Observatoire s'efforce souvent, sur plusieurs années, d'améliorer un artefact ne répondant pas pleinement aux attentes, comme en témoigne le cas de l'horloge Houriet. Initialement considérée

[1008] RD 1883, pp. 6-7.
[1009] Hirsch Adolphe, « La pendule électrique de précision de M. Hipp », *BSSNN,* 14, 1883-1884, pp. 3-18 ; Hirsch Adolphe, « La pendule électrique de précision de M. Hipp », *BSSNN,* 19, 1890-1891, pp. 3-16.
[1010] Hirsch Adolphe, « La pendule électrique de précision de M. Hipp », *BSSNN,* 19, 1890-1891, p 3.

comme une excellente horloge astronomique, elle finit par être reléguée au rang de garde-temps secondaire. En 1861, Hirsch la qualifie en des termes élogieux, mentionnant que « *le concours nous a fourni deux excellentes pendules* [Dubois et Houriet] »[1011]. Ce constat est confirmé à plusieurs reprises, notamment lorsque le directeur déclare avoir « *fait nettoyer par M. William Dubois notre pendule Houriet, qui, depuis lors, va bien comme toutes les autres* »[1012]. Pour garantir son bon fonctionnement, la pendule Houriet fait l'objet d'adaptations, notamment par l'ajout d'un arc divisé et le remplacement du poids moteur, afin de réduire les frottements au sein du boîtier[1013]. En 1867, malgré plusieurs interventions, Hirsch continue de considérer la pendule Houriet comme une horloge de qualité : « *J'ai fait dorer le mouvement de la pendule Houriet, pour éviter que l'oxydation, qui avait été provoquée par l'influence de son cabinet en bois de chêne, ne fasse des progrès ; comme j'ai en outre couvert l'intérieur du cabinet d'une couche épaisse d'un vernis imperméable, je crois maintenant cette excellente pendule à l'abri de l'action fâcheuse que le cabinet aurait pu exercer à la longue* »[1014].

En 1870 pourtant, la donne change : « *Seule la pendule de Houriet laisse à désirer, sans cependant avoir augmenté sa variation de l'année dernière (0,16 s).* »[1015] Durant la période Hirsch, une variation diurne moyenne excédant 0,15 seconde est perçue comme incompatible avec le statut d'instrumentation de précision, justifiant une intervention. En 1883, Hirsch souligne que « *la pendule Houriet qui, dès l'origine, était la moins parfaite de nos horloges, s'est détériorée avec le temps, au point qu'il faut y apporter des réparations importantes pour qu'elle puisse rendre quelque service* »[1016]. Désormais, Hirsch estime que cette pendule nécessite des transformations majeures pour conserver son utilité. Cependant, en 1886, il semble abandonner l'idée de la modifier et envisage de la remplacer par une seconde pendule de Hipp : « *Je crois donc qu'il serait dans l'intérêt de l'Observatoire de s'en défaire et d'utiliser le produit de sa vente* […] *pour nous procurer encore une seconde pendule électrique du système Hipp.* »[1017] Ainsi, la pendule Houriet, ne répondant plus aux critères de précision de l'astronome, peut néanmoins être employée comme ressource pour financer l'acquisition d'un instrument

[1011] RD 1860-1861, p. 9.
[1012] RD 1863-1864, p. 3.
[1013] RD 1862-1863, p. 4.
[1014] RD 1867, p. 4.
[1015] RD 1870, p. 5.
[1016] RD 1883, p. 7.
[1017] RD 1886, p. 7.

plus performant. Cette démarche s'inscrit dans le contexte financier de l'établissement, qui ne dispose pas des moyens nécessaires pour renouveler ses garde-temps sans solliciter l'approbation du Grand Conseil. Hirsch souligne que la précision désormais insuffisante de la pendule Houriet la rend inadaptée aux besoins d'un établissement scientifique : « *Cette pendule serait encore assez bonne pour un régulateur de fabrique ou de bureau, sa variation moyenne étant de 0,2 s environ, mais elle ne suffit pas aux exigences d'un Observatoire.* »[1018] Les mauvaises performances et les irrégularités prolongées de la pendule Houriet entraînent son déclassement définitif. En 1894, elle est finalement vendue : « *Notre quatrième ancienne horloge de Houriet, qui, depuis plusieurs années, n'avait plus marché avec la régularité nécessaire pour un observatoire, a été cédée avec le consentement du Département, au prix de 500 francs, à M. H. Sandoz, à Tavannes, qui en a pris livraison le 6 août 1894.* »[1019] Le produit de cette vente est destiné à financer l'acquisition d'une pendule électrique de Peyer-Favarger, successeur de la firme de Hipp[1020]. Le parcours de la pendule Houriet illustre le changement de statut d'un objet technique, passant d'instrument scientifique à garde-temps destiné à une fabrique.

Malgré le soin apporté aux pendules, ce processus de dégradation se répète à plusieurs occasions, notamment lors des changements de direction à la tête de l'institution. Cela se manifeste, par exemple, en 1902, lorsqu'Arndt évoque l'état préoccupant de la pendule Winnerl :

« *Quant à notre pendule sidérale de Winnerl qui servait autrefois aux observations méridiennes et qui, pour ce but, était installée dans la salle méridienne, on avait depuis longtemps déjà observé des irrégularités dans sa marche diurne, qui paraissaient être en relation avec le changement de la température de la salle avant et pendant les observations méridiennes. En effet, un examen détaillé du pendule à gril par Monsieur Chs. [Charles] Rosat a confirmé notre opinion que ces écarts de marche proviennent d'une mauvaise compensation des tringles du pendule ; ceux-ci étant oxydés en différents endroits, et présentant une quantité de sinuosités, ne fonctionnaient plus normalement dans les traverses.* »[1021]

[1018] RD 1889, p. 7.
[1019] RD 1893-1894, p. 12.
[1020] La vente de la pendule Houriet est conditionnée à l'acquisition d'une pendule électrique de Peyer-Favarger : Arrêté du Conseil d'État du 2 octobre 1894, AEN, 2IND-6, Lettres du château (1894-1901). La pendule Houriet a été sauvée de la destruction par un employé qui l'a depuis vendue à un acquéreur allemand.
[1021] RD 1902, p. 10.

La pendule Winnerl passe ainsi du statut de pendule la plus fiable à celui de garde-temps obsolète, un déclin qui continue à évoluer par la suite. Malgré cela, elle reste en service à l'Observatoire grâce à diverses adaptations qui améliorent sa régularité de marche, jusqu'à son remplacement définitif en 1959[1022]. Par conséquent, chaque instrument est non seulement sujet à des pannes et à des réparations, mais les attentes à leur égard évoluent également au fil du temps. Cela implique que les notions de réussite ou d'échec doivent être interprétées comme des processus dynamiques, inscrits dans leur contexte historique et technique[1023].

5.2.3 Liens avec les techniciens

Les instruments sont continuellement exposés au risque de délabrement, nécessitant l'intervention de spécialistes. Les opérations de maintenance requièrent le plus souvent des compétences spécifiques, dont le personnel de l'Observatoire ne dispose pas[1024]. Pour assurer ces réparations, des relations spécifiques sont établies avec des réparateurs et des horlogers, ressources précieuses pour un établissement scientifique soucieux de maintenir un réseau de contacts fiable. Étant donné que les missions d'entretien font partie du quotidien, l'institution neuchâteloise a besoin de professionnels disponibles, idéalement situés à proximité, afin d'intervenir dans des délais raisonnables[1025].

L'exemple du cercle méridien illustre le rôle crucial du technicien dans le maintien de la culture de la précision. Aux environs de 1862-1863, la vis micrométrique, utilisée pour positionner l'instrument avec une grande exactitude, est remplacée par l'entreprise argovienne Kern. Fondée par Jakob Kern (1790-1867), spécialiste des compas et des instruments de précision, cette entreprise s'est orientée vers les appareils d'optique au début du XX^e^ siècle, devenant l'un des acteurs majeurs de l'industrie de précision en Suisse[1026]. Cela démontre que les réparations sont confiées à des spécialistes

[1022] RD 1959, p. 14.

[1023] Schechner Sara et Talas Sofia, *Failed Historical Scientific Instruments*, Brill, Leiden/Boston, 2024.

[1024] Sur cet état de délabrement, voir : Schaffer Simon, « Easily cracked… », p. 708.

[1025] Lambert Guy et Raveux Olivier (éd.), « Pannes et accidents (XIX^e^-XXI^e^ siècles) », *Artefact. Histoire, techniques et sciences humaines*, 11, 2019, pp. 9-17, pp. 9-10.

[1026] RD 1862-1863, p. 4. Scherer Sarah Brian, « Kern », *DHS*, version du 10.08.2007, traduit de l'allemand. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/043148/2007-08-10/, consulté le 20.10.2022. Sur l'entreprise Kern, Brenni Paolo, « Du laboratoire à l'industrie… », p. 203. Signalons que le StadtMuseum Aarau, le musée de la ville d'Aarau, abrite les importantes collections Kern, rassemblant à la fois de nombreux instruments scientifiques et des archives. Malheureusement, ces dernières ne sont pas inventoriées, ce qui

reconnus, dont l'expertise ne se limite pas à la vente d'équipements. Ces professionnels interviennent également pour des opérations de maintenance, y compris sur des instruments qu'ils n'ont pas eux-mêmes fabriqués[1027]. Peu de temps après, le cercle méridien subit un dommage majeur au niveau de son réticule :

« *Nous avons eu pendant cet hiver, à la lunette méridienne, un de ces accidents qui arrivent à tous les observatoires, surtout lors des changements brusques d'humidité et de température ; le réticule presque tout entier, à l'exception de sept fils, s'est trouvé un jour brisé, sans aucune cause apparente. On a jusqu'à présent vainement essayé de remplacer les fils d'araignée qui sont sujets quelquefois à ces accidents, par des fils d'autres matières. Mais les fils en métal ont le grave inconvénient de changer trop avec la température et par conséquent de casser en hiver, lorsqu'on les a bien tendus, ou de ne plus rester droits en été. Les fils en verre, si même on parvient à les tirer assez fins, n'ont pas assez d'élasticité pour résister au moindre choc. Force est donc de conserver les fils d'araignée, au risque de voir se produire quelquefois des accidents, comme celui dont je vous parle, et qui sont toujours désagréables parce qu'ils interrompent le travail et sont difficiles à réparer.* »[1028]

Pour effectuer la réparation, Hirsch fait de nouveau appel au mécanicien de précision argovien : « *Heureusement nous avons près de nous, en M. Kern à Aarau, un artiste habile et obligeant, qui a remplacé notre réticule dans quelques jours* [sic] *par un nouveau système de fils, qui ne laissent rien à désirer, ni pour la finesse ni pour l'exactitude de leur position.* »[1029] Les modifications doivent être réalisées non seulement par des spécialistes qualifiés, mais également dans des délais restreints afin de garantir la reprise rapide des observations astronomiques. Par la suite, Kern est de nouveau sollicitée pour assurer l'entretien de l'instrument : « L*e cercle méridien, dont la division tracée sur un limbe d'argent s'était un peu noircie, a été nettoyé par M. E. Kern, d'Aarau, dont l'habileté consciencieuse m'était assez connue pour lui confier une tâche aussi*

complique leur consultation et leur étude. Nous adressons nos remerciements particuliers à Aldo Lardelli ainsi qu'aux différents bénévoles qui s'efforcent de valoriser ce précieux patrimoine.

1027 Le cercle méridien fait l'objet de plusieurs interventions au fil du temps. En 1863-1864, le vase métallique du bain de mercure est modifié pour prévenir l'oxydation (RD 1863-1864, p. 4), et l'année suivante, la plaque du réticule est remplacée (RD 1864-1865, p. 4).

1028 RD 1865-1866, pp. 4-5.

1029 RD 1865-1866, p. 5.

délicate. »[1030] Kern devient ainsi le spécialiste attitré chargé de l'entretien, de la maintenance et des interventions sur le cercle méridien, permettant à cet instrument de remplir sa mission avec fiabilité pendant plusieurs décennies. Hipp fait également partie de ce réseau de techniciens de confiance, se spécialisant principalement dans l'entretien des appareils télégraphiques et de certains autres instruments.

En 1882, l'Observatoire modifie ses relations professionnelles et Kern ne semble plus être contacté[1031]. À partir de cette date, les services de la Société d'instruments de physique de Genève (SIP) sont sollicités pour des réparations plus importantes. Une intervention notable concerne le cercle méridien : ses tourillons doivent retrouver leur symétrie et ses coussinets être repolis[1032]. Pour cela, l'instrument est transporté aux ateliers genevois, où il reste pendant un mois pour ces opérations de rééquilibrage.

Enfin, une autre profession occupe une place centrale dans les activités d'entretien : celle des horlogers. Bien que l'Observatoire ait été initialement créé pour soutenir l'horlogerie, il s'appuie également sur l'expertise pour répondre à ses propres besoins techniques. Ces interventions constituent une tâche fondamentale, car elles impliquent le nettoyage périodique des pendules pour assurer leur bon fonctionnement et prévenir la solidification des huiles dans les mécanismes. Par ailleurs, la présence des horlogers permet à l'Observatoire de leur confier l'exécution de certaines opérations particulièrement délicates, nécessitant un savoir-faire spécifique : « *La pendule sidérale ayant fonctionné pendant plus de 4 ans, je l'ai fait nettoyer et on en a changé l'huile ; cette tâche toujours délicate a été très bien exécutée par M. William Dubois. J'ai voulu profiter de cette occasion pour corriger la compensation du pendule, qui était un peu trop forte ; l'artiste n'y est pas parvenu complètement, et j'y ferai mettre la dernière main aussitôt que le retour de la chaleur permettra d'y procéder avec sûreté* »[1033].

Durant les premières années, Hirsch s'appuie principalement sur William Dubois, l'horloger loclois déjà mentionné pour avoir réglé les

[1030] RD 1866-1867, p. 4. Cette intervention s'inscrit dans une routine d'entretien, puisque Kern est de nouveau sollicité l'année suivante : RD 1868, p. 3.
[1031] Toutefois, l'entreprise argovienne réapparaît en 1925 et en 1930 pour des interventions techniques spécifiques : en 1925, sur le micromètre du réfracteur Merz (RD 1925, p. 6), et en 1930, sur l'instrument des passages de Bamberg (RD 1939, pp. 11-12).
[1032] RD 1882, pp. 3-6. Pour l'histoire de la SIP, voir : Frommel Bénédict, *La SIP : 150 ans de mécanique de précision : 1862-2012*, Genève : Office du patrimoine et des sites, Satigny : Société d'instruments de précision SA, Golion, Infolio, 2012.
[1033] RD 1864-1865, p. 4.

pendules de l'Association ouvrière lors du concours initial[1034]. Après le décès de Dubois, la famille Nardin et Sylvain Mairet sont sollicités :

« *La pendule sidérale de Winnerl a conservé une marche extrêmement régulière ; sa variation moyenne d'un jour à l'autre a été en 1869 de ± 0,051 s. Mais, vers la fin de l'année dernière, son mouvement électrique n'a plus fonctionné régulièrement à cause de l'épaississement des huiles ; je l'ai donc fait nettoyer à fond, il y a quelques semaines. M. William Dubois qui, autrefois, s'était toujours chargé des soins de nos pendules, étant décédé, j'ai confié cette tâche, difficile surtout pour la pendule Winnerl à cause de sa construction compliquée, à MM. Ulysse Nardin et Mairet fils, du Locle, qui s'en sont parfaitement tirés.* »[1035]

Cette citation reflète la gratitude du directeur, qui met en avant les compétences des horlogers dans son rapport annuel tout en soulignant les difficultés à trouver des personnes prêtes à effectuer ce travail. Trouver des personnes capables et surtout disposées à consacrer du temps à cette tâche astreignante n'est pas chose aisée, comme le confie Hirsch en 1872 : « *Les deux autres* [horloges]*, par contre, laissent à désirer et ont grand besoin d'être nettoyées ; malheureusement, j'ai beaucoup de peine, au milieu de notre pays d'horlogers, d'obtenir qu'un de nos artistes compétents veuille se charger de cette délicate besogne.* »[1036] Cette problématique résulte de la réticence des horlogers à entreprendre ces réparations exigeantes et chronophages. Bien que de nombreux horlogers soient présents, accéder à des compétences techniques de haute précision reste un défi, ce qui illustre que l'un des objectifs de l'Observatoire, à savoir la diffusion d'un savoir-faire astronomique, n'est pas pleinement réalisé.

Après le décès d'Ulysse Nardin (1823-1876), l'horloger le plus sollicité entre 1869 et 1876, obtenir l'appui de spécialistes pour entretenir les pendules devient à nouveau une tâche ardue :

« *J'ai dû faire nettoyer, il y a quelques semaines, notre pendule sidérale qui, avec un mécanisme beaucoup plus compliqué, est exposée à des variations de température bien plus grandes que les autres. Notre ancien collègue, M. Sylvain Mairet, a bien voulu nous prêter pour cette opération délicate*

[1034] Fallet Estelle, *La mesure du temps…,* pp. 84-87.
[1035] RD 1869, p. 4. Sur l'histoire de l'entreprise Ulysse Nardin : Nardin Raymond, *Les Chronomètres de marine Ulysse Nardin*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1994. Sur Sylvain Mairet : Fallet Estelle, *La mesure du temps….,* pp. 77-79.
[1036] RD 1872, pp. 2-3.

son concours d'autant plus précieux, que l'artiste éminent que le pays vient de perdre, M. Ulysse Nardin, ne pouvait plus s'en charger comme autrefois. Sous la direction de M. Mairet, son fils, M. Paul Nardin, et son visiteur habile, M. Rosat, ont, à ce qu'il paraît, réussi à rendre à cette horloge son ancienne régularité de marche. »[1037]

Ainsi, le maintien de l'instrumentation exige l'établissement de relations privilégiées avec les techniciens indispensables à l'Observatoire pour préserver un équipement scientifique répondant à des exigences de haute précision.

*****

La seconde moitié du XIX^e^ siècle est une période marquée par la préservation des fondements épistémiques de la chaîne opératoire. Le directeur s'attache du mieux possible à en maintenir le bon état, tout comme celui des bâtiments. L'organisation du travail repose sur une hiérarchisation rigoureuse, au sein de laquelle le directeur supervise l'ensemble des activités, régule la conduite de ses collaborateurs et contrôle même leurs déplacements. Cependant, le directeur lui-même est limité par les contraintes structurelles de son institution, ce qui justifie sa volonté de recruter un adjoint.

Afin de favoriser le développement de sa carrière scientifique, le directeur parvient à instaurer un système largement autonome reposant avant tout sur l'astronome adjoint et le concierge-mécanicien. Sous sa direction, la réputation de l'Observatoire s'étend sur la scène internationale, tandis qu'en interne, le personnel s'acquitte sans relâche des mêmes tâches répétitives. Ce mode de fonctionnement perdure jusqu'au début du XX^e^ siècle et caractérise le régime d'observation de la période Hirsch, où le directeur, tel un véritable maître d'orchestre, peut intervenir à distance. Cette organisation permet à une petite institution dévolue à la mesure du temps de s'intégrer dans un réseau scientifique international. Cette activité ne suffisant pas à asseoir une large renommée ; elle nécessite un équilibre constant entre la gestion du temps à disposition et la préservation d'une culture de la précision, équilibre qui semble avoir été atteint sous la direction de Hirsch.

[1037] RD 1875, p. 3. Sur Ulysse Nardin, voir : Fallet Estelle, *La mesure du temps…,* pp. 84-87. Plusieurs autres horlogers vont s'occuper du nettoyage des pendules, parmi lesquels il faut mentionner Édouard Lienhardt, horloger loclois et membre de la commission d'inspection de l'Observatoire dès 1875, Henri Rosat (1858-1945), régleur de précision de l'entreprise Nardin, et David Perret (1846-1908), membre de la commission de l'Observatoire et horloger ayant contribué à la mécanisation de l'horlogerie neuchâteloise : Sur Rosat : Fallet Estelle, *La mesure du temps…,* pp. 98-99 ; Nardin Raymond, *Les Chronomètres de marine Ulysse Nardin*…, p. 53. David Perret : Fallet Estelle, *La mesure du temps…,* pp. 96-97.

La mise en place d'une chaîne opératoire efficace nécessite une organisation rigoureuse du travail et un entretien constant des instruments. Loin de l'image de la science comme une quête grandiose ponctuée de découvertes majeures révélant le génie de leurs auteurs, la réalité d'une institution scientifique repose aussi sur la gestion minutieuse des tâches quotidiennes. Chaque aspect, même le plus trivial, doit être contrôlé. Direction du personnel, répétition de gestes identiques, maintenance d'instruments souvent vieillissants, tels sont les éléments constitutifs de la routine inhérente à la culture de la précision de l'Observatoire. Ces activités, particulièrement chronophages pour une institution de si petite taille, réduisent considérablement le temps disponible pour la recherche astronomique, qui se trouve reléguée au second plan.

Au début du XX^{e} siècle, l'Observatoire s'impose comme une institution solidement établie, reconnue pour son rôle d'expert dans la certification des chronomètres et en tant que garant de la précision. Le volume de chronomètres déposés, le succès du concours de chronométrie, la compétition acharnée entre fabricants d'horlogerie pour remporter les premiers prix, ainsi que le prestige de la figure de Hirsch, illustrent la position éminente acquise par cette institution scientifique.

Seconde partie

Un observatoire bureaucratico-scientifique

Lorsque l'entretien ne suffit plus à garantir le bon fonctionnement de leur chaîne opératoire, les institutions scientifiques doivent envisager son renouvellement. À Neuchâtel, l'Observatoire n'échappe pas à cette dynamique au cours de la première moitié du XX^e^ siècle, un processus souvent marqué par les changements de direction, chaque directeur aspirant à imprimer sa marque sur l'établissement. Ces transformations s'inscrivent dans des contextes sociaux, techniques, culturels et économiques spécifiques, qu'il est essentiel de prendre en compte pour comprendre les enjeux, les obstacles et les défis auxquels les observatoires font face. L'analyse des instruments offre une fenêtre sur l'évolution des pratiques, le cadre épistémique de l'institution et, en définitive, sur les mutations de la culture de précision.

Au XX^e^ siècle, les relations entre savoirs, État et industrie se modifient, marquées par une pénétration accrue des sciences et des techniques dans de nombreux domaines de la société. Ce phénomène a conduit Christophe Bonneuil et Dominique Pestre à qualifier cette période de « *siècle des technosciences* »[1038]. L'expertise scientifique devient de plus en plus indispensable pour orienter

[1038] Bonneuil Christophe et Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs…* ; Edgerton David, « L'État entrepreneur des sciences », Bonneuil Christophe et Pestre Dominique

et légitimer l'action de l'État[1039]. Bien que ce mouvement s'intensifie à cette période, il convient de mentionner que la relation entre l'État et les savoirs s'enracine dans un processus historique de longue durée[1040]. Cette évolution touche également la mesure du temps et, par conséquent, l'Observatoire, où la culture de la précision se transforme profondément. Désormais, elle se conforme davantage à des critères administratifs et réglementaires, devant atteindre des normes prédéfinies, plutôt que de se concentrer sur l'amélioration continue des observations astronomiques et des données, comme c'était le cas auparavant. Le passage à ce que nous qualifions de culture de la précision bureaucratico-scientifique, caractéristique du nouveau régime scientifique de l'Observatoire, se manifeste à travers des phénomènes tels que la standardisation des données, l'établissement de paramètres de qualité, ou encore le volume croissant de données produites, qui modifient profondément les pratiques. Entre les dernières décennies du XIX^e^ siècle et les premières du XX^e^ siècle, on assiste au passage progressif d'une précision scientifique, dans laquelle les pratiques de mesure sont l'objet d'une activité expérimentale devant en améliorer constamment la qualité, à une précision scientifico-bureaucratique[1041]. Cette nouvelle culture est caractérisée par la standardisation et l'automatisation des observations, propres à une astronomie pratique mise au service de l'État et de l'industrie. Elle est également

(éd.), *Histoire des sciences et des savoirs*…, pp. 66-83 ; Pestre Dominique, *Science, argent et politique. Un essai d'interprétation*, Paris, Quae, 2003.

[1039] Schaffer Simon, « Modernité et métrologie », Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs*, tome 2, Raj Kapil et Sibum Otto (éd.), *Modernité et globalisation*, Paris, 2015, pp. 115-141 ; Pestre Dominique, *Le Gouvernement des technosciences. Gouverner le progrès et ses dégâts depuis 1945*, Paris, La Découverte, 2014 ; Larqué Lionel et Pestre Dominique (éd.), *Les Sciences, ça nous regarde. Histoires surprenantes de nos rapports aux sciences et aux techniques*, Paris, La Découverte, 2013 ; Barry Andrew, *Political Machines: Governing a Technological Society*, Londres, The Athlone Press, 2001 ; Guzzetti Luca (ed.), *Science and Power : the Historical Foundations of Research Policies in Europe*, Florence, Istituto e Museo di Storia della Scienza, 2000 ; Lankford John, *American Astronomy. Community, Careers and Power, 1859-1940*, Chicago, 1997.

[1040] Parmi une littérature abondante, voir : Ismard Paulin, *La Démocratie contre les experts. Les esclaves publics en Grèce ancienne,* Paris, Le Seuil, 2015 ; Michon Cédric (éd.), *Les Conseillers de François I^er^,* Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2011 ; Biagioli Mario, *Galileo Courtier, the Practice of Science in the Culture of Absolutism*, Chicago, University of Chicago Press, 1993.

[1041] Sur la bureaucratisation des observatoires : Lamy Jérôme, *L'Observatoire de Toulouse*…, pp. 167-308 ; Aubin David, « The fading stars… » ; Smith Robert, « A national observatory transformed… » ; Schaffer Simon, « Astronomers mark time… ». Sur les régimes scientifiques, voir : Lamy Jérôme, « Des sciences par et pour le gouvernement. Sur le régime régulatoire des sciences contemporaines », *Sociologie et Sociétés*, 47, 2, 2015, pp. 287-309 ; Lamy Jérôme et Saint-Martin Arnaud, « Pratiques et collectifs de la science en régime. Note critique », *Revue d'histoire des sciences*, 64, 2, 2007, pp. 377-389 ; Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le* télescope… ; Shinn Terry, « Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle : la recherche technico-instrumentale », *Revue française de sociologie*, 41, 3, 2000, pp. 447-473. Shinn Terry, « Change or mutation ? Reflections on the foundations of contemporary science », *Social Science Information*, 38, 1, 1999, pp. 149-176.

influencée par l'idéologie et les techniques de rationalisation, notamment celles appliquées au travail, qui imprègnent les méthodes et les objectifs de l'Observatoire[1042].

Nous formulons ici l'hypothèse d'un passage progressif d'une culture de la précision scientifique à une culture de la précision bureaucratico-scientifique, un phénomène qui devient perceptible lors de la transition entre les deux premiers directeurs de l'Observatoire. Ce changement se traduit par une transformation des pratiques, qui ne sont plus exclusivement déterminées par les astronomes cherchant à améliorer continuellement la qualité des données, mais qui répondent davantage que précédemment à des règles négociées avec l'administration et l'industrie horlogère.

Ces nouvelles contraintes se manifestent sous diverses formes, telles qu'un règlement formalisé ou des injonctions émanant de l'État et de l'horlogerie, particulièrement à travers la commission de l'Observatoire. Initialement chargée de superviser le bon fonctionnement de l'établissement et de servir de relais entre l'Observatoire et les instances politiques, cette commission voit son rôle évoluer. À l'aube du XX^e^ siècle, elle devient un organe décisionnel, rendant l'analyse de ses procès-verbaux particulièrement pertinente pour étudier la transition vers une institution à la fois bureaucratico-scientifique.

Durant cette période, deux directeurs se succèdent, correspondant à deux chaînes opératoires distinctes. Nous débuterons par l'examen de la première phase, qui s'étend jusqu'aux années 1930 et couvre le mandat de Louis Arndt. Nous analyserons ensuite un second temps, marqué par les directions successives d'Edmond Guyot et de Jean-Pierre Blaser, jusqu'à l'orée des années 1960. Arndt, confronté à la difficile tâche de prendre le relais du charismatique Hirsch, et Guyot, le troisième directeur, s'efforcent tous deux de reconfigurer la chaîne opératoire en intégrant les dernières innovations technologiques. Le chapitre 6 abordera la transition entre le premier directeur et Louis Arndt. Les chapitres 7 et 8 se concentreront sur la deuxième chaîne opératoire, tandis que les chapitres 9 et 10 seront consacrés à la troisième.

[1042] Gardey Delphine, *Écrire, calculer, classer…* ; Visman Cornelia, *Akten. Medientechnik und Recht*, Francfort-sur-le-Main, Fischer, 2000.

Chapitre 6

Réaffirmer le caractère scientifique de l'institution

« Qu'est-ce donc que le temps ? Qui en saurait donner facilement une brève explication ? Qui pourrait le saisir, ne serait-ce qu'en pensée, pour en dire un mot ? Et pourtant, quelle évocation plus familière et plus classique dans la conversation que celle du temps ? Nous le comprenons bien quand nous en parlons ; nous le comprenons aussi, en entendant autrui en parler. Qu'est-ce que donc que le temps ? Si personne ne me le demande, je le sais. Si quelqu'un pose la question et que je veuille l'expliquer, je ne sais plus. Toutefois, j'affirme avec force ceci : si rien ne passait, il n'y aurait pas de passé ; si rien n'advenait, il n'y aurait pas de futur ; si rien n'était, il n'y aurait pas de présent. Mais ces deux temps, le passé et le futur, comment peut-on dire qu'ils « sont », puisque le passé n'est plus, et que le futur n'est pas encore ? Quant au présent, s'il restait toujours présent sans se transformer en passé, il cesserait d'être « temps » pour être « éternité ». Si donc le présent, pour être « temps », doit se transformer en passé, comment pouvons-nous dire qu'il « est », puisque son unique raison d'être, c'est de ne plus être, si bien que, en fait, nous ne pouvons parler de l'être du temps que parce qu'il s'achemine vers le non-être. »

Augustin D'Hippone, *Les Confessions*, XI, XIV, p. 17

À l'aube du xx^e siècle, les préoccupations philosophiques de saint Augustin semblent bien éloignées des enjeux d'une institution scientifique solidement implantée dans le paysage scientifique et dont les services sont largement sollicités par l'industrie horlogère. Cependant, le décès d'Adolphe Hirsch, survenu le 16 avril 1901, marque le début d'une phase de transformation profonde pour l'Observatoire cantonal de Neuchâtel[1043]. Hirsch a légué sa fortune à l'État avec pour ambition de promouvoir le développement de l'astrophysique au sein de l'Observatoire. Cette mission est confiée à Louis Arndt, deuxième directeur de l'établissement, qui s'attelle à concrétiser ce projet. L'objectif est double : maintenir le rang de l'Observatoire parmi les institutions astronomiques et, in fine, valoriser les services pratiques. Cette orientation peut aussi s'interpréter comme une tentative de réaffirmer le caractère scientifique de l'institution face à une bureaucratisation croissante. Elle s'insère dans un contexte marqué par des mutations dans les relations entre science, industrie et État, ainsi que par l'essor continu de l'horlogerie dans l'Arc jurassien. Depuis le milieu du xix^e siècle, cette industrie, dont le poids économique n'a cessé de s'accroître[1044]. L'industrie horlogère renforce son emprise sur l'établissement scientifique et sur un canton de Neuchâtel de plus en plus tributaire de ce secteur clé[1045]. Le début du xx^e siècle coïncide par ailleurs avec une phase d'expansion économique significative, caractérisée par une intégration accrue de la Suisse dans le système économique international[1046]. Dès lors, l'Observatoire se situe à la croisée de dynamiques multiples qui redéfinissent son fonctionnement, l'obligeant à se réinventer pour justifier sa pertinence et préserver sa légitimité.

De nombreuses sources permettent d'analyser ces transformations, à commencer par la correspondance du directeur et par divers dossiers ad hoc

[1043] Anonyme, « Adolphe Hirsch », *Journal suisse d'horlogerie*, 11^e, mai 1901, pp. 418-420.

[1044] Sur le contexte horloger, voir notamment : Donzé Pierre-Yves, *Histoire de l'industrie horlogère* ; Koller Christophe, « De l'industrialisme à l'étatisme… » ; Cardinal Catherine, Jéquier François, Barrelet Jean-Marc et Beynier André (éd.), *L'Homme et le temps… ;* Landes Daniel, *L'Heure qu'il est*…, pp. 429-449.

[1045] Sur l'évolution des relations entre industrie horlogère et État dans l'Arc jurassien voir : Koller Christophe, « De l'industrialisme à l'étatisme… » ; Schaller François, « L'intervention du pouvoir au sein de l'industrie horlogère », Behrendt Richard (Hrsg.), *Strukturwandlungen der schweizerischen Wirtschaft und* Gesellschaft, Berne, Stämpfli, 1962, pp. 55-72 ; Virchaux Charles, *L'Influence des monopoles de l'industrie horlogère sur l'économie de la Suisse*, La Chaux-de-Fonds, Haefeli, 1952.

[1046] Veyrassat Béatrice, « Économie et société en Suisse au cap du xx^e siècle », Halbeisen Patrick, Müller Margrit et Veyrassat Béatrice (éd.), *Histoire économique de la Suisse au xx^e siècle,* Neuchâtel, Livreo-Alphil, 2021, pp. 37-86, p. 39.

relatifs à l'héritage Hirsch[1047]. Les rapports du Conseil d'État au Grand Conseil apportent un éclairage politique sur la gestion et les enjeux de l'Observatoire[1048]. En outre, les procès-verbaux de la commission de l'Observatoire constituent une source essentielle pour comprendre les débats internes ainsi que les interactions entre le directeur, représentant l'institution, et les sphères politiques, économiques et industrielles[1049]. Enfin, la publication réalisée en 1912 à l'occasion du cinquantenaire de l'Observatoire fournit des informations précieuses, notamment des plans détaillant les évolutions architecturales et organisationnelles de l'établissement[1050].

Dans le présent chapitre, nous questionnerons d'abord la figure du nouveau directeur, Louis Arndt, qui incarne à bien des égards la transition vers une institution bureaucratico-scientifique. Dès sa prise de fonction, il s'efforce d'imprimer sa marque sur l'Observatoire en amorçant d'importants changements rendus possibles par le legs de son prédécesseur. Nous nous pencherons ensuite sur la transformation de l'Observatoire résultant du testament Hirsch, notamment sur l'installation d'une lunette astronomique de grand calibre destinée au développement de l'astrophysique à Neuchâtel. Bien que cette dernière ne fasse pas directement partie de la chaîne opératoire de la mesure du temps, son étude est indispensable pour comprendre la reconfiguration de l'Observatoire au tournant du XX^e^ siècle. Nous explorerons enfin les changements sous l'angle spatial en nous intéressant à la construction du Pavillon Hirsch et aux modifications apportées au bâtiment principal.

[1047] La correspondance de Louis Arndt est conservée à la BPUN, sous les cotes OBSE-102-4.12 à 19. Le courrier adressé au directeur figure également dans les archives, au sein des fonds BPUN, OBSE-102-3.1 à 3. Les documents financiers relatifs à la gestion de l'héritage d'Adolphe Hirsch sont disponibles aux AEN, sous la cote 1Fin-458. Plusieurs autres fonds offrent des informations complémentaires sur l'instauration du service scientifique, parmi lesquels les cotes 1IND-342 et 1IND-343 méritent une attention particulière. Enfin, les dossiers constructifs sont enrichis par les fonds du département des Travaux publics, consultables sous les cotes AEN, 1TP-1000 et 1001.

[1048] « Rapport du Conseil d'État sur l'acquisition de terrains au sud de l'Observatoire cantonal », séance du 22 octobre 1901, *BOGC*, 64, 1901, pp. 276-281 ; « Rapport de la commission chargée d'examiner le projet de décret concernant l'acquisition de terrains au sud de l'Observatoire cantonal », séance du 26 novembre 1901, *BOGC*, 64, 1901, pp. 674-681 ; Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire, séance du 15 mai 1911, *BOGC*, 77, 1911, pp. 118-121 ; Rapport de la commission spéciale chargée de l'examen du projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire cantonal, séance du 24 juillet 1911, *BOGC*, 77, 1911, pp. 437-444 ; « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant création d'un poste d'assistant à l'Observatoire cantonal », séance du 18 novembre 1913, *BOGC*, 79, 1913, pp. 175-179.

[1049] Les procès-verbaux de la commission sont conservés dans le fonds des AEN, 1EP-352.

[1050] Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912.

6.1 Louis Arndt (1861-1940), le fonctionnaire-scientifique

Le deuxième directeur a suscité moins d'attention que son illustre prédécesseur. Les archives personnelles le concernant sont presque inexistantes, ce qui laisse subsister des zones d'ombre, en particulier sur ses jeunes années et sa vie privée. Cette rareté documentaire rend la reconstitution de son parcours et de son réseau plus complexe. Toutefois, plusieurs éléments peuvent être rassemblés pour esquisser un portrait de Louis Arndt et de sa trajectoire.

Louis Arndt (figure 43) naît le 25 novembre 1861 à Erfurt, en Allemagne[1051]. Entre 1882 et 1888, il suit des études en mathématiques et en astronomie à l'Université Friedrich-Wilhelm de Berlin[1052]. En 1888, il devient assistant au Königlichen Sternwarte à Berlin, « *où il fut spécialement attaché aux services de la grande lunette méridienne et de l'heure* »[1053]. Son parcours témoigne avant tout d'une expertise en astronomie pratique. En 1892, Arndt rejoint l'Observatoire de Neuchâtel en tant qu'aide-astronome, remplaçant Hilfiker[1054]. Son recrutement résulte de l'amitié entre Adolphe Hirsch et Wilhelm Foerster, directeur de l'Observatoire de Berlin. Comme le rapporte Édouard Quartier-la-Tente (1855-1925)[1055], conseiller d'État radical et directeur du département de l'Instruction publique, Arndt était alors sur le point de *« présenter sa thèse de doctorat à l'Université de Berlin, lorsque M. Foerster, pour rendre service à son ami Hirsch* [le pria] *de se rendre pour quelques mois à Neuchâtel pour suppléer M. Hilfiker, aide-astronome, pendant sa maladie* »[1056]. Quelques mois qui se prolongeront finalement pour embrasser l'ensemble de sa carrière et de sa vie.

[1051] Les informations biographiques sont essentiellement tirées de la nécrologie de Arndt parue dans *Le Véritable Messager boiteux* : Anonyme, « Louis Arndt », *Le Véritable Messager boiteux,* 1941, pp. 50-51. La *Feuille d'avis neuchâteloise (FAN)* a également publié un portrait de Arndt au moment de sa retraite en 1934 : Anonyme, « L'Observatoire a depuis hier un nouveau directeur », *FAN*, 7 juillet 1934, p. 10.

[1052] *Amtliches Verzeichnis des Personals und der Studirenden der königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin auf das Winterhalbjahr vom 16. october 1882 bis 15. März 1883*, doc. 28666, Berlin, 1882, p. 28 et *Amtliches Verzeichnis des Personals und der Studirenden der königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin auf das Winterhalbjahr vom 16. october 1887 bis 15. März 1888*, doc. 28691, Berlin, 1887, p. 33.

[1053] Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois…*, p. 50.

[1054] RD 1892, p. 26.

[1055] Pour une biographie de ce conseiller d'État chargé de l'Observatoire entre 1898 et 1922, voir : Jeannin-Jaquet Isabelle, « Quartier-la-Tente, Édouard », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 12.04.2012. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006063/2012-04-12/, consulté le 09.06.2022.

[1056] Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois…*, p. 50.

Figure 43. Louis Arndt. Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel : Département de l'Instruction publique, 1912, p. 49.

En 1895, Arndt soutient une thèse de doctorat portant sur le calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires, visant à perfectionner le calcul des orbites des corps célestes dans le cadre de la théorie de Gauss[1057]. Ce travail s'inscrit dans la tradition de la mécanique céleste du XIXe siècle et de l'école germanique, plutôt que dans les recherches émergentes en astrophysique ou en astrophotographie qui gagnent en importance dès le dernier tiers du XIXe siècle[1058]. Sa thèse, caractérisée par une approche relativement aride, est résumée dans un article paru dans le *BSSNN*[1059]. Cette publication, une traduction de l'allemand, se limite à une série d'équations encadrées par une introduction succincte et deux phrases conclusives. Néanmoins, son travail est cité dans l'ouvrage de synthèse de

[1057] RD 1895, p. 26. Arndt Louis, *Beitrag zur Berechnung der störenen Kräfte in der Theorie der säcularen Störungen*, Berlin, 1895, thèse de doctorat. Arndt présente un résumé de sa thèse à la SSNN : Arndt Louis, « Recherches sur le calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires », *BSSNN*, 24, 1895-1896, pp. 3-44. Pour le travail de Gauss, voir : Gauss Carl Frédéric, *Determinatio attractionis : quam in punctum quodvis positionis datae exerceret planeta, si eius massa per totam orbitam, ratione temporis, quo singulae partes describuntur, uniformiter esset dispertita*, Göttingen, 1818.

[1058] Sur l'astrophysique : La Souchère Marie-Christine de, *Histoire de l'astronomie. Des premières observations à la conquête de* l'espace, Paris, Ellipses, 2019, pp. 83-92 ; Devorkin David, « Astrophysics », Lankford John (ed.), *History of Astronomy. An Encyclopedia*, New York, Routledge, 2011, pp. 72-79 ; Gingerich Owen (ed.), *Astrophysics and Twentieth-Century Astronomy*… Sur l'astrophotographie : Nasim Omar, « Hybrid photography in the history of science: the case of astronomical practice », Klamm Stefanie, Hillnhütter Sara et Tietjen Friedrich (eds.), *Hybrid Photography: Intermedial Practice in Science and Humanities*, Londres, Routledge, 2021, pp. 11-27 ; Nasim Omar, « Handling the heavens: things and the photo-objects of astronomy », Caraffa Costanza (ed.), *Photo-Objects: on the Materiality of Photographs and Photo-Archives in the Humanities and Sciences*, Berlin, EOA, 2019.

[1059] « Recherches sur le calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires », *BSSNN*, 24, 1895-1896, pp. 3-44.

l'astronome américain Éric Doolittle (1869-1920), publié en 1912, portant sur les variations orbitales des planètes Mercure, Vénus, Terre et Mars. Cette reconnaissance souligne une certaine portée de ses recherches[1060].

Arndt occupe le poste d'aide-astronome jusqu'à sa nomination comme directeur en 1901. Entre-temps, il est désigné, après le décès de Hirsch, « *directeur de la section chronométrique* » à compter du 25 juin 1901 et chargé provisoirement de la direction générale de l'établissement[1061]. À partir du 28 juin, le nouveau règlement de l'Observatoire distingue deux sections : l'une scientifique (astronomie et météorologie) et l'autre chronométrique (détermination de l'heure et observation des chronomètres), reflétant les priorités fixées par les autorités politiques[1062]. En pratique, cependant, cette division organisationnelle reste théorique, et une véritable direction bicéphale ne sera instaurée qu'à partir des années 1950. Concernant sa nomination, le conseiller d'État radical Auguste Pettavel (1845-1921)[1063] écrit que « *certaines personnes avaient des appréhensions au sujet de la manière dont M. Arndt dirigerait l'Observatoire, mais M. Arndt est un homme zélé, travailleur et l'expérience a prouvé qu'il est tout à fait qualifié pour être appelé à la fonction de Directeur de cet établissement* »[1064]. Notons toutefois qu'aucune trace de ces appréhensions ne figure dans les archives consultées. Quoi qu'il en soit, la commission recommande unanimement la nomination d'Arndt, validée par le Conseil d'État le 17 décembre 1901. L'intéressé dirigera l'établissement jusqu'au 1er juillet 1934[1065].

Durant l'hiver 1897-1898, Arndt dispense un « cours libre » intitulé « Théorie mathématique des assurances » à l'Académie de Neuchâtel, illustrant ses affinités avec les statistiques[1066]. Le lien direct entre statistiques et astronomie demeure alors étroit. Après la mort de Hirsch, Arndt occupe brièvement

[1060] Doolittle Eric, « The secular variations of the elements of the orbits of the four inner planets computed for the epoch 1850.0 G.M.T. », *Transactions of the American Philosophical Society*, 22, 2, 1912, pp. 37-189.

[1061] « Séance du lundi 16 décembre 1901 », *Procès-verbaux de la commission de l'Observatoire cantonal du 27 septembre 1901 au… [ci-après PVCOC 1901-…]*, AEN, 1EP-352, p. 6.

[1062] Article 1 du « Règlement général pour le service de l'Observatoire cantonal », 28 juin 1901, AEN, 1EP-352.

[1063] Pettavel est membre du Conseil d'État neuchâtelois entre 1900 et 1919. Pour une biographie de Pettavel, voir : Kaba Mariama, « Pettavel, Auguste », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 16.09.2008, Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/004654/2008-09-16/, consulté le 17.06.2022.

[1064] « Séance du lundi 16 décembre 1901 », *PVCOC 1901-…,* AEN, 1EP-352, p. 7.

[1065] RD 1934, p. 3.

[1066] Scheurer Rémy, « La Faculté des sciences » Knoepfler Denis (éd), *Histoire de l'Université de Neuchâtel. T. 2, La seconde Académie, 1866-1909*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, G. Attinger, 1994, pp. 347-379.

la chaire de professeur d'astronomie à l'Académie, avant qu'elle ne soit attribuée à Eugène Le Grand Roy (1852-1926) en 1902. Arndt entretiendra peu de relations avec ce dernier, contribuant à l'isolement institutionnel de l'Observatoire durant les premières décennies du xx[e] siècle[1067]. Sur le plan privé, Arndt est marié à Sophie Émilie Scherf (1869-1945), avec laquelle il a quatre enfants[1068]. La famille résidera au sein même de l'établissement durant l'engagement d'Arndt.

Tout au long de sa carrière durant, Arndt s'est principalement consacré à la chronométrie. Il a notamment révisé le règlement et amélioré l'instrumentation destinée au contrôle des chronomètres. Par ailleurs, il intègre en 1909 la commission de l'École d'horlogerie et de mécanique de Neuchâtel[1069]. Contrairement à son prédécesseur, Arndt ne développe ni activités internationales ni domaines de recherche spécifiques, et son réseau demeure limité. En matière de production scientifique, il publie beaucoup moins que Hirsch (cinq articles dans le *BSSNN* contre plus de cent vingt pour ce dernier[1070]). Cette faible activité de publication a un effet direct sur la réputation d'Arndt et de l'Observatoire, comme le montre l'examen des procès-verbaux du Bureau des longitudes[1071]. Alors que Hirsch et l'établissement sont mentionnés à trente-six reprises dans ces documents, Arndt n'y apparaît qu'une seule fois, et l'Observatoire de Neuchâtel disparaît presque totalement[1072]. Cet état de fait confirme l'importance cruciale des publications scientifiques et de la participation à des opérations internationales pour asseoir la notoriété d'une institution scientifique, mais aussi le rôle central joué par la personnalité des directeurs. Il est également frappant de constater qu'Arndt ne publie aucune étude sur les instruments scientifiques de l'Observatoire malgré le renouvellement quasi complet de la chaîne opératoire

[1067] Perret Thomas, « La physique », Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel. Tome 3. L'Université, de sa fondation en 1909 au début des années soixante*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, Gilles Attinger, 2002, pp. 492-510.

[1068] Fiches d'état civil n° 207587, Archives de la ville de Neuchâtel. Charles-Louis Frédéric (21.03.1899), Louis-Germaine Gertrade (18.07.1900), Lucie-Agnès Anna (23.01.1902) et Wilmar Léo Ferdinand (30.06.1903).

[1069] Arndt accepte cette place par courrier du 28 mai 1909 : Lettre de Louis Arndt au Conseil général de Neuchâtel, 28 mai 1909, BPUN, Fonds de l'Observatoire de Neuchâtel, Correspondance, OBSE-102-4.15, p. 180.

[1070] Voir la liste des publications des directeurs dans la bibliographie. Notons cependant la difficulté de définir avec précision le statut de certaines contributions de Hirsch, qui ne sont pas explicitement identifiées comme des articles.

[1071] Pour les procès-verbaux du Bureau des longitudes, voir : http://bdl.ahp-numerique.fr/

[1072] La seule exception concerne le concours international chronométrique prévu en 1923 pour le centenaire du décès d'Abraham-Louis Breguet (1747-1823).

sous sa direction. À l'inverse, Hirsch avait documenté ses travaux en détail dans plusieurs publications consacrées aux appareils de l'établissement[1073]. Cette absence de communication et de stratégie de positionnement se reflète aussi dans le jugement historiographique porté sur Arndt. Jean-Paul Schaer, par exemple, se montre particulièrement critique, affirmant qu'Arndt n'a «*ni l'envergure scientifique ni l'engagement de son patron pour conduire ce centre scientifique vers une nouvelle destinée*»[1074]. Comme nous le verrons, la période Arndt est caractérisée par une série de crises qui affaiblissent profondément l'institution, crises auxquelles le profil du directeur n'est pas étranger.

Pourtant, Arndt joue un rôle clé dans le renouvellement de l'établissement au début du XX^e^ siècle. Il s'intéresse à plusieurs innovations techniques, notamment le téléphone et la TSF[1075], et cherche à améliorer la qualité de la détermination de l'heure en réduisant mécaniquement l'équation personnelle. Lucien Trueb porte un regard moins sévère sur le directeur, soulignant sa rigueur et le qualifiant d'«*homme aussi scrupuleux que modeste*»[1076]. De même, le *Messager boiteux* évoque Arndt de manière relativement élogieuse : «*Neuchâtel gardera de lui le souvenir d'un parfait gentleman qui ne vécut que pour la science.*»[1077]

Il convient également de rappeler que la grande période des associations internationales scientifiques s'essouffle progressivement à l'aube du XX^e^ siècle, un phénomène qui sera renforcé par la Première Guerre mondiale[1078]. Ces circonstances réduisent les opportunités d'intégrer des réseaux internationaux et d'en retirer une visibilité. Par ailleurs, Arndt lui-même exprime une certaine réserve à l'égard de ces initiatives internationales, comme en témoigne son commentaire devant la commission de l'établissement : «*Les séances de*

[1073] Une exception notable est celle du sismographe Quervain-Piccard : Arndt Louis, «Du nouveau sismographe», *BSSNN*, 53, 1928, p. 241 et Arndt Louis, «La station séismologique de l'Observatoire astronomique et chronométrique de Neuchâtel», *BSSNN*, 57, 1932, pp. 187-198.

[1074] Schaer Jean-Paul, «Adolphe Hirsch (1830-1901)», Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel, tome 2, La seconde Académie, 1866-1909*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, G. Attinger, 1994, pp. 435-440, pp. 439-440.

[1075] Le 8 janvier 1903, Arndt propose d'utiliser la TSF pour établir une station d'observation à Chaumont, permettant de déterminer l'heure malgré les périodes de brouillard, et de la transmettre à l'Observatoire par télégraphie sans fil : «Séance du jeudi 8 janvier 1903», *PVCOC 1901-…*, AEN, 1EP-352, pp. 16-17.

[1076] Trueb Lucien, *L'Observatoire de Neuchâtel…*, p. 55.

[1077] Anonyme, «Louis Arndt», *Le Véritable Messager boiteux de Neuchâtel pour l'an de grâce 1941*, Neuchâtel, Imprimerie centrale SA, 1941, pp. 50-51, p. 51.

[1078] Pour une histoire des organisations internationales, voir : Herren-Oesch Madeleine, *Internationale Organisationen seit 1865: eine Globalgeschichte der internationalen Ordnung*, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2009.

cette Association [astronomique internationale] *ne sont d'aucune utilité pour l'Observatoire.* »[1079] Cette déclaration illustre une vision centrée sur l'institution elle-même, au détriment d'une insertion dans un réseau plus large, montrant un manque d'envergure et d'ambition. D'autres transformations viennent bouleverser le fonctionnement de l'institution, en particulier le nouveau statut des employés de l'État de Neuchâtel. Ce changement introduit une organisation du travail plus réglée, avec un personnel assimilé au fonctionnariat et des horaires de bureau plus stricts[1080]. Si cette évolution améliore considérablement les conditions de travail des employés, elle ne modifie pas les attentes élevées placées sur l'institution. Celle-ci doit rester « productive », une exigence qui repose largement sur les épaules du directeur, pris dans un entrelacs d'injonctions contradictoires devant faire davantage avec des ressources toujours limitées.

Ainsi, bien qu'il soit indéniable qu'Arndt ne possède ni le charisme ni les compétences de son prédécesseur, son mandat doit être envisagé sous l'angle de la transition vers une culture de la précision bureaucratico-scientifique. Dans cette perspective, le déficit d'image du deuxième directeur doit aussi être interprété comme le symptôme des transformations institutionnelles et des ajustements dans les relations entre science et industrie.

6.2 Transformer l'Observatoire

Au début du XX^e^ siècle, pour préserver un environnement fonctionnel face à l'expansion urbaine, le Conseil d'État propose l'acquisition de terrains autour de l'Observatoire[1081]. Selon la commission, « *le développement scientifique de notre observatoire cantonal demandé par notre bienfaiteur, le Dr Hirsch, ne peut se faire dans des conditions avantageuses que si l'on prend des mesures sérieuses*

[1079] « Réunion du mercredi 1er avril 1931 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 132.

[1080] Sur ce point, voir : « Séance du 4 novembre 1913 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 111. Cet aspect est formalisé dans le règlement de l'Observatoire : « Règlement concernant le travail à l'Observatoire cantonal », 22 mai 1916, 1EP-352.

[1081] « Rapport du Conseil d'État sur l'acquisition de terrains au sud de l'Observatoire cantonal », séance du 22 octobre 1901, *BOGC*, 64, 1901, pp. 276-281 et « Rapport de la commission chargée d'examiner le projet de décret concernant l'acquisition de terrains au sud de l'Observatoire cantonal », séance du 26 novembre 1901, *BOGC*, 64, 1901, pp. 674-681. La commission du Grand Conseil chargée d'examiner le projet réduit le programme d'acquisition et inscrit la clause prévoyant la revente des terrains : « Rapport de la commission chargée d'examiner le projet de décret concernant l'acquisition de terrains au sud de l'Observatoire cantonal », séance du 26 novembre 1901, *BOGC*, 64, 1901, pp. 674-681, pp. 679-680.

d'isolement»[1082]. Elle souligne également que «*la situation exceptionnelle de l'Observatoire de Neuchâtel doit être conservée, afin de pouvoir y exécuter des travaux que les autres observatoires placés dans l'intérieur des villes ont dû renoncer à accomplir*»[1083]. Lors des débats parlementaires validant cette proposition, la possibilité de déplacer l'établissement est évoquée, mais rapidement écartée en raison du coût prohibitif estimé à 500 000 francs[1084]. En 1907, Arndt met en avant les atouts du site actuel : *« En résumé, l'Observatoire de Neuchâtel est, parmi les observatoires suisses, celui qui est le mieux situé et qui peut le mieux se développer, grâce aux terrains avoisinants qu'il possède.* »[1085] Dans ce contexte, l'attention du directeur se concentre sur la modernisation de l'institution. De nombreuses modifications sont jugées nécessaires, à commencer par celles concernant le bâtiment principal, qui souffre de son ancienneté, en particulier la toiture et les logements du personnel, devenus insuffisants[1086]. Partageant ces préoccupations, la commission appelle à une approche globale des transformations, à l'image de l'horloger neuchâtelois David Perret (1846-1908), qui «*est parfaitement d'accord avec ces demandes d'améliorations, mais* […] *désirerait qu'on fît d'abord un plan d'ensemble de toutes les transformations à opérer afin de travailler d'une façon rationnelle et définitive*»[1087].

Arndt reçoit alors le mandat de mettre en œuvre les dispositions prévues par le testament Hirsch : « [La commission] *invite M. le Directeur à consacrer une partie de ses occupations à l'examen de ces questions importantes.* »[1088] Dans cette optique, la commission demande à Arndt de renoncer à son poste à l'Académie, une décision qu'il accepte à contrecœur. Il déclare alors «*que son intention était de se présenter au concours pour la prochaine repourvue définitive du poste qu'il a rempli provisoirement à l'Académie jusqu'à ce jour, mais qu'il se conformera aux vœux exprimés par la commission*»[1089]. Cette décision, nous le verrons, accentue le fossé entre l'Observatoire et l'Académie, qui deviendra l'Université de Neuchâtel en 1909.

[1082] «Séance du mercredi 6 novembre 1901», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 4.
[1083] «Séance du mercredi 6 novembre 1901», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 4.
[1084] «Rapport du Conseil d'État sur l'acquisition de terrains au sud de l'Observatoire cantonal», séance du 22 octobre 1901, *BOGC*, 64, 1901, pp. 276-281, p. 280.
[1085] «Séance du 8 juillet 1907», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 49.
[1086] «Séance du mercredi 28 mai 1902», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 8-9.
[1087] «Séance du mercredi 28 mai 1902», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 9. Sur l'horloger David Perret voir : Babey Virginie, Piguet Claire, «La recherche de l'exactitude…», pp. 236-240 ; Fallet Estelle, *La Mesure du temps en mer…,* pp. 96-97.
[1088] «Séance du mercredi 28 mai 1902», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 9.
[1089] «Séance du mercredi 28 mai 1902», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 11.

6.2.1 Le testament Hirsch

Dans son testament rédigé en 1898, Hirsch lègue l'intégralité de sa fortune à l'État de Neuchâtel, avec pour mission de développer l'établissement scientifique : « *Voulant témoigner* [de] *l'affection que j'éprouve pour mon pays adoptif de Neuchâtel et* [de*] mon intérêt pour l'avenir de l'Observatoire cantonal que je me suis aidé à créer en 1858 et que j'ai dirigé pendant quarante ans, je laisse à la République et* [au] *Canton de Neuchâtel, la totalité de ma fortune* »[1090]. Ce legs constitue une opportunité presque inespérée pour élargir la portée de l'Observatoire, dans un contexte où les investissements de l'État restent modestes. La fortune de Hirsch, composée principalement d'actions et de titres, est évaluée à 173 000 francs en 1898 : « *Essentiellement en valeur et titres, déposés sous mon dossier chez MM. Bovet et Wacker, banquiers à Neuchâtel, et évalués le 18 mars dernier à Fr. 150745.- ainsi qu'en un compte-courant auprès de la même banque,* [se] *montant à la même date à Fr. 23000.- Total approximatif Fr. 173000.- en toutes lettres cent soixante-treize* [sic : septante] *mille francs* »[1091].

L'ampleur de ce montant soulève des questions, compte tenu du salaire relativement modeste perçu par directeur. En 1859, ce dernier s'élevait à 3 000 francs par an[1092], montant porté à 3 500 francs en 1873[1093], puis à 4 000 francs à partir de 1891[1094]. Ce revenu était complété par son professorat à l'Académie ainsi que par ses indemnités liées à ses fonctions de secrétaire perpétuel de l'Association internationale de géodésie et de secrétaire du BIPM[1095]. Par ailleurs, Hirsch bénéficiait d'une rente viagère de 750 francs, versée par la « New York Germania »[1096].

[1090] « Testament olographe du Dr Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel », AEN, 1FIN-458, p. 1.

[1091] « Testament olographe du Dr Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel », AEN, 1FIN-458, p. 1.

[1092] « Projet de budget des recettes et dépenses de la République et Canton de Neuchâtel », AEN, 17CE (1849-1878), 1859, p. 25.

[1093] « Projet de budget des recettes et dépenses de la République et Canton de Neuchâtel », AEN, 17CE (1849-1878), 1873, p. 2.

[1094] « Projet de budget des recettes et dépenses de la République et Canton de Neuchâtel », AEN, 17CE (1849-1878), 1891, p. 14.

[1095] L'indemnité perçue par Hirsch en tant que secrétaire du BIPM s'élève à 6 000 francs français en 1883 : « Procès-verbal de la quatrième séance, tenue au Bureau international des poids et mesures, mercredi 3 octobre 1883 », *Comité international des poids et mesures, Procès-verbaux des séances de l'année 1883*, Paris, 1884, p. 54. Schiavon Martina, *Itinéraires de la précision*…, p. 138.

[1096] « Procès-verbal des opérations de liquidation de la succession du Docteur Adolphe Hirsch, Directeur de l'Observatoire de Neuchâtel du vendredi 29 novembre 1901 », AEN, 1 FIN-458, p. 3. Cette rente découle du legs de son frère Hermann Hirsch, qui lui offre une rente viagère de mille cinq cents francs :

Une analyse approfondie révèle la remarquable diversité du portefeuille d'actions de Hirsch[1097]. Son patrimoine financier comprend des obligations d'États (Neuchâtel, Empire ottoman, Roumanie, Autriche, Égypte, etc.), ainsi que des participations dans des entreprises liées au transport (chemin de fer, funiculaire, tramway, etc.), de l'énergie (gaz, eau, etc.), au secteur bancaire, à l'industrie minière et au tabac[1098]. Ces placements génèrent des dividendes substantiels. Le goût prononcé de Hirsch pour les chiffres, qui lui conférait sans doute des compétences solides en matière d'investissement, combiné à un contexte économique favorable, a contribué à la croissance de sa fortune. L'examen des registres fiscaux de la commune de Neuchâtel confirme une augmentation significative de son patrimoine, particulièrement à partir des années 1890[1099]. Lors de la liquidation de ses actifs en 1901, la fortune de Hirsch est évaluée à plus de 216 000 francs[1100], soit près de 40 000 francs de plus que l'estimation réalisée lors de la rédaction de son testament trois ans plus tôt, reflétant l'importance des intérêts perçus. Fait notable, à l'exception de vingt actions dans l'Atelier de construction des Télégraphes de Hipp, où il siège au conseil d'administration, Hirsch ne possède aucun titre dans des entreprises horlogères, ce qui pourrait refléter une volonté de prendre ses distances avec ce domaine, avec lequel il entendait conserver une stricte neutralité[1101].

Hirsch conditionne son legs en prévoyant d'abord des dons spécifiques à un certain nombre de bénéficiaires, incluant des montants ou des objets personnels lui ayant appartenu[1102]. Parmi ces bénéficiaires figurent des membres de sa famille, tels que sa sœur Clara Hirsch et son neveu Heinrich Philippson, apparenté à Alfred Philippson, ainsi que des proches. Parmi ces derniers, on trouve Wilhelm Foerster et Carlos Ibanez de Ibero Grandchamp (1882-1966),

« Testament de Hermann Hirsch », 5 septembre 1878, Leo Baeck Institute Archives, Rosetta Hirsch Family Collection, p. 9.

[1097] « Procès-verbal des opérations de liquidation de la succession du Docteur Adolphe Hirsch, Directeur de l'Observatoire de Neuchâtel du vendredi 29 novembre 1901 », AEN, 1 FIN-458.

[1098] « Inventaire définitif des biens composant, toutes charges déduites, au 1er novembre 1901, l'actif de la succession du Dr Hirsch », *Procès-verbal des opérations de liquidation de la succession du Docteur Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, du vendredi 29 novembre 1901*, AEN, 1 FIN-458, pp. 5-12.

[1099] Impôt municipal, municipalité de Neuchâtel, Galerie de l'histoire de Neuchâtel, 1859-1901, Hirsch.

[1100] « Inventaire définitif des biens composant, toutes charges déduites, au 1er novembre 1901, l'actif de la succession du Dr Hirsch », *Procès-verbal des opérations de liquidation de la succession du Docteur Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel du vendredi 29 novembre 1901*, AEN, 1 FIN-458, pp. 5-12, p. 2.

[1101] *Procès-verbal des opérations de liquidation de la succession du Docteur Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel du vendredi 29 novembre 1901*, AEN, 1 FIN-458, p. 10.

[1102] Pour la liste complète des conditions du testament Hirsch, voir : « Testament olographe du Dr Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel », AEN, 1FIN-458, pp. 1-3.

fils du général Charles Ibanez de Ibero (1825-1891), un grand ami de Hirsch et figure importante de l'Association internationale géodésique, à qui Hirsch assurait l'entretien[1103]. La liste des récipiendaires inclut également la famille du concierge-mécanicien Studer et Madame Gross, fille de son ancienne servante Hanette Hahn. Le solde, représentant la majeure partie du legs, est attribué au Canton de Neuchâtel, avec pour mission d'en consacrer les fonds au « développement et l'agrandissement de l'Observatoire »[1104]. Hirsch prend soin de préciser les contours matériels dans son testament :

« *L'acquisition d'une grande lunette équatoriale, d'un objectif d'environ douze pouces d'ouverture, munie d'un micromètre de position, ainsi que d'un spectroscope et des autres appareils auxiliaires, d'un prix de 40 000 francs à 50 000 francs. Cette grande lunette sera installée dans une tour avec coupole, qu'on construira sur le terrain de l'Observatoire. Sans demander que l'acquisition et l'installation de cet instrument soient faites immédiatement après ma mort, j'émets le vœu qu'on y procède le plus tôt possible, et je compte qu'en tout cas on le fera dans les dix ans qui suivront ma mort.* »[1105]

Hirsch exprime une vision précise des instruments et des accessoires nécessaires à l'Observatoire, en orientant son développement vers la recherche astronomique, et plus particulièrement l'astrophysique, une discipline qui supplante progressivement l'astrométrie[1106]. Ce choix témoigne de sa lucidité quant à l'évolution de l'astronomie dès la seconde moitié du XIX^e^ siècle. Hirsch stipule également que le nouvel instrument doit être installé sur le terrain de l'établissement dans un délai de dix ans, probablement pour dissuader l'État de Neuchâtel de profiter durablement des intérêts du legs. Ce délai est presque respecté, puisque, l'inauguration officielle des nouvelles installations aura finalement lieu le 6 juillet 1912.

Pour garantir la bonne exécution de ses volontés, Hirsch désigne comme exécuteurs testamentaires Fritz-Henri Mentha (1858-1945), avocat et professeur à l'Académie, ainsi que David Perret[1107]. Ces derniers veillent à

[1103] Pour une biographie du général Ibanez, voir : Appell Paul, « Le centenaire du général Ibañez de Ibéro », *Revue internationale de l'enseignement*, 79, 1925, pp. 208-211.

[1104] « Testament olographe du Dr Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel », AEN, 1FIN-458, p. 3.

[1105] « Testament olographe du Dr Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel », AEN, 1FIN-458, p. 3.

[1106] Pannekoek Antonie, *A History of Astronomy*…, p. 395.

[1107] « Procès-verbal des opérations de liquidation de la succession du Docteur Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, du vendredi 29 novembre 1901 », AEN, 1 FIN-458, p. 1. Sur Mentha,

une interprétation rigoureuse des vœux du défunt. À plusieurs reprises, des demandes sont soumises pour utiliser les fonds du testament afin d'acquérir des instruments ou de couvrir des dépenses diverses. Il appartient aux exécuteurs de décider si ces requêtes contribuent véritablement au développement scientifique de l'Observatoire ou si elles relèvent d'opérations d'entretien ou de mises à niveau, qui devraient être prises en charge par le budget cantonal[1108].

Avec ce don, Hirsch ne se limite pas à fournir des moyens financiers, mais il définit également une orientation scientifique claire et un cadre spatio-temporel pour l'exécution du projet. Le Grand Conseil, qui salue son initiative, adopte à l'unanimité le décret acceptant le testament et ses clauses[1109]. En définitive, Hirsch apparaît comme l'instigateur d'un renouvellement ambitieux que son successeur a pour mission de concrétiser.

6.2.2 Développement de l'astrophysique

Arndt s'attelle tout d'abord à la remise en état de la lunette équatoriale Merz, devenue inutilisable dans des conditions satisfaisantes. Il souligne d'ailleurs : « *L'équatorial sous la coupole se trouve encore dans le même état que lors de mon entrée à l'Observatoire ; on ne peut guère faire des observations scientifiques avec cet instrument à cause de son état d'entretien et de son installation défectueuse.* »[1110] Cette observation suggère que Hirsch, du moins vers la fin de son activité, n'a que peu utilisé cet instrument. La SIP de Genève est chargée de sa rénovation, avec notamment l'amélioration du cercle horaire, désormais doté de nouvelles subdivisions réalisées « *par des microscopes micrométriques à fil mobile* »[1111]. En 1902, la transformation est achevée, rendant l'instrument de nouveau opérationnel :

« *La lunette équatoriale de 162 mm d'ouverture a été remontée au mois de septembre après avoir subi une transformation complète, exécutée par la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique. Les*

voir : Gauthier Jean, « Mentha, Fritz Henri », *DHS*, version du 24.02.2011, Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/016278/2011-02-24/, consulté le 11.07.2022.

[1108] C'est particulièrement le cas pour les instruments méridiens dont nous parlerons au chapitre 7.

[1109] « Rapport du Conseil d'État au Grand Conseil au sujet de la succession de M. le Dr Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire cantonal, 7 juin 1901 », AEN, 1IND-342, correspondance ; traitement du directeur ; succession Hirsch ; acquisitions de terrains ; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, p. 2.

[1110] « Rapport de l'aide-astronome 1900 », p. 7.

[1111] « Séance du vendredi 27 septembre 1901 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 1-2.

modifications apportées à cette lunette sont bien réussies, de sorte que les observations dont je parlerai encore ont pu être commencées. Voici en quelques mots les transformations. L'ancien mouvement d'horlogerie à poids a été remplacé par un petit moteur électrique, système Thury placé à mi-hauteur d'un pilier en marbre et actionné par un courant qui est fourni par un petit accumulateur portatif. Le mouvement imprimé à la lunette par ce moteur est très régulier et le bruit qu'il produit n'empêche pas d'entendre le battement des secondes du compteur. Le courant de l'accumulateur sert en même temps pour l'éclairage des cercles divisés, du champ de la lunette et des fils du micromètre. Les petites loupes servant à la lecture des cercles ont été remplacées par des microscopes dont l'usage est très commode et qui facilitent beaucoup la lecture. Les vis de rappel en ascension droite et en déclinaison ont été modifiées et un nouveau chercheur, dont le champ est plus grand, a été adapté à la lunette. »[1112]

Malgré la remise à neuf du réfracteur Merz, cet instrument ne semble pas avoir occupé une place centrale dans les activités de l'Observatoire par la suite, étant rarement été évoqué.

Arndt s'attelle ensuite à la mise en œuvre du testament Hirsch, dont la première étape consiste à choisir l'instrumentation. Ce choix est crucial, car il détermine non seulement les futures missions scientifiques de l'Observatoire, mais aussi la taille et la configuration du bâtiment à construire, conformément aux grandes lignes définies par Hirsch. Ce point révèle que, plus encore que les missions scientifiques elles-mêmes, c'est l'apparat scientifique qui occupe une place prépondérante dans ce projet.

En 1903, pour alimenter ses réflexions, Arndt entreprend un voyage d'études. Il visite l'Observatoire de Kew, en Angleterre, aussi spécialisé dans la chronométrie, ainsi que les « *principaux observatoires et stations météorologiques de l'Allemagne* »[1113]. Ce contexte reflète la montée en puissance de l'astrophysique, comme en témoigne l'initiative de l'Observatoire de Paris, qui projette en 1904 l'installation d'un instrument spectroscopique[1114]. La spectroscopie, qui étudie la lumière des astres pour en déterminer la composition chimique, connaît un essor spectaculaire à partir de la seconde moitié du XIX^e^ siècle, bouleversant les approches traditionnelles

[1112] RD 1902, pp. 6-7.
[1113] « Séance du mardi 6 octobre 1903 », *PVCOC 1901-…*, AEN, 1EP-352, p. 26.
[1114] Voir le rapport annuel de 1903 : « Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris pour l'année 1903 », Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, 1904, p. 20.

de l'astronomie[1115]. En 1906, un spectroscope fabriqué par Paul Gautier (1842-1909) est installé à Paris[1116]. Neuchâtel ambitionne de suivre cette évolution[1117]. Cette ambition est confirmée par la commission, qui précise que l'objectif est la « *création toute nouvelle dans notre Observatoire d'une section scientifique disposant d'appareils modernes* »[1118].

Le 22 décembre 1904, Arndt présente un rapport sur l'utilisation du legs Hirsch, dans lequel il souligne qu'il ne suffit pas d'acquérir une lunette simplement plus grande que la lunette Merz, car « *cette lunette permettrait d'étendre les observations à un plus grand nombre d'étoiles par suite de son pouvoir grossissant, mais les travaux mêmes qu'on pourrait exécuter avec cet instrument sont tout à fait du même genre que ceux faits actuellement au moyen de notre petite lunette* »[1119]. Arndt recommande plutôt de se tourner vers la « *photographie céleste* »[1120], qui s'adapterait mieux au contexte local : « *Pour notre Observatoire cantonal si admirablement situé, pour notre climat et pour le nombre restreint de son personnel, une lunette photographique sera incontestablement plus avantageuse qu'une lunette équatoriale simple. Nous croyons, en outre, agir dans l'esprit du donateur en recommandant l'acquisition d'une lunette qui remplisse le mieux possible le but auquel elle sera destinée.* »[1121]

[1115] Sur la spectroscopie : Hearnshow J. B., « Spectroscopy, astronomical », Lankford John (ed.), *History of Astronomy. An Encyclopedia*, New York, Routledge, 2011, pp. 483-488 ; Hearnshow J. B., « The analysis of starlight: some comments on the development of stellar spectroscopy 1815-1965 », *Vistas in Astronomy*, 30, 1987, pp. 319-375 ; Hearnshow J. B., *The Analysis of Starlight. One Hundred and Fifty Years of Astronomical Spectroscopy,* Cambridge, Cambridge University Press, 1986.

[1116] « Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris pour l'année 1907 », Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, 1908, p. 18. Sur Paul Gautier : Brenni Paolo, « 19th century french scientific instrument makers. XI: The Brunners and Paul Gautier », *Bulletin of the Scientific Instrument Society,* 49, 1996, pp. 3-8.

[1117] Il convient de souligner que Hirsch avait déjà exprimé, dès 1868, le souhait d'équiper la lunette équatoriale Merz d'un appareil spectroscopique : RD 1868, p. 3.

[1118] « Séance du jeudi 11 juin 1903 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 23.

[1119] « Rapport du Directeur de l'Observatoire cantonal sur la construction d'une lunette équatoriale en exécution du testament de feu M. Hirsch à la commission cantonale de l'Observatoire, 22 décembre 1904 », AEN, 1IND-342, correspondance ; traitement du directeur ; succession Hirsch ; acquisitions de terrains ; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, pp. 5-6.

[1120] « Rapport du Directeur de l'Observatoire cantonal sur la construction d'une lunette équatoriale en exécution du testament de feu M. Hirsch à la commission cantonale de l'Observatoire, 22 décembre 1904 », AEN, 1IND-342, correspondance ; traitement du directeur ; succession Hirsch ; acquisitions de terrains ; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, p. 6.

[1121] « Rapport du Directeur de l'Observatoire cantonal sur la construction d'une lunette équatoriale en exécution du testament de feu M. Hirsch à la commission cantonale de l'Observatoire, 22 décembre 1904 », AEN, 1IND-342, correspondance ; traitement du directeur ; succession Hirsch ; acquisitions de terrains ; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, p. 8.

Arndt affirme que sa solution s'inscrit pleinement dans une perspective novatrice : « *Aucun astronome aujourd'hui ne conteste l'immense utilité de la photographie pour l'astronomie ; au contraire, tous admettent que l'application de la photographie aux recherches astronomiques sera le procédé d'observation de l'astronomie de l'avenir.* »[1122] L'utilisation de la photographie en astronomie, introduite au XIX^e^ siècle, connaît un essor considérable à partir des années 1880, comme en témoignent des initiatives telles que la « Carte du Ciel », un projet ambitieux réunissant une vingtaine d'observatoires à travers le monde pour cartographier le ciel[1123]. En plus de son intérêt scientifique, la photographie offre un avantage notable en prenant en compte les contraintes organisationnelles et climatiques propres à l'Observatoire :

« *Il est évident qu'il ne suffit pas de prendre seulement les clichés photographiques des objets célestes, il faut aussi les soumettre aux mesures micrométriques. Mais ces mesures peuvent se faire indépendamment du temps. Pendant la mauvaise saison, on peut étudier, dans son cabinet de travail, les clichés sous le microscope et mesurer les positions des objets photographiés avec la plus grande tranquillité et dans une position plus commode et moins fatigante que celle que l'observateur doit prendre devant la lunette.* »[1124]

Arndt est conscient des contraintes liées à un personnel restreint et s'efforce d'optimiser les périodes automnales, où les opportunités d'observation astronomique sont considérablement limitées. Il inscrit ainsi l'utilisation de cet apparat scientifique dans une logique d'économie des pratiques adaptée aux ressources disponibles. Il propose également d'explorer l'étude « *des parties violettes et ultraviolettes du spectre* [car la] *plaque photographique*

[1122] « Rapport du Directeur de l'Observatoire cantonal sur la construction d'une lunette équatoriale en exécution du testament de feu M. Hirsch à la commission cantonale de l'Observatoire, 22 décembre 1904 », AEN, 1IND-342, correspondance ; traitement du directeur ; succession Hirsch ; acquisitions de terrains ; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, p. 6.

[1123] Sur la Carte du Ciel : Lamy Jérôme (éd.), *La Carte du Ciel. Histoire et actualité d'un projet scientifique international*, Paris, EDP Sciences, 2008 ; Chinnici Ileana (éd.). *La Carte du ciel : correspondance inédite conservée dans les archives de l'Observatoire de Paris*, Paris, Observatoire de Paris, 1999 ; Mouchez Ernest Barthélémy, *La Photographie astronomique à l'Observatoire de Paris et la carte du ciel*, Paris, 1887.

[1124] « Rapport du Directeur de l'Observatoire cantonal sur la construction d'une lunette équatoriale en exécution du testament de feu M. Hirsch à la commission cantonale de l'Observatoire, 22 décembre 1904 », AEN, 1IND-342, correspondance ; traitement du directeur ; succession Hirsch ; acquisitions de terrains ; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, p. 7.

est même appelée à remplacer l'œil»[1125]. Arndt estime que la photographie permet de dépasser les limites de la vision humaine, augmentant le nombre d'objets célestes accessibles à l'observation. Le choix de l'ultraviolet, validé par plusieurs expertises, fait désormais l'objet de débats sur sa pertinence. Ce domaine d'étude est fréquemment pointé du doigt comme étant à l'origine du faible rendement de l'instrument adopté à Neuchâtel. Toutefois, cette affirmation, fondée sur des critères scientifiques actuels, présente un certain anachronisme et nécessite d'être nuancée et analysée avec davantage de recul[1126].

L'astronomie dans l'ultraviolet, qui permet d'observer le rayonnement thermique émis par des gaz chauds ou des étoiles chaudes, ainsi que les raies spectrales des étoiles jeunes ou des naines blanches, par exemple, permet également d'analyser la composition chimique, la température et la densité de la matière interstellaire dans la galaxie. Elle revêt aujourd'hui une grande importance pour étudier l'histoire de la formation des étoiles et comprendre l'évolution de l'univers. Cependant, il faudra attendre la fin de la Seconde Guerre mondiale pour que les premières observations réussies dans l'ultraviolet soient réalisées (1947 pour le Soleil et 1957 pour les premières étoiles). Les ultraviolets, absorbés par l'atmosphère terrestre, en particulier par l'ozone et les molécules d'oxygène, rendent les mesures depuis le sol insatisfaisantes. Désormais, ce sont des télescopes spatiaux, tels que Hubble ou FUSE, qui permettent d'effectuer ces observations depuis l'espace[1127].

Pour le choix d'un fabricant, Arndt préconise l'entreprise Carl Zeiss, située à Iéna, en Allemagne, et réputée pour l'excellence de ses verres optiques[1128].

[1125] «Rapport du Directeur de l'Observatoire cantonal sur la construction d'une lunette équatoriale en exécution du testament de feu M. Hirsch à la commission cantonale de l'Observatoire, 22 décembre 1904», AEN, 1IND-342, correspondance; traitement du directeur; succession Hirsch; acquisitions de terrains; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, p. 8.

[1126] Pour un résumé de ces questions, voir: Trueb Lucien, *L'Observatoire de Neuchâtel*…, pp. 55-58.

[1127] Sur l'astronomie dans l'ultraviolet, voir: Tatarewicz Joseph, «Ultraviolet astronomy», Lankford John (ed), *History of Astronomy. An Encyclopedia*, New York, Routledge, 2011, pp. 533-534; Dupree Andrea, «The ultraviolet sky», Cornell James et Gorenstein Paul (eds.), *Astronomy from Space: Sputnik to Space Telescope*, Cambridge (Ma), MIT Press, 1983, pp. 116-140; Kondo Yoji, Mead Jaylee et Chapman Robert, *Advances in Ultraviolet Astronomy: Four Years of IUE Research,* Washington DC, Government Printing Office, 1982.

[1128] Sur l'entreprise Carl Zeiss, voir: Thiele Hartmut, *Das Auge unserer Kamera. Die Geschichte der Photooptik von Carl Zeiss von 1890 bis 2003*, Munich, Privatdrück, 2018; Hellmuth Edith et Mühlfriedel Wolfgang (Hrsg.), *Die Geschichte eines Unternehmes. 3 volumes, 1. Carl Zeiss 1846-1905: Vom Atelier für Mechanik zum Führenden Unternehmen des Optischen Gerätebaus*, Vienne: Böhlau, 1996; Walter Rolf (Hrsg.)*, Die Geschichte eines Unternehmes. 3 volumes, 2. Zeiss 1905-1945*, Cologne, Weimar et Vienne, Böhlau, 2000; Hellmuth Edith et Mühlfriedel Wolfgang (Hrsg.), *Die Geschichte eines Unternehmes. 3 volumes, 3. Carl Zeiss in Jenna 1945-1990:* Vienne, Böhlau, 2004; Meyer Wolfgang, «Das Zeisswerk und die Glashütte in Jena», *Zeitschrift für Kunst, Kultur und Unterhaltung*, 1905,

Fondée en 1846, cette entreprise a réalisé plusieurs grands réfracteurs au début du XXe siècle, tels que ceux des observatoires d'Heidelberg (1904), de Hambourg (1911) et de Potsdam (1915)[1129]. L'analyse des catalogues de Zeiss révèle que la quasi-totalité des instruments construits à cette période sont équipés de filtres ultraviolets, une option technologique qui est donc également adoptée par d'autres institutions qui ont obtenu d'excellents résultats avec leurs équipements[1130]. Ces instruments ont par ailleurs contribué à des avancées majeures en astronomie, ce qui indique que l'usage de ces filtres n'est pas en soi un critère suffisant pour juger de la qualité d'un instrument. De plus, il est toujours possible d'adapter son instrumentation pour l'améliorer, une pratique courante dans d'autres observatoires qui n'a pas été adoptée à Neuchâtel. Ainsi, les causes du faible rendement de l'équipement de Neuchâtel doivent être recherchées ailleurs, en particulier dans l'organisation du travail et le manque d'investissement dans le secteur de l'astrophysique, comme nous le verrons.

Pour répondre aux exigences liées au nouvel instrument, Arndt propose de réserver 100 000 francs «*pour le traitement d'un second assistant* [car] *un beau bâtiment et un bel instrument ne serviraient pas la cause de l'astronomie, si le personnel était insuffisant pour obtenir un maximum de rendement scientifique de l'instrument*»[1131]. En mars 1905, Adolf Marcuse (1860-1930), astronome allemand et neveu de Hirsch, adresse une lettre à la commission dans laquelle il critique le projet Arndt, particulièrement l'utilisation de la moitié du legs pour financer un assistant ainsi que la taille du télescope: «*La nouvelle lunette, à laquelle je donnerais le nom "Hirsch-télescope", devrait avoir des dimensions beaucoup plus grandes que dans le projet de M. Arndt, pour réaliser des travaux de valeur scientifique.*»[1132] Cette intervention pousse les

pp. 557-572; Stolz Rüdiger et Wittig Joachim (Hrsg.), *Carl Zeiss und Ernst Abbe Leben, Wirkung und Bedeutung*, Jena, Universitätsverlag, 1993.

[1129] Pour une étude plus approfondie de ces éléments, voir: Gressot Julien et Jeanneret Romain, *Étude historique et matérielle du triple réfracteur Zeiss et du sismographe Quervain-Piccard du Pavillon Hirsch de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel*, Neuchâtel, Rapport final (non publié), 2025.

[1130] Zeiss Carl, «Astronomical Instruments», Astro 30, s.d., Archives Carl Zeiss, Iéna.

[1131] «Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur la construction d'une lunette équatoriale en exécution du testament de feu M. Hirsch à la commission cantonale de l'Observatoire, 22 décembre 1904», AEN, 1IND-342, correspondance; traitement du directeur; succession Hirsch; acquisitions de terrains; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, p. 4. Notons que le capital issu du testament génère des intérêts substantiels, ce qui explique en partie le délai de mise en œuvre du testament Hirsch. Par exemple, au 1er octobre 1906, ce montant atteint 241 787 francs: «Séance du 1er octobre 1906», *PVCOC 1901-…*, AEN, 1EP-352, p. 45. Le 31 décembre 1907, la somme atteint les 266 170 francs et la commission dispose de 273 023 francs au 31 octobre 1908:: «Séance du 12 novembre 1908», *PVCOC 1901-…*, AEN, 1EP-352, p. 65.

[1132] «Remarques sur le rapport de M. le Dr Arndt au sujet de la construction d'une lunette équatoriale en exécution du testament de M. Hirsch, par le Dr Adolf Marcuse, de l'Université de Berlin», AEN, 1IND-342, correspondance; traitement du directeur; succession Hirsch; acquisitions de terrains; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, p. 3.

exécuteurs testamentaires à examiner juridiquement la question de l'engagement de l'assistant[1133]. En outre, «*la nomination d'une commission d'experts scientifiques*» est envisagée pour valider les orientations du projet une fois celui-ci plus avancé[1134]. Le 1er octobre 1906, la commission de l'Observatoire demande à Arndt une étude complémentaire, car «*il faut que le testament Hirsch soit en voie d'exécution dès le 1er trimestre 1907*»[1135]. Ce second rapport permet à Arndt de clarifier les missions qu'il souhaite développer: «*Je me propose de cultiver à l'Observatoire cantonal, comme spécialité, l'étude des étoiles variables au point de vue spectroscopique et photométrique ainsi que la détermination des mouvements propres des étoiles dans l'espace à l'aide de la photographie.*»[1136] Dans ce rapport, Arndt en profite aussi pour répondre aux critiques de Marcuse: «*Je maintiens donc mes propositions concernant le type du réfracteur malgré les objections que M. Marcuse a exprimées dans sa lettre à MM. les exécuteurs testamentaires du 5 mars 1905. Si M. Marcuse dit dans cette lettre que "ces idées ont fait leur temps", il ignore complètement les beaux travaux spectroscopiques qu'on a exécutés jusqu'à aujourd'hui à l'Observatoire astrophysique de Potsdam au moyen du "Himmelskarten-Refractor"*»[1137]. Arndt augmente toutefois la taille des objectifs, faisant passer le devis à un montant de 151 000 francs, bâtiment et accessoires compris[1138].

Un signe révélateur de la contestation plus aisée de l'expertise d'Arndt par rapport à celle de son prédécesseur se manifeste à travers les critiques exprimées par Charles-Henri Matthey, architecte et intendant des bâtiments du canton, ainsi que par Hermann Stroele, aide-astronome de l'Observatoire. Ces remarques figurent dans un compte-rendu de leurs visites à plusieurs observatoires anglais et français, réalisées en marge d'un congrès espérantiste à Londres:

«*Nous reconnaissons que la nouvelle monture Zeiss, que préconise M. le Dr Arndt, est bien séduisante. Mais ce nouveau système a-t-il suffisamment fait ses preuves, en particulier pour des instruments de cette*

[1133] «Séance du mardi 21 mars 1905», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 37.
[1134] «Séance du mardi 21 mars 1905», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 37.
[1135] «Séance du 1er octobre 1906», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 45.
[1136] «IIe rapport du directeur de l'Observatoire à la commission cantonale concernant l'exécutions du testament Hirsch», s.d., AEN, 1IND-342, Rapports du Dr Arndt concernant l'exécution du testament Hirsch, p. 3.
[1137] «IIe rapport du directeur de l'Observatoire à la commission cantonale concernant l'exécutions du testament Hirsch», s.d., AEN, 1IND-342, Rapports du Dr Arndt concernant l'exécution du testament Hirsch, p. 4.
[1138] «IIe rapport du directeur de l'Observatoire à la commission cantonale concernant l'exécutions du testament Hirsch», s.d., AEN, 1IND-342, Rapports du Dr Arndt concernant l'exécution du testament Hirsch, p. 6.

dimension ? N'est-il pas à craindre que la pratique ne mette en évidence tel ou tel désavantage insoupçonné ? En d'autres termes, ne risquons-nous pas de faire les frais d'une expérience, intéressante assurément, mais qui pourrait n'avoir qu'un succès relatif, et qu'il vaudrait peut-être mieux laisser faire à un observatoire plus richement doté que le nôtre ? »[1139]

Les remarques formulées par les deux auteurs du rapport, bien que relativement vagues, soulignent qu'une petite institution comme Neuchâtel prend un risque en expérimentant de nouvelles technologies. Cependant, leur démarche est vivement contestée par la commission, qui déclare « *que la manière de procéder de M. Matthey a été incorrecte* » et que celle de M. Stroele est « *blâmable en tous points* »[1140]. Si Matthey, ayant obtenu une autorisation pour visiter des observatoires dans le but de s'inspirer de leur architecture, échappe à tout blâme, il n'en va pas de même pour Stroele. Ce dernier, censé se limiter à des questions techniques et scientifiques, fait l'objet d'une réprimande sévère. Plus encore que le non-respect des protocoles, c'est le fait que « *certaines appréciations ayant l'air de critiquer le rapport présenté par M. le directeur Arndt* » risquent de décrédibiliser l'ensemble du projet qui motive la réaction de la commission[1141]. Par la suite, Hermann Stroele tente de justifier sa démarche : « *Il est vrai qu'un tel rapport ne m'avait été demandé officiellement par personne. J'ai été assez naïf pour croire qu'on pouvait présenter un rapport, même sans en avoir été chargé et que tout fonctionnaire, et même n'importe quel citoyen, s'il croyait avoir des faits intéressants à communiquer à l'autorité, pouvait le faire* […] *sous cette forme* »[1142].

Stroele admet néanmoins qu'il aurait dû adresser ses commentaires à son supérieur hiérarchique plutôt qu'à deux membres du Conseil d'État. Cet épisode, qui met en lumière un déficit de communication au sein de l'institution, illustre les relations parfois difficiles entre Arndt et son personnel.

[1139] « Rapport sur la visite d'observatoires anglais et français présenté aux départements des Travaux publics et de l'Instruction publique par Charles-Henri Matthey, intendant des bâtiments de l'État, et Hermann Stroele, astronome adjoint à l'Observatoire de Neuchâtel, 25 septembre 1907 », AEN, 1TP-794, Bâtiments de l'État : Observatoire *:* travaux divers, correspondance 1906-1918 ; 1920-1928 ; 1928-1936 ; 1938-1939 ; 1942-1961, p. 10.

[1140] « Séance du 25 octobre 1907 », *PVCOC 1901-...*, AEN, 1EP-352, p. 59.

[1141] « Séance du 25 octobre 1907 », *PVCOC 1901-...*, AEN, 1EP-352, p. 59.
Une lettre est adressée à Hermann Stroele par Édouard Quartier-la-Tente, président de la commission de l'Observatoire, afin de lui notifier le caractère inadéquat de son comportement : Lettre d'Édouard Quartier-la-Tente à Hermann Stroele, 30 octobre 1907, AEN, 1IND-342, Correspondance années 1906, 1907, p. 55.

[1142] Lettre de Hermann Stroele à Louis Arndt, 3 novembre 1907, AEN, 1IND-342, Correspondance années 1906, 1907, p. 57.

Par la suite, les interactions entre le directeur, l'architecte cantonal et l'aide-astronome resteront marquées par des tensions.

Pour examiner les différentes options et prendre en compte les remarques de Marcuse, trois experts sont sollicités : Raoul Gautier (1854-1931), directeur de l'Observatoire de Genève, Max Wolf (1863-1932), directeur de l'Observatoire d'Heidelberg, et Alfred Wolfer (1854-1931), professeur d'astronomie à Zurich[1143]. Le 30 septembre 1907, après des consultations avec les exécuteurs testamentaires, le directeur et l'architecte cantonal, les experts confirment globalement les orientations proposées par Arndt, tout en apportant quelques recommandations concernant l'utilisation des fonds. Ils précisent qu'il est impératif de « *réserver sur ce legs les sommes nécessaires : a) Le traitement d'un nouvel assistant-astronome ; b) L'achat de plaques photographiques* […] *; c) Publications des observations* […] *; d) Entretien et réparations de l'instrument* »[1144]. Dans leur rapport, ils insistent particulièrement sur l'importance d'engager un assistant-astronome, affirmant que « *cette condition est absolument nécessaire pour qu'un tel instrument, tel que celui qui est projeté, puisse rendre les services que l'on attend de lui* »[1145]. Cette recommandation est renforcée par le fait que « *l'état financier du Canton de Neuchâtel exclut actuellement la possibilité pour l'État d'augmenter son allocation annuelle à l'Observatoire cantonal* »[1146]. De plus, les experts suggèrent d'utiliser « *deux lunettes photographiques au lieu d'une* [ce qui] *répond complètement aux exigences astronomiques actuelles* »[1147]. Le choix de l'entreprise Zeiss pour la fabrication des

[1143] « Séance du 8 juillet 1907 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 55.

[1144] « Rapport présenté à Monsieur le conseiller d'État, chef du département de l'Instruction publique de la République & Canton de Neuchâtel le 30 septembre 1907 sur les futures installations de l'Observatoire cantonal », 30 septembre 1907, », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 55 bis, pp. 1-2.

[1145] « Rapport présenté à Monsieur le conseiller d'État, chef du département de l'Instruction publique de la République & Canton de Neuchâtel le 30 septembre 1907 sur les futures installations de l'Observatoire cantonal », 30 septembre 1907, », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 55 bis, p. 2.

[1146] « Rapport présenté à Monsieur le conseiller d'État, chef du département de l'Instruction publique de la République & Canton de Neuchâtel le 30 septembre 1907 sur les futures installations de l'Observatoire cantonal », 30 septembre 1907, », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 55 bis, p. 1. Pour remédier à cette difficulté, le Canton tente d'obtenir une subvention fédérale. Cependant, cette requête est rejetée en raison de l'absence de base légale et de la nature des services fournis par l'Observatoire, qui sont considérés comme intercantonaux plutôt que nationaux. En conséquence, il est estimé que ce sont les cantons horlogers, directement bénéficiaires des activités de l'institution, qui devraient contribuer à son financement : Lettre du Conseil d'État au Conseil fédéral, 26 avril 1907, AEN, 1IND-342, Correspondance années 1906, 1907, p. 31. Pour le refus : Lettre du Conseil fédéral au Président et Conseil d'État du Canton de Neuchâtel, 1er juillet 1907, AEN, 1IND-342, Correspondance années 1906, 1907, p. 36.

[1147] « Rapport présenté à Monsieur le conseiller d'État, chef du département de l'Instruction publique de la République & Canton de Neuchâtel le 30 septembre 1907 sur les futures installations de l'Observatoire cantonal », 30 septembre 1907, », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 55 bis, p. 3.

instruments est également validé par les experts. Enfin, ils concluent en réfutant que « *les objections formulées par M. le Dr Marcuse ne leur semblent pas fondées* »[1148]. L'expertise confirme donc les orientations d'Arndt, ce qui permet de faire avancer le projet.

Parallèlement, la commission s'interroge sur la nécessité d'enrôler un troisième astronome afin d'assurer l'exploitation du nouvel instrument :

« *Les observations seront faites par le directeur, qui doit être secondé par un aide dans toutes les autres opérations, ainsi, préparation de la lunette pour les observations, changement des plaques photographiques, développement de ces plaques immédiatement après la pose ; ce dernier travail demande du temps et des soins. Si le directeur était obligé de faire seul tous ces travaux, il n'avancerait pas beaucoup dans ses recherches et perdrait, avec ses occupations secondaires, une partie des nuits claires pendant lesquelles il pourrait faire d'autres observations. Après le développement des plaques, il faut examiner les clichés photographiques, faire des mensurations sous le microscope et calculer enfin les positions des étoiles. Ces travaux doivent être exécutés par deux personnes, indépendamment, pour leur assurer toute exactitude avant leur publication.* »[1149]

Ce développement implique donc une forte contrainte pour le personnel déjà limité. Cette situation pèse d'autant plus sur l'organisation du travail que les activités pratiques restent prioritaires. Dès le départ, le nouvel instrument porte en germe les difficultés qui caractériseront la période Arndt.

Convaincue par les études réalisées, la commission charge Arndt de conclure un accord avec l'entreprise Zeiss et d'établir un « *contrat* [basé] *sur le rapport des experts* »[1150]. Le 3 avril 1908, un triple réfracteur est commandé à l'entreprise Zeiss et fait l'objet d'une convention réglant différents aspects : caractéristiques techniques, accessoires, délais de livraison, de paiement, etc. (figure 44)[1151]. En septembre 1910, Arndt

[1148] « Rapport présenté à Monsieur le conseiller d'État, chef du département de l'Instruction publique de la République & Canton de Neuchâtel le 30 septembre 1907 sur les futures installations de l'Observatoire cantonal », 30 septembre 1907, », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 55 bis, p. 4.
[1149] « Séance du 8 juillet 1907 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 57.
[1150] « Séance du 8 juillet 1907 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 58.
[1151] « Convention entre le Conseil d'État de la République et Canton de Neuchâtel (Suisse) et la Maison Carl Zeiss, Iéna (Allemagne), 3 avril 1908 », AEN, 1IND-343, pp. 19-17. Le 12 novembre 1908, la commande est complétée par un moteur électrique pour le déplacement vertical de la plateforme d'observation : « Séance du 12 novembre 1908 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 65-66. L'adjonction est prévue par l'arrêté du Conseil d'État du 16 novembre 1908 : « Séance du 25 mars 1909 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 69.

entreprend un voyage de trente jours à Iéna pour vérifier la qualité de fabrication de l'instrument, suivant une procédure similaire à celle adoptée par Hirsch pour le cercle méridien Ertel & Sohn[1152]. Lors de ce déplacement, il visite aussi les observatoires de Potsdam et d'Heidelberg, où il examine des « *instruments* […] *ressemblant à la nouvelle lunette de l'Observatoire de Neuchâtel* »[1153]. La fabrication des parties métalliques et la taille des lentilles sont réalisées par Zeiss, tandis que les disques de verre des lentilles proviennent de la verrerie Schott und Genossen, également située à Iéna[1154].

Arndt revient de son voyage convaincu par le triple réfracteur et se montre dithyrambique sur le fonctionnement de l'entreprise Zeiss, qu'il qualifie de « *la réalisation d'un rêve sur le rapport futur entre le capital et le travail* »[1155]. Cependant, son évaluation n'est pas jugée suffisante par la commission, qui décide de faire réaliser une « *expertise des installations Zeiss* [afin de] *décharger les responsabilités de chacun* »[1156]. Arndt tente vainement de s'opposer à cette idée, arguant qu'« *il pourra se rendre compte lui-même de la bienfacture de ces installations* »[1157]. Cette opposition souligne la remise en question de la compétence de l'astronome. Cette approche marque une rupture nette par rapport aux pratiques en vigueur lors de la fondation de l'Observatoire, où l'expertise du directeur permettait d'assurer la qualité des instruments. Désormais, l'expertise externe devient une composante incontournable du processus décisionnel pour l'acquisition d'un instrument scientifique.

[1152] « Séance du 13 octobre 1910 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 78. L'arrêté du Conseil d'État, autorisant Arndt à réaliser ce périple datant du 23 août 1910, se trouve dans le Manuel du Conseil d'État : « Séance du 23 août 1910 », AEN, MCE, 1CE-297. Ce voyage est l'occasion d'un rapport : « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur son voyage d'étude à quelques observatoires d'Allemagne et sur sa visite à Iéna pour l'examen de la nouvelle lunette photographique. Du 6 septembre au 6 octobre 1910 », 9 mars 1911, AEN, 1IND-342, pp. 19-11.

[1153] « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur son voyage d'étude à quelques observatoires d'Allemagne et sur sa visite à Iéna pour l'examen de la nouvelle lunette photographique. Du 6 septembre au 6 octobre 1910 », 9 mars 1911, AEN, 1IND-342, p. 1.

[1154] Sur l'histoire de cette entreprise dont la raison sociale est désormais Schott AG, voir : Kappler Dieter et Steiner Jürgen, *Schott 1884-2009. Vom Glaslabor zum Technologiekonzern. 1. Auflage*, Mayence, Universitätsdruckerei H. Schmidt, 2009.

[1155] « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur son voyage d'étude à quelques observatoires d'Allemagne et sur sa visite à Iéna pour l'examen de la nouvelle lunette photographique. Du 6 septembre au 6 octobre 1910 », 9 mars 1911, AEN, 1IND-342, 19-11, p. 18.

[1156] « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur son voyage d'étude à quelques observatoires d'Allemagne et sur sa visite à Iéna pour l'examen de la nouvelle lunette photographique. Du 6 septembre au 6 octobre 1910 », 9 mars 1911, AEN, 1IND-342, 19-11, p. 18.

[1157] « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur son voyage d'étude à quelques observatoires d'Allemagne et sur sa visite à Iéna pour l'examen de la nouvelle lunette photographique. Du 6 septembre au 6 octobre 1910 », 9 mars 1911, AEN, 1IND-342, 19-11, p. 18.

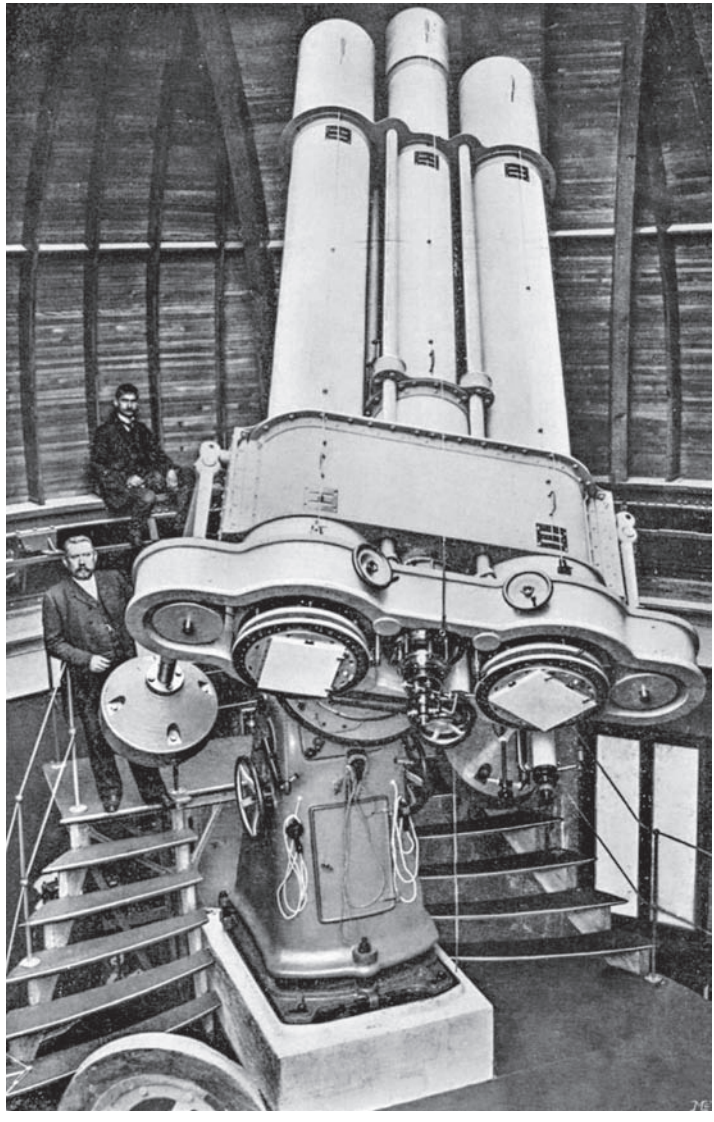


Figure 44. Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912, p. 131.

Les mêmes spécialistes (Wolfer, Wolf et Gautier) sont chargés de cette analyse. Une fois encore, leurs conclusions confirment celles d'Arndt[1158]. En 1911, l'instrument est installé à Neuchâtel, permettant à Arndt de se féliciter du respect des volontés du défunt : « *M. Hirsch étant décédé le 16 avril 1901, le mois d'avril 1911 a vu l'achèvement de la nouvelle construction et l'installation du réfracteur conformément aux vœux du généreux donateur. La maison Carl Zeiss, à Iéna, avait envoyé ses monteurs pour procéder à ces travaux, et, vers la fin du mois, la lunette a pu être dirigée vers le ciel pour sa première orientation* »[1159]. Ainsi, l'Observatoire se dote d'un instrument scientifique pour mener des recherches en astrophysique, répondant ainsi aux vœux formulés par Hirsch.

6.3 Réorganisation spatiale

L'installation du triple réfracteur Zeiss nécessite une réorganisation spatiale complète de l'institution. Plusieurs projets sont envisagés, avec des dimensions variées, allant d'une construction purement utilitaire à la création d'un véritable monument commémoratif dédié au premier directeur. Ce dernier concept vise également à affirmer durablement le caractère scientifique du lieu dans la pierre[1160].

6.3.1 Un écrin pour la science

L'historienne Claire Piguet a minutieusement étudié la construction du pavillon Hirsch, avant tout sous l'angle architectural et de Charles-Henri Matthey[1161]. Notre étude entend aborder ce chantier en insistant sur les contributions de Louis Arndt et de la commission. Conformément au « *testament de M. Hirsch, la lunette* [équatoriale] *doit être abritée dans une tour avec coupole construite sur le terrain de l'Observatoire* »[1162]. La

[1158] « Séance du 29 juin 1911 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 91.
[1159] RD 1911, p. 4.
[1160] Sur la construction d'un Observatoire comme lieu d'apparat en l'honneur des sciences, voir : Werrett Simon, « The astronomical capital of the world… »
[1161] Piguet Claire, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel : une architecture et un ensemble décoratif », *Revue historique neuchâteloise,* 3-4, 2003, pp. 307-329.
[1162] Piguet Claire, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel : une architecture et un ensemble décoratif », *Revue historique neuchâteloise,* 3-4, 2003, p. 11.

conduite de ce projet repose sur une collaboration entre Arndt, la commission et Charles-Henri Matthey[1163].

La première étape du chantier consiste à choisir l'emplacement du nouveau bâtiment, un processus qui nécessite une étude minutieuse pour garantir une assise stable. Arndt rapporte à Matthey que « *les travaux de sondage que vous avez fait exécuter à l'ouest de l'Observatoire n'ont pas donné un résultat concluant. On a trouvé du bon roc, mais traversé de crevasses* »[1164]. Après des investigations complémentaires, le choix s'arrête tout de même sur l'ouest du site de l'Observatoire. Pour guider Matthey dans la conception, Arndt commande l'ouvrage *Handbuch der Architektur*, une démonstration que le savoir pour la construction d'un bâtiment astronomique est désormais formalisé et codifié dans des manuels d'architecture, en rupture avec l'approche davantage empirique suivie lors de la conception du bâtiment principal[1165]. Ce recours à des ouvrages spécialisés reflète une expertise partagée entre l'astronome et l'architecte, nécessitant des négociations et des ajustements impliquant également des acteurs politiques. Les débats autour du projet traduisent des tergiversations et des tâtonnements, plusieurs versions du bâtiment étant successivement envisagées. Celles-ci oscillent entre une approche strictement fonctionnelle et une dimension monumentale visant à affirmer le caractère scientifique et mémoriel de l'édifice[1166].

Les discussions autour de la construction du pavillon Hirsch, se focalisent également sur l'installation d'un buste à l'effigie de Hirsch, prévu par le Grand Conseil pour honorer le testateur[1167]. En 1904, Arndt propose deux solutions pour intégrer cet élément : soit l'ajout d'un vestibule spacieux à la base de la tour du Pavillon Hirsch, soit la construction d'un bâtiment distinct

[1163] Une source de première main est celle contenue dans l'ouvrage sur le cinquantenaire de l'Observatoire, dont le chapitre 5 est rédigé par Matthey et retrace l'historique des projets : Matthey Charles-Henri, « Chapitre V : Les constructions », Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912, pp. 85-125.

[1164] Lettre de Louis Arndt à Charles-Henri Matthey, 7 janvier 1909, BPUN, OBSE-102-4.15, p. 120.

[1165] Schmitt Eduard (Hrsg.), *Handbuch der Architektur. Vierter Teil: Entwerfen, Anlage und Einrichtung der Gebäude. 6. Halbband: Gebäude für Erziehung, Wissenschaft und Kunst. Heft 2, b: Hochschulen, zugehörige und verwandte wissenschaftliche Institute. II. Medizinische Lehranstalten der Universitäten. Technische Laboratorien und Versuchsanstalten. Sternwarten und andere Observatorien*, Stuttgart, Alfred Kröner Verlag, 1905. Lettre de Louis Arndt à Charles-Henri Matthey, 23 février 1909, BPUN, OBSE-102-4.15, p. 135.

[1166] Les différentes propositions sont conservées aux AEN dans le fonds 1 TP-1000.

[1167] « Rapport du Conseil d'État au sujet de la succession de M. le Dr Ad. Hirsch, directeur de l'Observatoire cantonal », 23 juillet 1901, *BOGC*, 64, 1901, pp. 150-152.

« *comprenant un sous-sol et un rez-de-chaussée* […]. *Comme le terrain est très sec, le sous-sol pourrait être aménagé comme salle d'observation pour pendules, et le rez-de-chaussée comme bibliothèque et salle de réunion pour la commission de l'Observatoire* »[1168]. Arndt estime que « *le nouveau local de la bibliothèque serait* […] *la place la mieux choisie pour le buste du Dr Hirsch* »[1169]. Ce projet illustre la grande diversité des espaces savants. Sur la base de ces principes, Matthey élabore les premiers plans, intégrant les idées proposées par Arndt tout en cherchant à concilier les besoins scientifiques et les objectifs commémoratifs :

« *Les premiers projets de 1905, établis d'après les données du directeur, approuvés par la Commission de l'Observatoire, comportaient, en annexe à la partie exclusivement scientifique, c'est-à-dire à la tour de la lunette* [triple réfracteur Zeiss] *et aux locaux destinés à recevoir les instruments accessoires, un corps de bâtiment contenant une grande salle réservée à la bibliothèque de l'établissement et aux réunions de la Commission de l'Observatoire. Une salle pour l'observation des pendules était prévue au sous-sol. Le vestibule devait recevoir le buste du donateur.* »[1170]

Toutefois, le devis initial, évalué à 64 000 francs et incluant l'extension de la clôture ainsi que le piédestal destiné au buste de Hirsch, est jugé excessif par la commission[1171]. En réponse à ces préoccupations, un projet redimensionné est proposé en 1907, supprimant le vestibule et la salle des pendules pour réduire les coûts :

« *En 1907 fut dressé un projet plus restreint prévoyant simplement la construction d'une tour avec coupole de 8 mètres de diamètre, un laboratoire de spectroscopie, un laboratoire de photographie et les dépendances*

[1168] « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur la construction d'une lunette équatoriale en exécution du testament de feu M. Hirsch à la commission cantonale de l'Observatoire, 22 décembre 1904 », AEN, 1IND-342, correspondance ; traitement du directeur ; succession Hirsch ; acquisitions de terrains ; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, p. 13.

[1169] « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur la construction d'une lunette équatoriale en exécution du testament de feu M. Hirsch à la commission cantonale de l'Observatoire, 22 décembre 1904 », AEN, 1IND-342, correspondance ; traitement du directeur ; succession Hirsch ; acquisitions de terrains ; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, p. 14.

[1170] Matthey Charles-Henri, « Chapitre V : Les constructions… », p. 103. L'envoi du projet à Arndt est fait le 21 mars 1905 par Matthey : Lettre de Charles-Henri Matthey à Louis Arndt, 21 mars 1905, BPUN, OBSE-102-3.27.

[1171] Le devis se trouve dans : Lettre de Charles-Henri Matthey à Louis Arndt, 21 mars 1905, BPUN, OBSE-102-3.27. Bien que nous ne disposions pas de la lettre envoyée par Arndt à Matthey, la réponse de ce dernier laisse entrevoir une volonté claire de limiter le devis : Lettre de Charles-Henri Matthey à Louis Arndt, 11 avril 1905, BPUN, OBSE-102-3, p. 27.

strictement indispensables ; la salle des pendules était abandonnée et le buste du testateur trouvait place hors du bâtiment, dans le parc. Ce projet tenait compte des observations et renseignements recueillis par le soussigné au cours d'un voyage d'étude qu'il fit en France et en Angleterre et dont il résulte essentiellement que les bâtiments destinés à l'étude des astres sont aujourd'hui de modestes constructions, sans prétention architecturale, fort différentes des bâtiments monumentaux édifiés autrefois à grands frais dans certains observatoires. »[1172]

Le projet réduit se concentre exclusivement sur des espaces scientifiques, excluant tout lieu de réunion ou de mémoire dédié au premier directeur. Le nouvel édifice se veut sobre et fonctionnel, conformément aux directives de Louis Arndt : « *J'estime qu'il faudrait se borner à une construction simple et sans décor architectural extérieur.* »[1173] Cependant, la commission juge ce projet trop modeste et exprime son insatisfaction : « *La commission examine des projets de plans de construction d'un bâtiment spécial pour les futurs services de l'Observatoire ; le prix de ces constructions est trop bon marché (20 000 fr.) ou trop cher, 40 000 fr. sans la coupole. Ces plans sont trop restreints et les bâtiments trop étriqués.* »[1174] Bien qu'elle considère nécessaire de conserver un but avant tout pratique, la commission souligne que « *la disposition et la distribution des locaux prévues, telles qu'elles résultent du plan du 30 janvier 1907, semblent pratiques et convenables aux experts. Ceux-ci estiment qu'on aurait tort d'attacher plus d'importance à l'aspect architectural du bâtiment* »[1175]. À ce stade, la commission presse le directeur d'accélérer les travaux, déclarant que « *la période d'étude étant terminée, la période d'exécution doit commencer* »[1176]. Néanmoins, au fil du temps, le projet de construction évolue pour inclure plusieurs ajouts, conférant progressivement une dimension plus monumentale au pavillon Hirsch.

[1172] Matthey Charles-Henri, « Chapitre V : Les constructions… », p. 104.
[1173] « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur la construction d'une lunette équatoriale en exécution du testament de feu M. Hirsch à la commission cantonale de l'Observatoire, 22 décembre 1904 », AEN, 1IND-342, correspondance ; traitement du directeur ; succession Hirsch ; acquisitions de terrains ; testaments du Dr Hirsch et du Dr Arndt, 1901-1910, 5-6, p. 12.
[1174] « Séance du 5 avril 1907 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 47.
[1175] « Rapport présenté à Monsieur le conseiller d'État, chef du département de l'Instruction publique de la République et Canton de Neuchâtel le 30 septembre 1907 sur les futures installations de l'Observatoire cantonal », 30 septembre 1907, », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 55 bis, p. 2.
[1176] « Séance du 25 octobre 1907 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 58.

Le 12 novembre 1908, l'architecte et peintre Charles L'Eplattenier (1874-1946), figure majeure de l'Art nouveau, adapté au contexte neuchâtelois sous le nom « style sapin », assiste à une séance de la commission pour présenter une maquette du buste de Hirsch, destinée à être placée dans le jardin[1177]. Toutefois, la commission exprime son insatisfaction, jugeant que la « *ressemblance n'est pas parfaite* »[1178]. L'artiste se voit alors remettre des photographies du défunt afin d'améliorer la qualité de la représentation.

Le 25 mars 1909, la commission reconsidère l'idée de positionner le buste à l'extérieur, estimant que cette exposition risquerait de provoquer une oxydation prématurée[1179]. Elle considère alors qu'il « *convient de trouver un emplacement dans le nouveau bâtiment qui va se construire ; et, comme d'après les plans, le vestibule serait trop exigu pour recevoir ce buste et son piédestal, il y a lieu de revenir au premier projet où les locaux sont plus spacieux* »[1180]. Le 2 novembre 1909, l'architecte présente de nouveaux plans, jugés convenables par la commission. Les travaux débutent rapidement (figure 45)[1181]. La construction comprend une tour avec coupole, réalisée par l'entreprise Zeiss à l'automne 1910, une salle au sous-sol destinée à accueillir deux sismographes (bien qu'un seul soit finalement installé), un laboratoire photographique, un vestibule et une salle de commission qui sert aussi de salle pour la spectroscopie. Une petite esplanade, désignée « terrasse de l'héliostade », est aussi prévue pour accueillir un « héliostade », pour l'observation solaire, bien que cet instrument ne soit plus mentionné. Le laboratoire de spectroscopie (figure 46) est conçu avec un écran sur le

[1177] En 1901, le Grand Conseil a décrété qu'un buste serait placé à l'Observatoire en l'honneur d'Adolphe Hirsch : voir article 2 du « Rapport du Conseil d'État au sujet de la succession de M. le Dr Ad. Hirsch, directeur de l'Observatoire cantonal », 23 juillet 1901, *BOGC*, 64, 1901, pp. 150-152. Lors de la séance du 16 novembre 1908, le Conseil d'État attribue à Charles L'Eplattenier le mandat : Arrêté du Conseil d'État, 16 novembre 1908, *MCE*, 1CE-288. Sur le style sapin : Lemaire David et Gaitzsch Marie (éd.), *Le Style sapin. Une expérience de l'art nouveau*, Zurich, Scheidegger & Spiess, 2022.

[1178] « Séance du 12 novembre 1908 », *PVCOC 1901-...*, AEN, 1EP-352, pp. 66-67.

[1179] « Séance du 25 mars 1909 », *PVCOC 1901-...*, AEN, 1EP-352, pp. 67-71.

[1180] « Séance du 25 mars 1909 », *PVCOC 1901-...*, AEN, 1EP-352, p. 68. La commission en informe Matthey le 3 mai 1909 : Lettre de Louis Arndt à Charles-Henri Matthey, 3 mai 1909, BPUN, OBSE-102-4.15, p. 173. Les plans définitifs sont aussi adaptés par l'entreprise Zeiss, afin de garantir la sécurité de la plateforme d'observation : Lettre de Louis Arndt au département des Travaux publics, 3 mars 1909, BPUN, OBSE-102-4.15, pp. 142-143.

[1181] Matthey Charles-Henri, « Le Pavillon Hirsch de l'Observatoire astronomique de Neuchâtel », *Bulletin technique de la Suisse romande*, 38, 1912, pp. 250-254, p. 250.

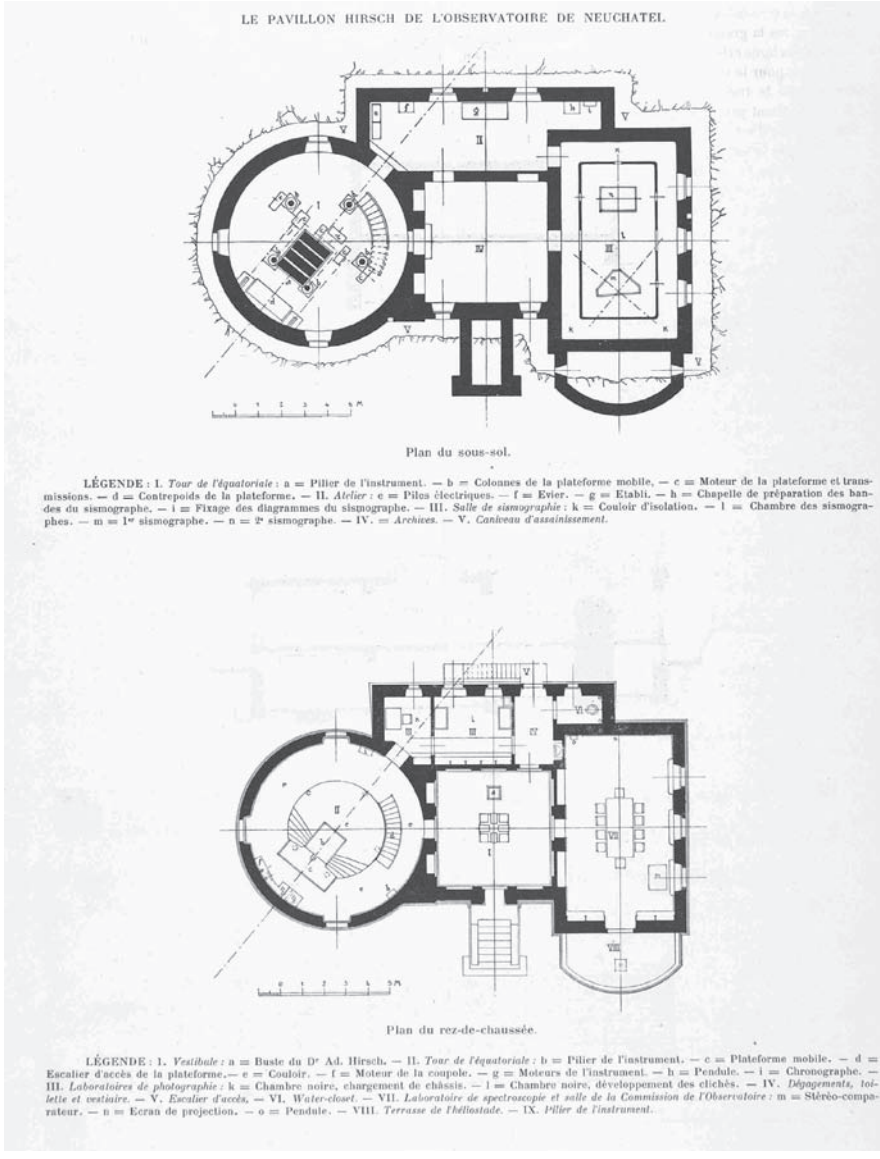


Figure 45. Plans du Pavillon Hirsch. MATTHEY Charles-Henri, « Le Pavillon Hirsch de l'Observatoire astronomique de Neuchâtel », *Bulletin technique de la Suisse romande*, 38, 1912, p. 251.

mur nord, spécialement aménagé pour permettre la réalisation d'expériences spectroscopiques[1182].

L'architecture du Pavillon Hirsch s'inspire du *Heimatstil*, un style architectural en vogue au début du XX^e^ siècle, caractérisé par une recherche d'identité régionale et une forme de sobriété[1183]. Matthey souligne avoir souhaité concevoir un bâtiment alliant des usages scientifiques modernes et un hommage à Hirsch :

« *Il était judicieux de chercher une architecture qui s'harmonise avec le caractère pittoresque de l'endroit. Les matériaux employés dans les façades, le roc pour les soubassements et la pierre jaune d'Hauterive pour les parties en élévation ont permis d'obtenir ce résultat. L'architecte, guidé par le souci d'assurer à son œuvre un caractère propre et personnel, n'a pas craint de rompre avec la tradition classique. Il a cherché à traiter l'édifice, les façades et l'entrée en particulier, d'une façon qui soit en concordance aussi parfaite que possible avec la simplicité convenant à un monument élevé à la science et à la mémoire du distingué savant qui présida si longtemps aux destinées de l'Observatoire cantonal.* »[1184]

En octobre 1910, alors que les travaux intérieurs sont en cours, Arndt demande à Matthey d'agrandir le sous-sol, exprimant ses préoccupations : « *Je regretterais énormément de perdre cette place en hauteur dans des locaux qui peuvent être utilisés plus tard pour des observations ou des appareils demandant un local très haut (salle pour pendules).* »[1185] Il insiste également sur l'importance de certains éléments structurels, affirmant que « *l'achèvement du pilier est la partie la plus importante de toute la construction* »[1186].

Les requêtes formulées par Arndt donnent lieu à des tensions avec l'architecte. Un exemple marquant survient lorsque le directeur signale des défauts dans la construction de la coupole de la tour, provoquant l'irritation

[1182] Matthey Charles-Henri, « Le Pavillon Hirsch de l'Observatoire astronomique de Neuchâtel… », p. 251.
[1183] Piguet Claire, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel… », p. 317. Sur le Heimatstil à Neuchâtel, voir : Piguet Claire, « Renouveau et "saveur locale" en architecture : le Heimatstil à Neuchâtel », Crettaz-Stürzel Elisabeth (Hrsg.), *Heimatstil. Reformarchitektur in der Schweiz* 1896-1914, 2 volumes, Frauenfeld, Huber Frauenfeld Verlag, 2005, pp. 182-203.
[1184] Matthey Charles-Henri, « Le Pavillon Hirsch de l'Observatoire astronomique de Neuchâtel… », p. 254.
[1185] Lettre de Louis Arndt à Charles-Henri Matthey, 25 octobre 1910, BPUN, OBSE-102-4.15, p. 446.
[1186] Lettre de Louis Arndt à Charles-Henri Matthey, 25 octobre 1910, BPUN, OBSE-102-4.15, p. 446.

Figure 46. Laboratoire de spectroscopie du pavillon Hirsch, 8 juillet 1912. © Office cantonal du patrimoine bâti et immatériel, fonds ISCP n°422.

de Matthey, qui rétorque : « *Quoi qu'il en soit, je ne pense pas que M. le directeur de l'Observatoire soit compétent pour prendre possession d'un ouvrage de construction qui est plus du domaine de l'architecture que de l'astronome.* »[1187] En réponse, Arndt défend sa position en rétorquant qu'il a « *songé plus souvent peut-être que M. Mathey* [sic] *à nos instruments et à l'humidité de nos murs* »[1188]. Ce différend met en lumière les tensions entre les visions de l'architecte et de l'astronome. Matthey revendique son expertise en matière de construction, estimant que le bâtiment relève de son domaine de compétence, tandis qu'Arndt considère le pavillon Hirsch comme une extension de l'instrumentation scientifique, devant correspondre à ses exigences techniques. Contrairement à l'édification du bâtiment principal,

[1187] Lettre de Charles-Henri Matthey au département des Travaux publics, 16 février 1911, AEN, 1TP-998, Pavillon Hirsch

[1188] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 26 décembre 1910, BPUN, OBSE-102-4.15, p. 492.

qui relevait avant tout des compétences du premier directeur, celle du pavillon Hirsch est marquée par l'intervention d'une pluralité d'acteurs. Outre Matthey et Arndt, l'entreprise Zeiss, la commission de l'Observatoire et le Conseil d'État jouent chacun un rôle non négligeable.

Une fois le bâtiment achevé, l'État de Neuchâtel fait de nouveau appel à Charles L'Eplattenier pour concevoir un vestibule en hommage à Hirsch (figure 47)[1189]. Pour ce projet, l'artiste mobilise certains élèves des Ateliers d'art réunis, provenant du cours supérieur de l'École d'arts appliqués de La Chaux-de-Fonds, dans l'objectif de réussir une « *œuvre d'art totale* »[1190]. Le 3 juillet 1909, il se déclare prêt à se « *charger de tous les travaux artistiques possibles* »[1191]. L'année suivante, en présentant un devis, il souligne sa capacité à « *faire avec des moyens modérés une œuvre belle et digne de celui que nous voulons honorer* »[1192]. Il ajoute également que « *l'astronomie* […] *fournit un thème universel et élevé* [qu'il sera] *très heureux de traiter* »[1193]. Ainsi, le projet évolue progressivement pour devenir un véritable mémorial dédié au donateur, prenant des allures de mausolée et conférant au pavillon Hirsch une dimension symbolique forte, en plus de sa fonction scientifique : « *L'attitude recueillie que l'artiste a donnée au savant, ainsi que le cadre somptueux de la décoration, dont les sujets sont inspirés de l'astronomie, dispose au recueillement. Il convenait de donner au sanctuaire du monument une allure qui fut en harmonie avec le caractère mystique s'attachant aux choses célestes. Grâce à une collaboration entendue des Ateliers d'Art réunis de La Chaux-de-Fonds, le résultat cherché semble avoir été atteint* »[1194]. Le projet est perçu par ces promoteurs comme un véritable fleuron pour l'Observatoire : « *Le Pavillon Hirsch est une véritable*

[1189] Charles L'Eplattenier explique que l'École d'arts appliqués peut s'occuper de tous les détails pour construire le pavillon : Lettre de Charles L'Eplattenier à Édouard Quartier-la-Tente, 3 juillet 1909, AEN, TP-1001, Intendance des bâtiments : Observatoire cantonal : Pavillon Hirsch. Cet ensemble architectural est désormais un exemple représentatif de l'Art nouveau aux côtés d'autres œuvres majeures tel le Crématoire du cimetière de la Charrière à La Chaux-de-Fonds ou la villa Fallet du Corbusier (1887-1965) : Lemaire David et Gaitzsch Marie (éd.), *Le Style sapin*.

[1190] Piguet Claire, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel… », p. 318. Sur l'école d'Arts appliqués de La Chaux-de-Fonds, voir : Hellmann Anouk (éd.), *Gravée dans le temps. École d'arts appliqués La Chaux-de-Fonds (1872-2022)*, Zurich, Scheidegger & Spiess, 2022.

[1191] Lettre de Charles L'Eplattenier à Édouard Quartier-la-Tente, 3 juillet 1909, AEN, 1TP-1001, Intendance des bâtiments : Observatoire cantonal : Pavillon Hirsch.

[1192] Lettre de Charles L'Eplattenier à Édouard Quartier-la-Tente, 10 mars 1910, AEN, 1TP-1001, Intendance des bâtiments : Observatoire cantonal : Pavillon Hirsch.

[1193] Lettre de Charles L'Eplattenier à Édouard Quartier-la-Tente, 10 mars 1910, AEN, 1TP-1001, Intendance des bâtiments : Observatoire cantonal : Pavillon Hirsch.

[1194] Matthey Charles-Henri, « Chapitre V : Les constructions… », pp. 106-108.

Figure 47. Buste d'Adolphe Hirsch dans le vestibule du pavillon Hirsch en 1912, Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912, p. 43.

œuvre d'art ; il fait grand honneur à ceux qui en ont élaboré les plans et dirigé la construction. »[1195]

Inauguré en grande pompe le 12 juillet 1912, le Pavillon Hirsch illustre une volonté manifeste de réaffirmer le caractère scientifique de l'Observatoire, en conjuguant architecture, astronomie et arts pour ériger un véritable temple de la science dédié à la mémoire d'Adolphe Hirsch.

[1195] « Rapport de la commission spéciale chargée de l'examen du projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire cantonal, séance du 24 juillet 1911 », *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 77, 1911, pp. 437-444, p. 438. Il convient toutefois de noter que ce sont principalement les élèves de L'Eplattenier qui ont œuvré sur le chantier, et ce, apparemment, sans grande rigueur. Charles-Henri Matthey met en évidence ce manque de discipline lorsque L'Eplattenier demande un supplément sur le devis initial de 7 000 francs, qui a été dépassé : « Je le conçois sans peine si je songe à la nonchalance et à la désinvolture avec laquelle les jeunes gens des ateliers d'arts ont travaillé à l'Observatoire. », Lettre de Charles-Henri Matthey au département des Travaux publics, 2 décembre 1913, AEN, 1TP-1001, Intendance des bâtiments : Observatoire cantonal : Pavillon Hirsch. L'architecte propose finalement d'accorder un supplément de 500 francs pour couvrir les dépassements. Pour une analyse approfondie des aspects architecturaux du Pavillon Hirsch, nous renvoyons à l'article de Claire Piguet, qui traite ce sujet en détail.

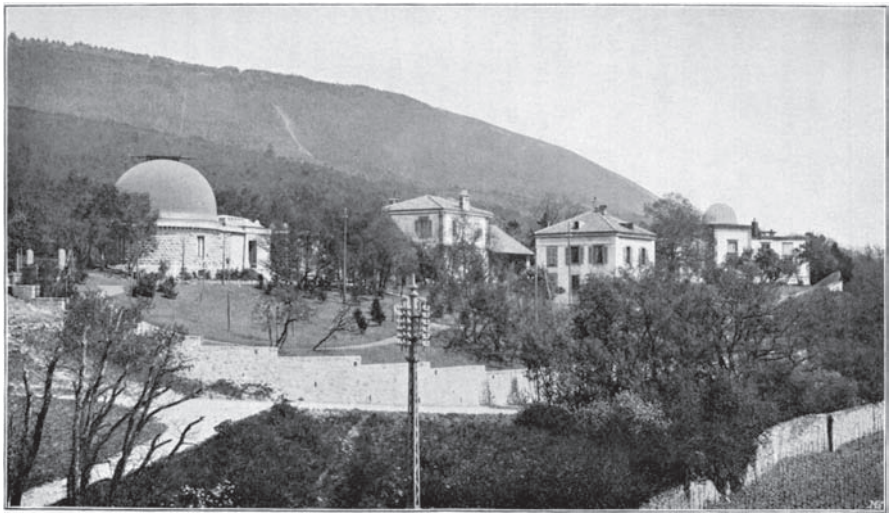


Figure 48. Site de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel en 1912, Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912, p. 23.

6.3.2 Spécialiser les espaces

La construction du Pavillon Hirsch ne constitue pas le seul développement du site de l'Observatoire depuis la fondation de l'institution en 1858. Plusieurs annexes voient le jour au tournant du XX^e^ siècle, notamment une maison pour le concierge-mécanicien et une autre pour l'aide-astronome, tandis que le bâtiment principal connaît une réorganisation spatiale. Ces travaux s'accompagnent de déplacements et de réagencements des espaces intérieurs, traduisant les besoins croissants de l'Observatoire en matière de place. Un retour en arrière sur les évolutions spatiales de l'institution survenues depuis sa fondation permettra de mieux comprendre le contexte et les dynamiques qui ont façonné le site au fil du temps (figure 48).

6.3.2.1 Un Observatoire à l'étroit (1865-1901)

Dès sa création, l'Observatoire est conçu pour minimiser sa taille et, in fine, ses coûts. Cette contrainte initiale explique le développement de plusieurs extensions pour répondre à l'évolution des missions de l'institution. La première modification survient en 1865 avec la construction d'une aile au nord-est du bâtiment principal à la suite du mariage d'Anna Piaget avec Hirsch (figure 49). Profitant de cette occasion, Hirsch demande l'agrandissement de son logement, justifiant sa requête par des arguments fondés sur des statistiques, tout en tenant compte des besoins scientifiques de l'établissement :

«*J'ai déjà mentionné et vous avez pu voir que l'on a agrandi le bâtiment de l'Observatoire, en ajoutant deux pièces au logement du directeur. Ce logement qui ne contenait que 284 mètres cubes, tout compris, chambres, cuisine, corridors, etc. (tandis que d'après les statistiques, chaque ménage, en Suisse, jouit, en moyenne, d'un logement de 400 mètres cubes), a été construit dans des dimensions insuffisantes dès le commencement. La petitesse des chambres, dont la plus grande mesure de 4 m 35 sur 3 m 40, jointe à l'absence de galetas et de mansardes à cause du toit plat, ne permettait pas l'installation convenable d'un ménage de famille. Les chambrettes de l'étage placées sous un toit d'asphalte et n'ayant que 2 m 47 de hauteur sont, dans les chaleurs de l'été, presque inhabitables. Ensuite il était fâcheux qu'il n'y eût pas à l'Observatoire une seule pièce assez grande pour y asseoir plus de six ou sept personnes. C'était d'autant plus gênant que notre Observatoire sert souvent de lieu de réunion à des commissions scientifiques. Ainsi, lorsque dernièrement la Commission géodésique internationale s'est réunie à Neuchâtel, j'ai regretté de ne pas pouvoir recevoir ces hôtes distingués à l'Observatoire* […]. *Appréciant ces différentes raisons, le Conseil d'État a reconnu la nécessité d'ajouter deux pièces de dimensions convenables au corps de logis actuel. L'impossibilité d'ajouter un étage, pour ne pas masquer la vue à la lunette parallactique, et la situation du bâtiment ne laissaient pas d'autre choix que d'ajouter une petite aile à l'angle N. E., ce que l'on pouvait faire sans compromettre la façade principale du Sud et sans altérer trop le premier plan de construction. Du reste M. l'architecte cantonal a pris soin de conserver jusque dans les détails l'architecture du bâtiment. Dans quelques semaines les deux nouvelles chambres, qui ont ensemble une contenance de 124 mètres cubes, seront terminées et formeront avec les anciennes pièces un logement qui suffira aux besoins légitimes du directeur et lui permettront de recevoir convenablement les réunions scientifiques qui viendront siéger à l'Observatoire.*»[1196]

[1196] RD 1865-1866, pp. 2-4.

Tirée du rapport annuel 1865-1866, cette citation montre que l'activité scientifique impose des contraintes à l'architecture du site. Les lignes de vue doivent être préservées, non seulement le long de l'axe de la méridienne, mais aussi dans le plan horizontal de l'instrument équatorial, interdisant ainsi toute surélévation du bâtiment. Les espaces de l'établissement restreignent également les possibilités d'usage, notamment pour l'accueil de réunions, ce qui, selon le directeur, nuit à l'image de l'institution. Une certaine hiérarchisation se manifeste à l'Observatoire, puisque les logements du personnel sont de dimension modeste et, en 1864, sont même divisés par deux lors de l'engagement de l'aide-astronome, alors que celui du directeur est beaucoup plus grand.

Le manque de place rend le recrutement et le maintien du personnel particulièrement difficiles. Le directeur souligne cet aspect en 1885 :

« *Je ne puis pas quitter le chapitre des bâtiments, sans insister encore sur la construction d'un nouveau hangar, ou d'une dépendance, qui contiendrait en bas le bûcher, la remise pour les caisses, etc., et à l'étage un petit logement pour l'aide-astronome. Votre commission, ainsi que la commission de gestion à sa dernière visite, a déjà à plusieurs reprises reconnu la nécessité d'une pareille construction ; vous venez de constater de nouveau à votre visite des locaux, que les logements pour l'aide-astronome, aussi bien que pour le concierge, sont, pour ainsi dire, impossibles, de sorte que, si l'on ne veut pas se décider enfin, à exécuter* […] *cette petite construction, nous avons à craindre, de perdre l'un et l'autre de ces deux employés, qui, très au fait de leurs fonctions, les remplissent à mon entière satisfaction.* »[1197]

En 1886, cette situation devient intolérable pour l'aide-astronome dont le logement est « *misérable et intenable pour un homme* [Hilfiker] *qui ne jouit pas d'une santé à toute épreuve* »[1198]. En novembre, face à cette situation, Hilfiker obtient l'autorisation de vivre hors de l'Observatoire[1199]. Hirsch insiste cependant sur le caractère provisoire de cet arrangement, affirmant que « *dans l'intérêt du service de l'Observatoire, il est inadmissible que l'aide-astronome*

[1197] RD 1885, p. 7.

[1198] Lettre d'Adolphe Hirsch à John Clerc, 27 novembre 1886, AEN, 1TP-1003, Observatoire cantonal de Neuchâtel. Construction d'un nouveau bâtiment pour loger l'aide-astronome. Dossier de l'architecte cantonal.

[1199] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un bâtiment annexe à l'Observatoire cantonal », *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 47, 1887, pp. 64-66, p. 65.

Figure 49. Façade nord du bâtiment principal de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 6 février 1905. © Office cantonal du patrimoine bâti et immatériel, fonds ISCP n° 42.

ne demeure, et surtout ne couche pas, à l'Observatoire»[1200] et demande la construction d'un nouveau bâtiment. Cette remarque souligne la nécessité, à cette époque encore, de saisir tout moment favorable à l'observation astronomique. Ainsi, la qualité des espaces privatifs influe directement sur la pratique scientifique et sur la capacité à conserver un personnel compétent. Hirsch précise d'ailleurs que «*Hilfiker ayant reçu un appel comme mathématicien au Bureau fédéral des assurances fit dépendre sa décision de rester à l'Observatoire* […] *qu'il recevrait* […] *un logement pour ménage qui lui permet de se marier*»[1201]. Exigences familiales, professionnelles et

[1200] Lettre d'Adolphe Hirsch à John Clerc, 27 novembre 1886, AEN, 1TP-1003, Observatoire cantonal de Neuchâtel. Construction d'un nouveau bâtiment pour loger l'aide-astronome. Dossier de l'architecte cantonal.

[1201] Lettre d'Adolphe Hirsch à John Clerc, 16 mai 1887, AEN, 1TP-1003, Observatoire cantonal de Neuchâtel. Construction d'un nouveau bâtiment pour loger l'aide-astronome. Dossier de l'architecte cantonal.

scientifiques se combinent donc pour justifier la construction d'un deuxième bâtiment à l'Observatoire.

En 1887, le Conseil d'État soumet un rapport au Grand Conseil pour proposer l'agrandissement de l'Observatoire par la construction d'une annexe devant servir à loger l'aide-astronome et à développer l'institution[1202]. Le projet prévoit une petite maison comprenant un rez-de-chaussée et un premier étage, conçue pour rester « *au-dessous du plan horizontal passant par l'axe de la lunette astronomique* [le réfracteur Merz dans la coupole] »[1203]. Des dépendances adossées au mur est du nouveau bâtiment doivent également être aménagées pour servir de dépôt, d'atelier, de buanderie et de bûcher. L'appartement proposé comprend une cuisine et cinq chambres, tandis qu'une partie du premier étage est réservé à la bibliothèque de l'Observatoire, qui fait également office de salle de réunion pour les commissions. Comme souvent dans les discussions concernant l'Observatoire, les débats du Grand Conseil sont animés. Une commission ad hoc de cinq membres est nommée pour examiner la pertinence de la proposition[1204]. Cette commission émet un avis défavorable, estimant que « la *situation actuelle peut encore se prolonger ; que si l'aide-astronome nous quitte, on en trouvera un autre* »[1205]. Cette décision reflète les réticences politiques à investir davantage dans l'Observatoire, malgré besoins flagrants en termes d'espace de l'institution.

Après des débats animés, les recommandations de la commission sont rejetées par le Grand Conseil, qui approuve la construction de l'annexe par 54 voix contre 8[1206]. Cette décision permet l'édification du nouveau bâtiment (figure 50), et la configuration de l'Observatoire avec deux bâtiments distincts demeure en place jusqu'à l'aube du XX^e^ siècle.

[1202] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un bâtiment annexe à l'Observatoire cantonal », *BOGC*, séance du 16 mai 1887, 47, Neuchâtel, pp. 64-66 ; séance du 18 mai 1887, 115 et 121 ; « Rapport de la commission chargée d'examiner la construction d'un bâtiment annexe à l'observatoire cantonal », séance du 25 janvier 1888, *BOGC*, Société d'imprimerie de Cernier, 47, 1887, pp. 512-525.

[1203] Lettre d'Auguste Ribaux à Numa Grether, 16 mai 1887, AEN, 1TP-1003, Observatoire cantonal de Neuchâtel. Construction d'un nouveau bâtiment pour loger l'aide-astronome. Dossier de l'architecte cantonal.

[1204] « Rapport de la commission chargée d'examiner la construction d'un bâtiment annexe à l'Observatoire cantonal », séance du 25 janvier 1888, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 47, 1887, pp. 512-525.

[1205] « Rapport de la commission chargée d'examiner la construction d'un bâtiment annexe à l'Observatoire cantonal », séance du 25 janvier 1888, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 47, 1887, pp. 513-514.

[1206] « Rapport de la commission chargée d'examiner la construction d'un bâtiment annexe à l'Observatoire cantonal », séance du 25 janvier 1888, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 47, 1887, p. 525. Les échanges autour de cette construction sont conservés dans le fonds des AEN, 1TP-1003. Observatoire cantonal de Neuchâtel. Construction d'un nouveau bâtiment pour loger l'aide-astronome. Dossier de l'architecte cantonal.

Figure 50. Maison de l'aide-astronome, puis du directeur dès 1901, 1912, Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912, p. 101.

6.3.2.2 Agrandir l'Observatoire et spécialiser les espaces

En 1899, la situation du concierge-mécanicien, Studer, en poste depuis dix-huit ans, marié et père de famille, attire l'attention en raison des conditions déplorables de son logement. L'appartement vétuste est décrit ainsi : « *Ce dernier est logé d'une manière déplorable dans des locaux si exigus qu'il faut se baisser pour y entrer et si mal organisés qu'il n'est plus admissible d'y loger un ménage avec 4 enfants.* »[1207] Un rapport présenté au Grand Conseil est encore plus explicite, décrivant un logement datant « *de l'origine de l'Observatoire* […] *; il consiste en deux petites pièces ridiculeusement* [sic] *étroites et une cuisine microscopique. C'est dans ce minuscule logis que vit aujourd'hui une famille avec quatre enfants, dans des conditions*

[1207] Lettre d'Édouard Quartier-la-Tente au département des Travaux publics, 15 juillet 1899, AEN, 1TP-1003, Construction d'un pavillon pour le mécanicien concierge à l'Observatoires de Neuchâtel. Affaires classées.

les plus fâcheuses, tant au point de vue de l'espace que de l'hygiène »[1208]. Initialement, l'élargissement de l'annexe jouxtant la maison de l'aide-astronome est envisagé. Toutefois, cette solution est abandonnée en raison de certaines contraintes ; il est impossible de surélever le bâtiment sans bloquer les lignes de vues nécessaires aux instruments et une extension du côté est le rapprocherait trop du bâtiment principal[1209]. Auguste Ribaux (1854-1902), architecte cantonal, propose alors une construction indépendante située en face de la maison de l'aide-astronome[1210]. Plusieurs projets sont soumis, offrant des configurations plus ou moins généreuses pour le logement. Le cinquième projet est finalement retenu, car il est jugé « *le mieux approprié au but et qui s'accorderait mieux avec le style des autres bâtiments. Le n° 2 est meilleur marché mais* […] *insuffisant ; les autres sont trop coûteux* »[1211]. Ce choix reflète une décision tenant compte des contraintes architecturales, scientifiques, financières et spatiales, tout en répondant aux besoins du personnel de l'Observatoire.

En 1901, la construction de la maison du concierge-mécanicien est achevée (voir figure 48, troisième bâtiment depuis la gauche), ouvrant de nouvelles perspectives pour réorganiser le bâtiment principal. Le directeur le souligne dans son rapport annuel : « *Il serait désirable qu'on le transformât, d'abord pour donner à l'Observatoire une meilleure entrée que celle qu'il a actuellement, et pour pouvoir utiliser les locaux d'une manière plus rationnelle* »[1212]. Simultanément, Arndt conserve son logement, et la maison initialement prévue pour l'aide-astronome devient celle du directeur. Cette configuration permet d'éviter d'affronter Clara Hirsch, qui occupe alors l'ancien logement de son frère, tout en permettant de consacrer le bâtiment principal uniquement aux activités scientifiques[1213].

En 1902, l'annexe située à côté de la nouvelle résidence du directeur fait l'objet d'une réorganisation pour agrandir la maison d'Arndt en relocalisant

[1208] « Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un pavillon pour le concierge de l'Observatoire », *BOGC*, 62, 1899, pp. 639-642.

[1209] Lettre d'Auguste Ribaux à Frédéric Soguel, 11 janvier 1900, AEN, 1TP-1003, Construction d'un pavillon pour le mécanicien concierge à l'Observatoire de Neuchâtel. Affaires classées.

[1210] Lettre d'Auguste Ribaux à Frédéric Soguel, 11 janvier 1900, AEN, 1TP-1003, Construction d'un pavillon pour le mécanicien concierge à l'Observatoire de Neuchâtel. Affaires classées.

[1211] Lettre de Frédéric Soguel à Édouard Quartier-la-Tente, 6 mars 1900, AEN, 1TP-792, construction d'un pavillon destiné à loger le mécanicien-concierge, p. 2.

[1212] RD 1901, p. 5.

[1213] Au début de l'année 1903, après deux années de tergiversations et une impatience croissante de la part de la commission, le problème se règle avec le départ de Clara Hirsch : « Séance du jeudi 11 juin 1903 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 24.

la bibliothèque dans le bâtiment principal[1214]. Ce changement prive l'aide-astronome d'un espace in situ, questionnant alors la nécessité de loger le personnel au sein de l'Observatoire. En 1910, Hermann Stroele se voit doter d'un appartement au deuxième étage de l'ancienne maison du directeur du pénitencier, dans le voisinage immédiat de l'Observatoire[1215]. Cette disposition se prolonge jusqu'en 1918, année où l'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel commence à occuper ce bâtiment, ce qui pousse le Conseil d'État à accorder une subvention spéciale pour le logement de l'aide-astronome[1216]. À cette période, seules deux habitations subsistent sur le site de l'Observatoire : celle du concierge-mécanicien et celle du directeur.

En 1906, l'état du bâtiment principal est jugé préoccupant par la commission, notamment en raison des risques qu'il pose pour la précieuse instrumentation : « *L'imperméabilité du toit laissant toujours à désirer et les instruments de précision courant le risque d'être endommagés, la commission invite son président à* [porter] *cette question au Conseil d'État en le priant de faire le nécessaire au plus vite, ces réparations étant urgentes.* »[1217] Cependant, il faut attendre 1911 pour que des travaux d'envergure soient entrepris. À ce moment-là, le constat devient alarmant : « *Il reste à procéder aux réfections urgentes de l'ancien bâtiment utilisé pour le service chronométrique. Ces réfections, à l'ordre du jour depuis une dizaine d'années, sont devenues à cette heure absolument urgentes.* »[1218] Un crédit de 44 000 francs est finalement accepté par le Grand Conseil, incluant la modernisation du bâtiment principal[1219].

Durant les travaux, Arndt évoque la possibilité de construire un nouveau bâtiment, estimant que « *leur accomplissement* [des travaux de réfection] *n'est certes pas la solution idéale, et la direction de l'Observatoire eût préféré pour*

[1214] RD 1902, p. 3.

[1215] Lettre d'Édouard Quartier-la-Tente à Louis Arndt, 11 décembre 1909, BPUN, OBSE-102-3.48-9. L'emplacement où se trouvait autrefois le pénitencier abrite désormais la Faculté des sciences de l'Université de Neuchâtel.

[1216] Lettre d'Édouard Quartier-la-Tente à Louis Arndt, 17 décembre 1917, BPUN, OBSE-102-3.48-16. Sur l'établissement de l'Institut de géologie au Mail, voir : Queloz Dimitri, « La géologie », Scheurer Rémy (éd), *Histoire de l'Université de Neuchâtel. Tome 3. L'Université, de sa fondation en 1909 au début des années soixante*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, Gilles Attinger, 2002, pp. 469-491, pp. 470-472.

[1217] « Séance du 16 mars 1906 », *PVCOC 1901-…*, AEN, 1EP-352, pp. 43-44.

[1218] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire », séance du 15 mai 1911, *BOGC*, 77, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1911, pp. 118-121, p. 119.

[1219] « Rapport de la commission spéciale chargée de l'examen du projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire cantonal », séance du 24 juillet 1911, *BOGC*, 77, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier 1911, pp. 437-444, p. 444.

le service des chronomètres un bâtiment neuf »[1220]. Pour lui, cette option aurait permis de répondre à l'enjeu majeur que constitue le logement du personnel sur le site : « *Il a été abandonné l'idée d'une transformation complète de ce bâtiment qui date de 1859, transformation qui, par suite de l'exiguïté des locaux et de la nécessité de les exhausser, s'il s'agissait d'y établir des logements pour les employés de l'établissement, aurait exigé des crédits considérables. Le Conseil d'État a donc résolu de modifier le moins possible les locaux actuels, et de n'exécuter pour le moment que les transformations jugées indispensables* »[1221].

En 1911, la rénovation du bâtiment principal concerne l'ensemble de son enveloppe et permet le regroupement du service chronométrique. Une pièce réservée à la réception des clients est aménagée à gauche de la porte d'entrée, à proximité de la rotonde supportant l'équatoriale Merz, dans une ancienne pièce du logement du directeur[1222]. Par conséquent, la salle de chronométrie n'est plus utilisée à la réception des colis, ce qui évite aux visiteurs de traverser la salle méridienne. Toutefois, des visites sont effectuées pour présenter les instruments scientifiques de l'Observatoire. Les installations thermiques, telles que les glacières et les étuves, sont regroupées provisoirement en 1901 dans le logement du concierge-mécanicien[1223], avant d'être entièrement modernisées en 1905. Après ce renouvellement, elles atteignent le « *dernier point de la science* [pour] *rivaliser avec celles des premiers observatoires étrangers* »[1224]. Ces installations sont décrites en détail par Quartier-la-Tente dans l'ouvrage publié à l'occasion du cinquantenaire de l'établissement :

« *Afin d'éviter le grand inconvénient de devoir transporter les chronomètres pour la comparaison dans un autre local et d'éviter ainsi la condensation d'humidité sur les pièces, les glacières furent construites assez spacieuses*

[1220] « Rapport de la commission spéciale chargée de l'examen du projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire cantonal », séance du 24 juillet 1911, *BOGC*, 77, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1911, p. 442.

[1221] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire », séance du 15 mai 1911, *BOGC*, 77, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1911, pp. 118-121, p. 120.

[1222] « Rapport de la commission spéciale chargée de l'examen du projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire cantonal », séance du 24 juillet 1911, *BOGC*, 77, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1911, pp. 437-444, p. 439.

[1223] RD 1901, pp. 5-6.

[1224] « Rapport de la commission spéciale chargée de l'examen du projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire cantonal », séance du 24 juillet 1911, *BOGC*, 77, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1911, pp. 437-444, p. 440. Sur la transformation du logement du concierge, voir : Quartier-la-Tente É., *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912*…, p. 98.

pour permettre à l'observateur d'y entrer. L'augmentation de la température causée par la présence de l'observateur et par des lampes électriques fut supprimée par le système employé qui active la circulation de l'air froid par ces sources mêmes de chaleur. Grâce à une ventilation continuelle, les deux locaux sont absolument secs. La glace, qui se trouve dans un compartiment spécial, y est introduite depuis le jardin par une ouverture pratiquée dans le mur. Durant toute l'année, les températures de 4° et de 11° peuvent être maintenues à un demi-degré près. Les étuves pour 18°, dont chacune peut contenir seize chronomètres de marine, grand format, sont munies d'un système de chauffage et d'un système de refroidissement suivant la température de la salle. Les températures dans les étuves de 25° et de 32°, de mêmes dimensions que les étuves de 18°, sont maintenues au moyen de flammes à gaz et réglées automatiquement à quelques dixièmes de degré près. »[1225]

En 1912, « la transformation de l'ancien bâtiment de notre établissement cantonal fut terminée dans le courant de l'année, de sorte que nous avons pu entrer dans nos bureaux spacieux et bien éclairés »[1226]. Ces adaptations permettent ainsi de rationaliser les espaces tout en regroupant les différentes activités dans des bâtiments distincts, optimisant ainsi le fonctionnement et l'organisation de l'Observatoire.

*****

Au début du XX^e^ siècle, l'Observatoire connaît de grandes transformations pour s'adapter à un contexte scientifique et économique en rapide mutation. L'héritage de Hirsch, en apportant un soutien financier important permet de déployer de nouvelles technologies. Ce besoin de repositionnement, déjà perçu par le premier directeur, s'inscrit dans le contexte décrit par David Aubin, marqué par une remise en question de la place des observatoires à la fin du XIX^e^ siècle[1227]. Dans cette perspective, le triple réfracteur Zeiss peut être interprété comme une réaffirmation du caractère scientifique de l'Observatoire, notamment par son orientation vers l'astrophysique et la spectroscopie. Il incarne également une forme de résistance face à la transition progressive

[1225] Quartier-la-Tente É., *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912*, pp. 127-128.
[1226] RD 1913, p. 3.
[1227] David Aubin met en lumière les difficultés rencontrées par les observatoires pour satisfaire pleinement l'ensemble des missions qui leur sont confiées. Il évoque également une période marquée par une tendance à la spécialisation, voire par la disparition de certains de ces établissements au tournant du XX^e^ siècle : Aubin David, « L'observatoire. Régimes de spatialité… », p. 56.

d'une institution scientifique à un régime bureaucratico-scientifique, amorcé au XIX^e siècle.

Cependant, ces ajouts entraînent une augmentation des attentes vis-à-vis de l'institution. Une vision productiviste de la science commence à s'imposer, accompagnant ces transformations, comme nous le verrons dans les chapitres suivants. Sous cet angle, le testament Hirsch peut être considéré comme un legs à « double tranchant ». Certes, il offre une opportunité de modernisation que le budget ordinaire de l'établissement n'aurait pu financer, mais il génère aussi de nouvelles contraintes, notamment en termes de la charge de travail et des attentes des autorités politiques sur la production de l'institution. Ces exigences se révéleront de plus en plus difficiles à assumer avec un personnel insuffisant que l'État ne souhaite pas véritablement augmenter.

Chapitre 7

La deuxième chaîne opératoire

> « Nous menons notre vie quotidienne sans presque rien comprendre au monde qui est le nôtre. Nous accordons peu de pensées à la machinerie qui engendre la lumière du Soleil, rendant ainsi la vie possible, à la gravité qui nous colle à une Terre qui, autrement, nous enverrait tournoyer dans l'espace, ou aux atomes dont nous sommes faits et dont la stabilité assure notre existence. À l'exception des enfants (qui n'en savent pas assez long pour poser les questions importantes), peu d'entre nous passent beaucoup de temps à se demander pourquoi la nature est telle qu'elle est ; d'où vient le cosmos ou s'il a toujours été là, si le temps fera un jour machine arrière et si les effets précéderont les causes ou s'il y a des limites extrêmes à la connaissance humaine. »
>
> Stephen Hawking, *Une brève histoire du temps. Du Big Bang aux trous noirs*, Paris : Flammarion, 1989 [1988], p. 9.

Au tournant du XX^e^ siècle, l'Observatoire fonctionne de manière routinière, rythmé par des gestes répétés jour après jour. Après plus de quatre décennies d'existence, l'établissement s'impose comme une institution solidement ancrée dans le paysage neuchâtelois, renforcée par la création d'une section vouée à l'astrophysique. Parallèlement, le directeur Arndt s'attache à moderniser la chaîne opératoire[1228]. De la

[1228] Ce phénomène relativement usuel de déclassement de la culture matérielle lors d'un changement de direction a aussi été constaté avec le cas de Toulouse au moment de la prise de fonction de Frédéric Petit

sorte, le directeur cherche à marquer de son empreinte son institution. Les instruments et la pratique de la mesure du temps évoluent pour intégrer les dernières innovations techniques. Un sismographe – instrument destiné à enregistrer les tremblements de terre – est ajouté à l'équipement, pour étudier des écarts de marche inexpliqués des pendules astronomiques. Les garde-temps sont également améliorés. Ils sont équipés d'une cloche à pression constante permettant de protéger le mouvement d'horlogerie des variations atmosphériques. Enfin, la transmission de l'heure est profondément transformée par l'introduction de nouvelles technologies, élargissant la portée du signal horaire, ce qui, à terme, aura de profondes répercussions sur l'Observatoire.

La réorganisation de la chaîne opératoire occupe Arndt jusqu'en 1913. Pour rappel, ce concept englobe l'ensemble des opérations et des instruments nécessaires pour produire une donnée horaire précise. Il convient de préciser que cette analyse se limite aux activités engageant directement la responsabilité de l'Observatoire. Par conséquent, la réception du signal horaire par téléphone n'est pas traitée, contrairement à la diffusion télégraphique, qui exige une confirmation de bonne réception par les bureaux de télégraphie. L'objectif d'Arndt dépasse la seule adaptation de la chaîne opératoire : il vise à mieux maîtriser certaines sources d'erreurs, notamment l'équation personnelle, et à améliorer la précision de la mesure du temps.

L'année 1913 est retenue comme référence pour présenter la deuxième chaîne opératoire de l'Observatoire, et ce, pour plusieurs raisons. Elle marque l'arrivée du nouveau cercle méridien et intervient peu après l'inauguration du pavillon Hirsch en 1912. Cependant, il est essentiel de garder à l'esprit que la deuxième chaîne opératoire est le fruit d'un processus dynamique qui s'étend sur plusieurs années.

Pour étudier cette phase, nous constatons une diminution des sources relatives aux instruments scientifiques. La correspondance avec les fabricants d'instruments devient moins abondante, se limitant principalement à des questions pratiques telles que les délais de livraison, les choix des types d'instruments et les modalités de paiement, plutôt qu'à des discussions approfondies sur les caractéristiques techniques des appareils. Contrairement à l'époque de la construction du cercle

(1810-1865) : Lamy Jérôme, « Transmissions et usages des outils scientifiques : L'Observatoire de Toulouse et ses instruments (XVIIIe-XIXe siècles) », *Revue d'histoire des sciences*, 59, 1, 2006, pp. 83-95, p. 90.

méridien Ertel & Sohn, où les échanges étaient nombreux et détaillés, la standardisation croissante des instruments réduit l'implication des scientifiques dans leur conception[1229]. En revanche, des sources essentielles permettent de documenter cette période, notamment la publication du cinquantenaire de l'Observatoire en 1912, les rapports au Grand Conseil sur les transformations du bâtiment principal, et les procès-verbaux des discussions de la commission[1230].

Dans cette section, nous explorons le cheminement de la donnée horaire, en débutant par la détermination de l'heure. Ce parcours à travers la chaîne opératoire ne reprend pas les aspects déjà détaillés au chapitre 3, mais il met l'accent sur les évolutions. La deuxième chaîne opératoire se caractérise par une combinaison de continuité avec celle de 1861 et de ruptures. Nous commençons par le remplacement du cercle méridien Ertel & Sohn et l'ajout de deux éléments significatifs : le micromètre impersonnel et le moteur de Thury. Ces innovations marquent l'émergence d'une nouvelle culture de la précision bureaucratico-scientifique, entraînant une transformation des méthodes de détermination de l'heure et de l'usage de l'instrument méridien. Ensuite, nous examinons les enjeux liés à la conservation de l'heure. À cette période, on observe une multiplication des garde-temps, avec une hiérarchisation croissante des niveaux de précision requis pour chacun d'eux. Parallèlement, la diffusion du signal horaire bénéficie des avancées technologiques, notamment de la téléphonie, et l'utilisation de la télégraphie sans fil (TSF) est envisagée. Cependant, son déploiement est finalement retardé par la Première Guerre mondiale.

[1229] Voir notamment : Schaffer Simon, « Une manufacture d'ohms. La métrologie de la fin de l'ère victorienne et son instrumentation », Schaffer Simon, *La Fabrique des sciences modernes*, Paris, Le Seuil, 2014, pp. 297-332.

[1230] Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois…* ; « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire, séance du 15 mai 1911 », *BOGC*, 77, 1911, pp. 118-121 ; « Rapport de la commission spéciale chargée de l'examen du projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire cantonal, séance du 24 juillet 1911 », *BOGC*, 77, 1911, pp. 437-444 ; Les procès-verbaux de la commission se trouve dans le fonds 1EP-352 aux AEN.

7.1 Limiter l'équation personnelle, développer la détermination de l'heure

Le renouvellement des moyens techniques de détermination de l'heure constitue une priorité pour le directeur dès son entrée en fonction. Son objectif est de maintenir un apparat scientifique à la pointe du progrès, en intégrant les nouvelles technologies disponibles. Cette démarche vise principalement à réduire l'influence du facteur humain dans la deuxième chaîne opératoire (figures 51 et 52).

Cette situation n'est pas propre à Neuchâtel : à la même époque, d'autres observatoires, tels que ceux de Paris ou de Greenwich, s'efforcent également d'adapter leurs instruments scientifiques pour améliorer la qualité des données produites. En 1904, Paris équipe l'un de ses cercles méridiens d'un dispositif photographique mis au point par Gabriel Lippmann (1845-1921), physicien français lauréat du prix Nobel en 1908 pour ses travaux sur la photographie couleur[1231]. À Greenwich, le cercle méridien Airy est progressivement délaissé au profit de plus petits instruments, après avoir été identifié comme sujet à des erreurs systématiques[1232]. Ce désintérêt pour les cercles méridiens se traduit par une diminution de leur fabrication, au profit d'alternatives, comme les instruments des passages, puis des instruments zénithaux, comme nous le verrons par la suite[1233].

[1231] Lippmann Gabriel, « Mire méridienne à miroirs cylindriques », *Journal de physique théorique et appliquée*, 10, 1, 1901, pp. 413-415.

[1232] Belteki Daniel, *Overseeing the Production of Space and Time…,* p. 268 *sq*. Pour une discussion sur la conception des cercles méridiens et leurs défauts : Martin Edward George, « Transit circles, past and present », *The Observatory*, 69, 1949, pp. 140-142 ; Tucker Roy, « Transit circles today », *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 10, 1969, pp. 223-232.

[1233] Dans son article, Martin recense plusieurs cercles méridiens et mentionne celui de Neuchâtel en 1912 comme le dernier, bien qu'il se trompe de fabricant. Cependant, d'autres cercles méridiens continuent à être construits, même plus tard au xx^e^ siècle, comme celui de l'Observatoire naval des États-Unis, à Washington, achevé en 1981. Cette liste met néanmoins en évidence une tendance marquée : le nombre de cercles méridiens fabriqués diminue progressivement à partir du début du xx^e^ siècle : Martin Edward George, « Transit circles, past and present… », p. 142.

7.1.1 Remplacer le cercle méridien Ertel & Sohn

Après une cinquantaine d'années de bons et loyaux services, le cercle méridien Ertel & Sohn présente des signes de faiblesse. Louis Arndt, dans son rapport annuel de 1905, souligne la nécessité d'une intervention à brève échéance :

« *Les parties optiques de la lunette méridienne sont toujours en bon état et elle pourrait servir encore longtemps comme instrument de passage pour les déterminations de l'heure si les autres parties de l'instrument n'étaient pas fort usées. Une réparation devient par ce fait toujours plus urgente si l'on veut assurer aux déterminations de l'heure toute l'exactitude nécessaire et éliminer une source d'erreurs qui existent, mais dont on ne peut tenir compte dans le calcul parce qu'elles échappent aux observations. La lecture du niveau à bulle d'air pendant les observations dans les deux positions, objectif nord et objectif sud, accuse quelquefois un changement de position de la lunette sans qu'il soit possible d'en trouver exactement la cause. La lunette ne tourne pas assez librement dans les coussinets et sur les roulettes des contrepoids.* »[1234]

Arndt distingue clairement les différentes composantes du cercle méridien dans son analyse. Les parties optiques sont jugées encore fiables et capables de « *servir encore longtemps* ». En revanche, les éléments mécaniques ne sont plus considérés comme satisfaisants, en raison de l'apparition d'erreurs variables. Ce type d'erreurs est particulièrement redouté, car elles ne peuvent être maîtrisées, ni correctement prises en compte dans les calculs de réduction, compromettant ainsi la précision des observations.

7.1.1.1 L'instrument coudé des passages Carl Bamberg

Le 5 avril 1907, Arndt alerte une fois de plus la commission de l'Observatoire sur l'état préoccupant du cercle méridien : « *La lunette méridienne pour* [la] *détermination de l'heure devient défectueuse ; une réparation s'impose à bref délai. Il faudra, en attendant, louer un instrument optique pour la remplacer.* »[1235] Face à l'urgence de la situation, une solution provisoire est envisagée pour éviter toute interruption du service horaire. Arndt propose

[1234] RD 1905, p. 9.
[1235] « Séance du 5 avril 1907 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 47.

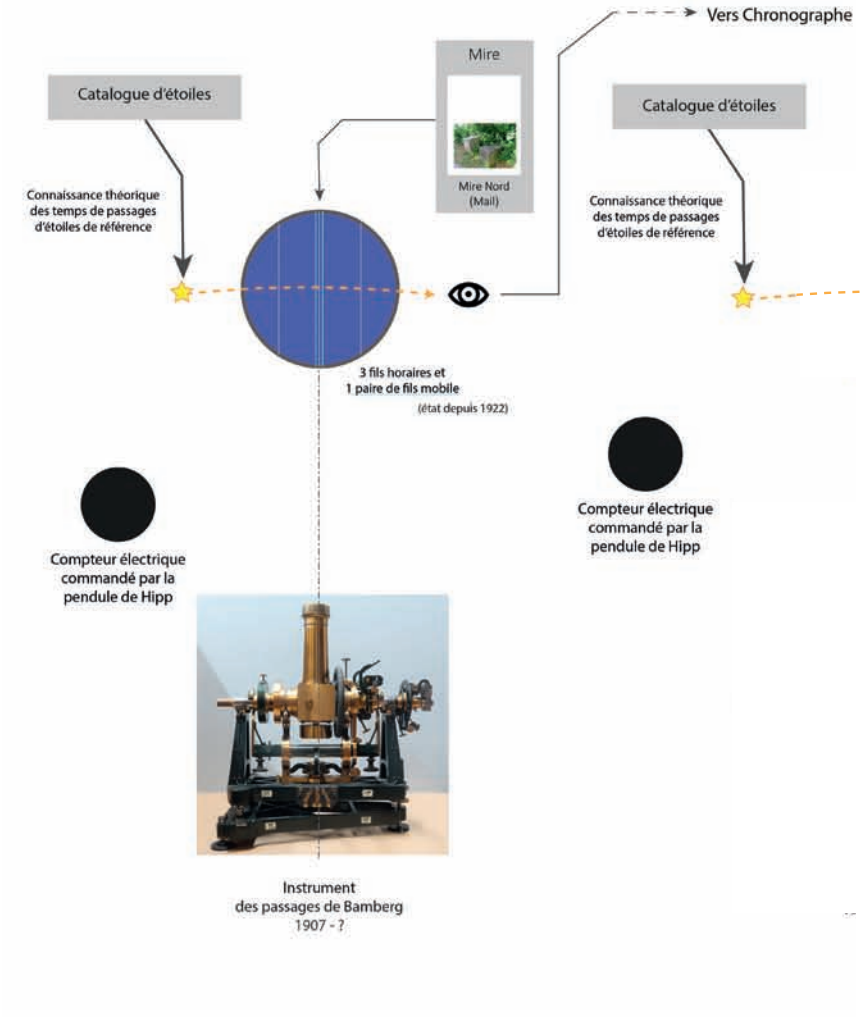
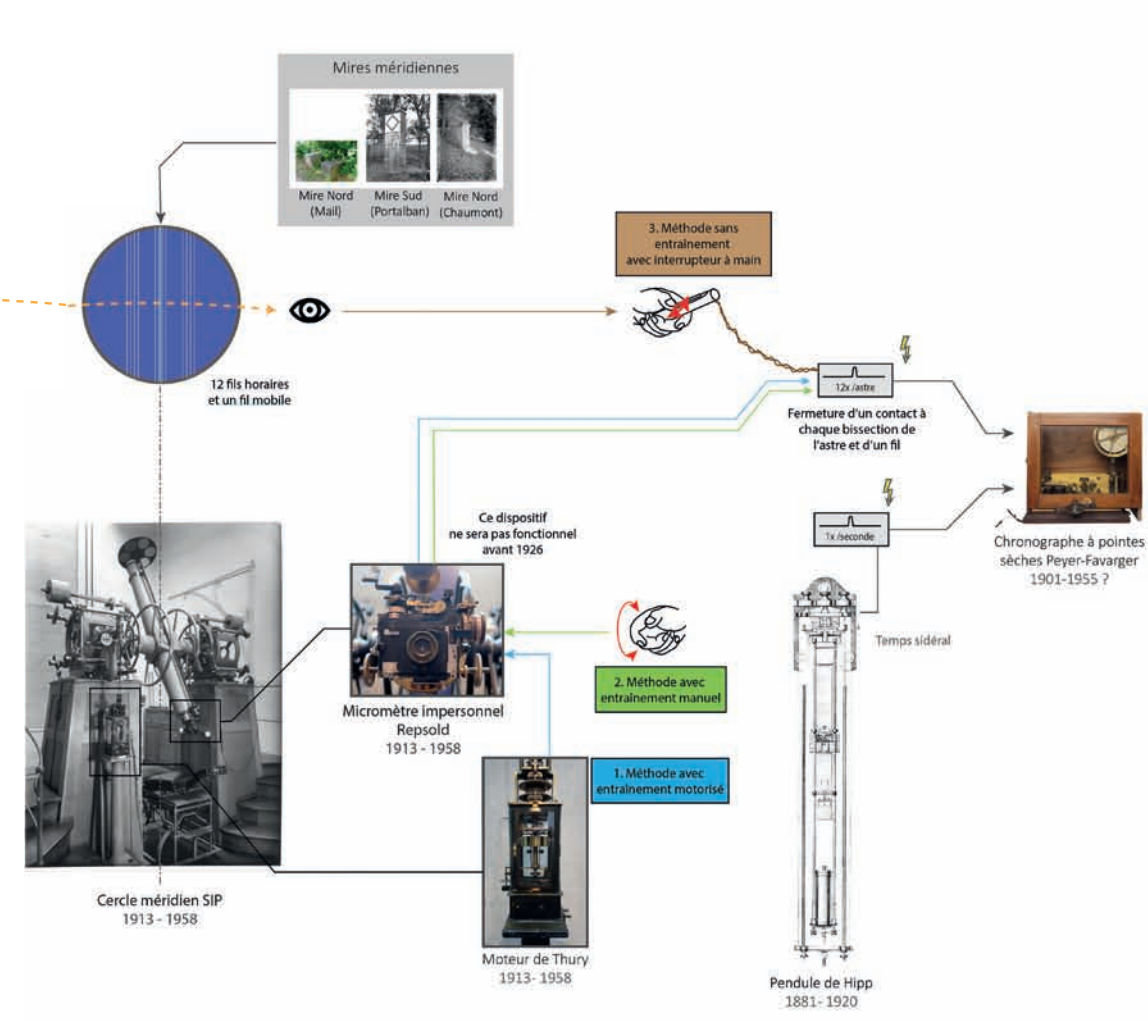


Figure 51. Chaîne opératoire de la détermination de l'heure, 1913 – première partie. © Julien Gressot et Romain Jeanneret.


Mires méridiennes
Mire Nord (Mail)
Mire Sud (Portalban)
Mire Nord (Chaumont)
12 fils horaires et un fil mobile
3. Méthode sans entrainement avec interrupteur à main
12x /astre
Fermeture d'un contact à chaque bissection de l'astre et d'un fil
1x /seconde
Chronographe à pointes sèches Peyer-Favarger 1901-1955 ?
Temps sidéral
Ce dispositif ne sera pas fonctionnel avant 1926
Micromètre impersonnel Repsold 1913 - 1958
2. Méthode avec entrainement manuel
1. Méthode avec entrainement motorisé
Cercle méridien SIP 1913 - 1958
Moteur de Thury 1913- 1958
Pendule de Hipp 1881- 1920

alors l'acquisition d'un instrument des passages, un petit instrument méridien mobile :

« *Ces réparations et les transformations qu'on pourra exécuter par la même occasion* [au cercle méridien] *exigeront un certain temps. Il sera alors nécessaire, afin que l'Observatoire ne soit pas dépourvu de tout moyen de contrôle des marches de ses pendules, d'acquérir, ou du moins d'emprunter un instrument optique au moyen duquel on pourra faire des déterminations exactes de l'heure. L'Observatoire possède bien un petit instrument dit des passages* [théodolite Ertel acquis en 1859]*, mais ses dimensions sont trop petites pour pouvoir déterminer l'heure avec une exactitude suffisante.* »[1236]

Pour acquérir un instrument répondant aux critères requis, l'Observatoire se tourne vers l'entreprise berlinoise Bamberg[1237]. Fondée en 1871 par Carl Bamberg (1847-1892), qui avait effectué auparavant un apprentissage chez Carl Zeiss, cette société se spécialise dans la construction d'instruments scientifiques[1238]. Le développement de la firme a été en partie favorisé par Wilhelm Foerster, qui a présenté ses travaux à l'amirauté et au département de topographie allemande, facilitant ainsi l'obtention de commandes importantes[1239]. Le succès de Bamberg ne tarde pas, comme en témoigne sa participation à l'Exposition de Berlin en 1879, où l'entreprise présente des instruments d'astronomie, de géodésie, de navigation et de géomagnétisme[1240]. Après le décès de Carl Bamberg, l'activité de l'entreprise est reprise par son épouse, Emma Roux (1847-1937)[1241]. En 1921, en raison de difficultés

[1236] RD 1906, pp. 5-6.

[1237] Sur le développement de l'atelier Bamberg : Wolfschmidt Gudrun, « Telescopes made in Berlin: from Carl Bamberg to Askania », Morrison-Law Alison, Dupré Sven, Johnston Stephen et Strano Giorgio (eds.), *From Earth-bound to Satellite, Telescope, Skills, and Networks*, Leiden, Boston, Brill, 2012, pp. 177-193.

[1238] Sur Carl Bamberg : Wolfschmidt Gudrun, « Telescopes made in Berlin… », pp. 178-181 ; Feldhaus Franz, *Carl Bamberg, ein Rückblick auf sein Wirken und auf die Feinmechanik*, Berlin-Friedenau, Askania-Werke, 1929. Voir aussi : Popplow Marcus, « Franz Maria Feldhaus: Die Weltgeschichte der Technik auf Karteikarten », *Kaleidoskopien*, 4, 2002, pp. 100-114.

[1239] À ce sujet, voir : Dick Wolfgang et Fritze Klaus (Hrsg.), *300 Jahre Astronomie in Berlin und Potsdam. Eine Sammlung von Aufsätzen aus Anlaß des Gründungsjubiläums der Berliner Sternwarte* (Acta Historica Astronomiae, 8), Thun, Frankfurt am Main, Deutsch, 2000 ; Knobloch Eberhard et Weiss Burghard, « Astronomen und Astrophysiker in Berlin », Treue Wilhelm et Hildebrandt Gerhard (Hrsg.), *Berlinische Lebensbilder*: *Naturwissenschaftler*, Berlin, Colloquium Verlag, 1987, pp. 79-90.

[1240] Loewenherz Leopold (Hrsg.), *Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879*, Berlin, J. Springer, 1880. Les catalogues de l'entreprise fournissent un aperçu de la diversité de la production de l'entreprise au début du XX^e^ siècle : « Astronomische Instrumente », Askania, 1935, Archive of the Deutsches Technikmuseum Berlin, III.2, 06132 ; « Astro 40 », Askania, Archive of the Deutsches Technikmuseum Berlin, III.2, 10068.

[1241] Wolfschmidt Gudrun, « Telescopes made in Berlin… », p. 181.

financières, la compagnie fusionne avec d'autres sociétés pour devenir Askania-Werke AG[1242].

Le choix de Carl Bamberg est donc celui d'une entreprise solidement établie dans le domaine astronomique. Contrairement à un cercle méridien, l'instrument acquis en 1907 est mobile et relativement compact, ce qui en facilite l'utilisation et le déploiement (figure 52)[1243].

Cet achat ne donne pas lieu à longs échanges de correspondance. Le 11 mai 1907, Arndt écrit au fabricant pour s'informer du prix, des délais de construction et des modalités de paiement d'un instrument des passages identique à celui utilisé par la Commission géodésique suisse et par l'Observatoire de Zurich[1244].

La commission de l'Observatoire propose de financer cette acquisition par le biais du budget de la succession Hirsch, mais les exécuteurs testamentaires rejettent cette demande dans un courrier daté du 11 juin 1907[1245]. David Perret justifie ce refus en affirmant que « *le remplacement de la lunette méridienne incombe à l'État parce que cette dépense rentre dans l'entretien des instruments et n'influence pas* […] *le développement de l'Observatoire* »[1246]. Cette position est contestée par certains membres de la commission, notamment son président, Auguste Pettavel, qui soutient que « *cette lunette est un nouvel instrument pour la section scientifique* »[1247]. Malgré cet argument, la décision des exécuteurs est maintenue, et l'instrument des passages de Bamberg est finalement financé par le budget de l'État[1248]. Pour concrétiser cet achat, Arndt négocie un paiement échelonné sur trois ans (1908, 1909 et 1910)[1249]. Cet exemple illustre les limites du budget ordinaire, qui peine à assurer le renouvellement des équipements de l'Observatoire. Il révèle également l'écart

[1242] Sur cette réorganisation : Wolfschmidt Gudrun, « Telescopes made in Berlin… », p. 190.

[1243] RD 1907, p. 8. Sur l'instrument des passages de Bamberg de Neuchâtel, voir l'étude d'Edmond Guyot : Guyot Edmond, *Étude sur l'instrument des passages et la détermination de l'heure*, Neuchâtel, Attinger, 1931. Sur les instruments des passages de manière générale, voir : « Tragbare Passage-Instrumente », Berlin, 1931, Deutsches Museum Munich, FS 197, n° 4 et n° 5. Sur les instruments géodésiques de Bamberg : « Universalinstrumente und Theodoliten », Berlin, 1883, Deutsches Museum Munich, FS 197, n° 10 ; « Instrumente für Landvermessung und höhere Geodäsie », Berlin, 1932, Deutsches Museum Munich, FS 197, n° 8.

[1244] Lettre de Louis Arndt à Carl Bamberg, 11 mai 1907, BPUN, OBSE, 102-4.14, p. 277.

[1245] « Séance du 8 juillet 1907 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 49-56.

[1246] « Séance du 8 juillet 1907 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 52.

[1247] « Séance du 8 juillet 1907 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 49-56, p. 52.

[1248] L'acquisition est validée par la commission lors de sa séance du 8 juillet 1907 : « Séance du 8 juillet 1907 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 52-53. L'autorisation du Département est donnée le 19 juillet 1907 : Lettre d'Édouard Quartier-la-Tente à Louis Arndt, 19 juillet 1907, BPUN, OBSE-102-3.48.7.

[1249] Lettre de Louis Arndt à Carl Bamberg, 17 juin 1907, BPUN, OBSE, 102-4.14, pp. 300-301, p. 301.

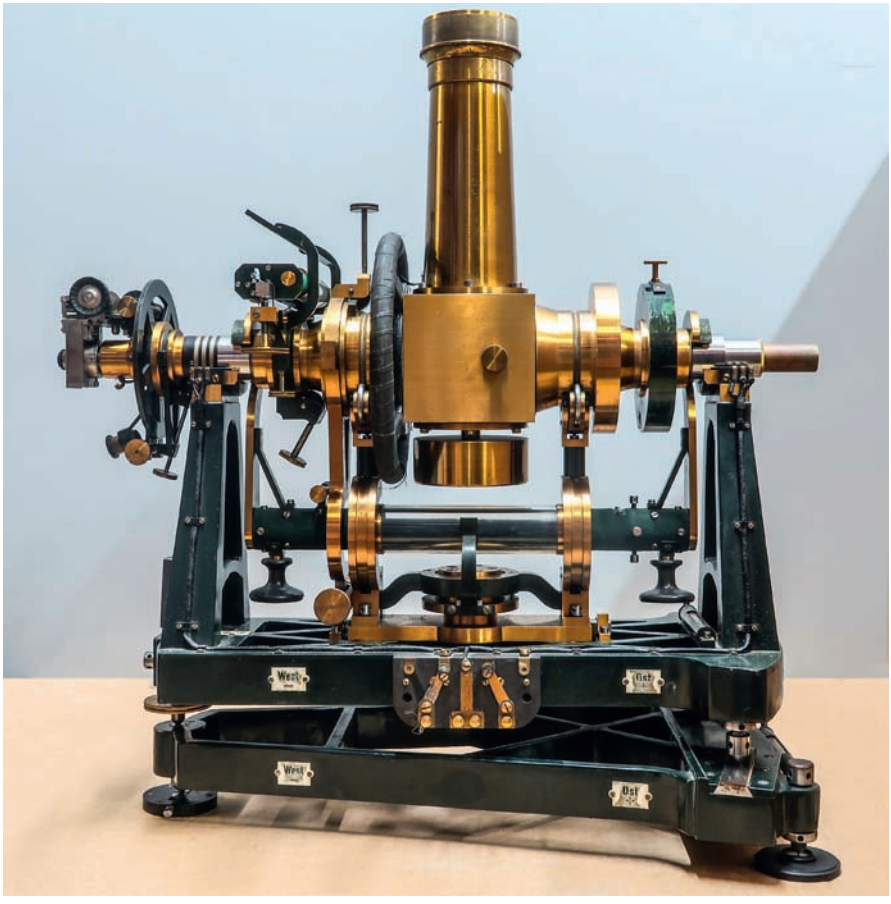


Figure 52. Instrument des passages coudé de l'entreprise Bamberg. Collection Musée international d'horlogerie, © Photo Romain Jeanneret.

entre l'ambition affichée d'effectuer une section scientifique et la réticence du Canton à investir directement, tentant même d'utiliser l'héritage Hirsch pour financer un instrument destiné à garantir la continuité des services pratiques et de la détermination de l'heure. Or, une telle dépense ne correspond pas aux conditions du légataire, qui avait explicitement réservé ces fonds au développement et à l'agrandissement de l'Observatoire, notamment par la construction d'une tour et l'acquisition d'une lunette astronomique. L'intervention déterminée des exécuteurs testamentaires assure le respect des dernières volontés du défunt.

Le 17 juin 1907, Arndt passe commande à l'entreprise Carl Bamberg pour un instrument des passages, correspondant au n° 12 dans le catalogue du fabricant : « *Je vous prie de fournir pour l'Observatoire de Neuchâtel un instrument de passage transportable tel qu'indiqué aux nos 12 et 14 de votre catalogue XI.* »[1250] Bien que standardisé, le directeur précise tout de même certaines spécifications, notamment le nombre de fils du réticule (trois groupes de cinq fils et un fil mobile) et les modalités d'éclairage des fils. Cependant, il se voit contraint de renoncer à intégrer un micromètre enregistreur, une innovation technique permettant de réduire l'équation personnelle en envoyant automatiquement des impulsions électriques au chronographe. Arndt exprime son regret au fabricant dans sa correspondance : « *Je dois malheureusement renoncer à un micromètre enregistreur, car je n'ai pas assez d'argent.* »[1251] Le budget ordinaire de l'État s'avère insuffisant pour équiper l'instrument des passages de cette avancée technologique.

Finalement, le micromètre se compose de deux fils verticaux et de sept fils horizontaux, dont trois sont mobiles[1252]. Par ailleurs, l'instrument est coudé, une caractéristique importante : l'oculaire se trouve à l'extrémité de l'axe de rotation et non dans le prolongement de la lunette. Cette configuration permet à l'observateur de rester debout à côté de l'instrument, regardant à travers un oculaire éclairé par un prisme.

Loin d'être une solution provisoire telle que prévu, l'instrument de Bamberg est installé de façon permanente. Un pavillon spécialement construit, encore existant aujourd'hui et appelé « cabane Bamberg », est érigé à dix mètres à l'ouest du bâtiment principal pour abriter l'instrument, qui repose sur un pilier en briques (figure 53)[1253]. Arndt insiste auprès de l'entreprise Bamberg pour l'ajout d'un dispositif spécifique permettant de pointer sur une mire, montrant que ces accessoires sont encore jugés essentiels à cette période : « *Dans ma dernière lettre, j'avais oublié de vous dire que j'aurais encore besoin d'avoir une lentille de 25 mètres de longueur focale pour les observations des mires. Je vous prie de placer un dispositif (ressort ou marque) à l'extrémité de l'objectif du tube, afin que la lentille puisse toujours être placée dans la*

[1250] Lettre de Louis Arndt à Carl Bamberg, 17 juin 1907, BPUN, OBSE, 102-4.14, pp. 300-301. Les catalogues sont conservés au Deutsches Museum. « Preis-Verzeichniss n° XI. Wissenschaftliche Instrumente », Berlin, 1904, Deutsches Museum Munich, FS 272 ; « Preis-Verzeichnis n° XII. Wissenschaftliche Instrumente. Astronomische und Geodätische Messinstrumente », Berlin, 1908, Deutsches Museum Munich, FS 274, n° 3

[1251] Lettre de Louis Arndt à Carl Bamberg, 17 juin 1907, BPUN, OBSE, 102-4.14, pp. 300-301.

[1252] Guyot Edmond, *Étude sur l'instrument des passages et la détermination de l'heure*, Neuchâtel, Attinger, 1931, p. 15.

[1253] RD 1908, p. 8.

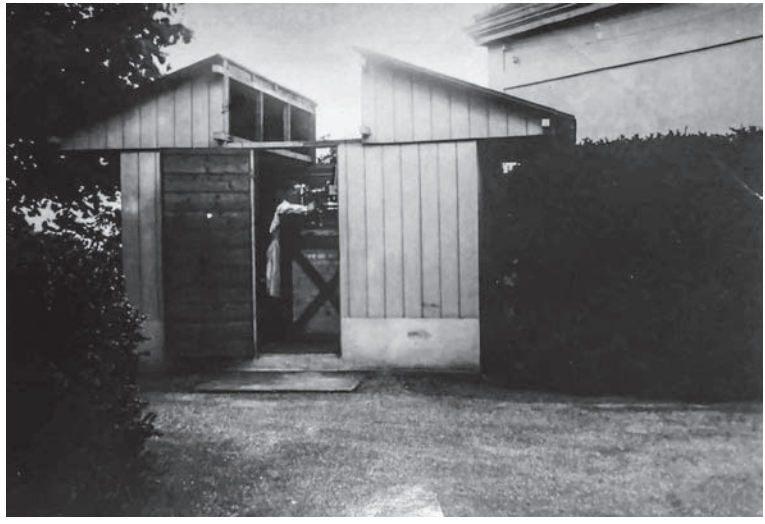


Figure 53. Cabane de Bamberg en usage, Tyne & Wear Archives, Neuchâtel Observatory, 10'' PZT, O/N°10491. © Photographie de l'auteur.

même position par rapport à l'objectif lors des observations des mires »[1254]. Dès lors, la chaîne opératoire de l'Observatoire comprend deux instruments distincts pour la détermination de l'heure.

7.1.1.2 Le cercle méridien SIP

L'achat de l'instrument des passages ne dispense pas l'Observatoire de maintenir un cercle méridien en état de fonctionnement. Pour Louis Arndt, « *cet instrument sera toujours l'instrument le plus important pour les services de l'Observatoire* »[1255]. En 1909, il revient sur la nécessité de rénover le cercle méridien, émettant un diagnostic sans équivoque :

« *Les déterminations de l'heure se font encore au moyen de la lunette méridienne. Nous avons déjà mentionné que les premières observations avec*

[1254] Lettre de Louis Arndt à Carl Bamberg, 17 septembre 1907, BPUN, OBSE, 102-4.14, p. 322.
[1255] « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur son voyage d'étude à quelques observatoires d'Allemagne et sur sa visite à Iéna pour l'examen de la nouvelle lunette photographique. Du 6 septembre au 6 octobre 1910 », 9 mars 1911, AEN, 1IND-342, pp. 19-11, p. 16.

cet instrument furent faite [sic] *en 1859. Pendant ces 50 ans de service, il n'a été soumis qu'à une seule réparation, en 1884* [sic, en 1882]*, consistante* [sic] *à remplacer les tourillons devenus mal ronds et à modifier le mode d'éclairage. Aussi n'est-il pas surprenant que les parties mécaniques en soient maintenant bien usées.* »[1256]

Arndt propose de profiter les travaux de réfection de la toiture du bâtiment principal pour entreprendre la transformation du cercle méridien, minimisant ainsi la durée de l'interruption : « *Quant à la lunette méridienne, sa défectuosité, dont nous avons parlé dans nos rapports antérieurs, est trop évidente pour que nous insistions davantage sur l'urgence de sa transformation* […]*, il me paraît donc nécessaire de faire déjà maintenant des études sur sa transformation, pour que celle-ci puisse être entreprise sans retard, quand les réparations de la toiture du bâtiment obligeront de sortir l'instrument de la salle méridienne.* »[1257]

Bien que son rôle premier reste la détermination précise de l'heure, une nouvelle mission est attribuée au cercle méridien : fournir des positions d'étoiles de référence nécessaires à l'usage du triple réfracteur. Arndt souligne cette dualité : « *La lunette méridienne doit nous servir pour la détermination irréprochable de l'heure et pour déterminer les positions d'étoiles choisies comme étoiles de repère sur les clichés photographiques qui se feront avec le nouveau réfracteur.* »[1258]. L'intégration du triple réfracteur Zeiss exige donc une adaptation des fonctions du cercle méridien pour identifier des étoiles spécifiques, un prérequis pour la réalisation de travaux en astrophysique. Pour répondre à ces besoins, Arndt recommande de modifier le cercle méridien Ertel & Sohn :

« *Afin de répondre à ces conditions, il faut d'abord remplacer par des piliers en briques les piliers actuels qui, comme vous le savez, subissent des torsions périodiques provoquées par la différence de température à la base et au sommet. Il faut, en outre, remplacer les contrepoids dont les points d'appui sont excentriques par rapport à l'axe de rotation de l'instrument et qui me paraissent accentuer encore le mouvement azimutal.* […] *Pour la détermination des déclinaisons, il faut remplacer le cercle dont la division est en partie effacée, par un nouveau cercle divisé, et construire un support rigide et stable pour les microscopes servant à la lecture du cercle.* […]

[1256] RD 1909, p. 6.
[1257] RD 1910, p. 6.
[1258] RD 1910, p. 6. Nous reviendrons sur ces aspects au chapitre suivant.

Pendant les transformations de la lunette méridienne, les déterminations de l'heure pourront se faire au moyen de l'instrument dit des passages de Bamberg, dont l'Observatoire a fait l'acquisition, il y a quelques années. Cet instrument qui est portatif, n'est – par sa construction – pas aussi stable qu'une lunette méridienne, mais il suffira, quelque temps, pour éviter une interruption du service chronométrique et de la transmission du signal de l'heure. »[1259]

Le 17 octobre 1910, Arndt contacte la Société d'instruments de physique de Genève (SIP), une entreprise qui avait déjà effectué une intervention en 1882 sur le cercle méridien de Neuchâtel[1260]. Ce choix peut sembler étonnant, car, malgré une forme d'expertise dans le domaine – illustrée par la médaille d'or remportée en 1867 lors de l'Exposition universelle de Paris pour une monture équatoriale en bois –, l'entreprise n'est pas particulièrement spécialisée dans les instruments astronomiques, hormis la transformation du cercle méridien Gambey de l'Observatoire de Genève et la construction d'un réfracteur pour l'Observatoire de Zurich[1261]. Cependant, au début du XX^e^ siècle, la SIP jouit d'une solide réputation dans le domaine de l'industrie de précision en Suisse[1262]. Fondée en 1858 par Marc Thury (1822-1905), avec le soutien financier d'Auguste de la Rive (1801-1873), l'entreprise se consacre à la mécanique de précision et propose un large éventail de produits, allant des microscopes et théodolites aux appareils frigorifiques, fourneaux à gaz et moteurs à eau[1263]. Marc Thury considérait comme « *un devoir d'accepter toutes les demandes de nouveaux instruments* »[1264]. Très active dans le domaine de la métrologie, la SIP acquiert une grande renommée grâce au développement de sa machine à diviser linéaire (MDL), qui lui permet de proposer une vaste gamme d'instruments liés à l'établissement de standards métrologiques[1265].

[1259] RD 1910, pp. 6-7.

[1260] Lettre de Louis Arndt à la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique, 17 octobre 1910, BPUN, OBSE-102-4-15, p. 441. Sur l'intervention de 1882 : RD 1882, p. 4.

[1261] Frommel Bénédict, *La SIP*…, p. 21. Sur l'instrument de Genève : Grenon Michel, « De la mesure du temps qu'il fait à celle du temps qui passe », Ratcliff Marc et Stahl Gretsch Laurence-Isaline (éd.), *Mémoires d'instruments. Une histoire des sciences et des savants à Genève 1559-1914*, Genève, Suzanne Hurter, 2011, pp. 144-151, p. 146. Pour le réfracteur de l'Observatoire de Zurich : Brenni Paolo, « Du laboratoire à l'industrie… », pp. 209-210.

[1262] Sur ces aspects, voir : Brenni Paolo, « Du laboratoire à l'industrie… ».

[1263] L'acte de fondation officiel date de 1862, année d'une réorganisation du modèle d'affaire de la Société qui peine durant ses premières années à trouver sa voie : Frommel Bénédict, *La SIP*…, pp. 18-29.

[1264] Frommel Bénédict, *La SIP*…, p. 20.

[1265] Sur la MDl, voir : Frommel Bénédict, « Graduer une droite ou un cercle : les machines à diviser », Frommel Bénédict, *La SIP*…, pp. 48-65.

Aux yeux du directeur et de la commission de l'Observatoire, le projet vise initialement à remplacer les piliers du cercle méridien et à adapter l'instrument existant[1266]. En juin 1911, la SIP présente à l'Observatoire deux options : une réfection du cercle méridien pour un coût de 8 000 francs ou la construction d'un nouvel instrument pour 11 000 francs[1267]. Cette proposition intervient alors que le Conseil d'État a soumis au Grand Conseil un rapport sur la transformation de l'ancien bâtiment, incluant un montant de 5 000 francs pour le cercle méridien[1268]. Arndt saisit cette opportunité pour plaider en faveur d'une augmentation du budget alloué à l'instrument : « *Le réglage des chronomètres de haute précision a fait d'énorme progrès et nos fabricants et régleurs continueront sûrement à dépasser encore les résultats obtenus jusqu'à présent. Il est de notre devoir de veiller à ce que notre lunette méridienne soit aussi pour l'avenir à la hauteur des exigences de l'industrie horlogère et de la science et qu'elle nous permette de faire des déterminations de l'heure irréprochables* »[1269].

Les avancées de l'horlogerie sont invoquées ici pour justifier l'acquisition d'un cercle méridien neuf et l'amélioration de la chaîne opératoire. Le chassé-croisé constant entre instruments optiques et pendules, déjà observé, se poursuit ainsi. Lors de la session du Grand Conseil du 24 juillet 1911, la commission propose un amendement, affirmant sa conviction quant à la nécessité d'acquérir un nouveau cercle méridien : « *Le devis de réfection de la lunette méridienne, qui était tout d'abord de fr. 5,000, a dû, ensuite d'une nouvelle étude, être porté à fr. 8,000. Or le coût d'une lunette neuve est de fr. 11 à 12,000. Dans ces conditions, la commission estime qu'il est préférable de faire l'acquisition d'un nouvel instrument, qui rendra de bien meilleurs services à l'Observatoire* »[1270].

[1266] « Rapport de la commission spéciale chargée de l'examen du projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire cantonal, séance du 24 juillet 1911 », *BOGC*, 77, 1911, pp. 437-444, p. 441.

[1267] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 3 juillet 1911, BPUN, OBSE-102-4-16, pp. 202-203.

[1268] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire, séance du 15 mai 1911 », *BOGC*, 77, 1911, pp. 118-121. Le montant de 5 000 francs est fondé sur une première estimation de la SIP du 1er novembre, comme mentionné dans la lettre du 3 juillet 1911 de Arndt à Quartier-la-Tente : Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 3 juillet 1911, BPUN, OBSE-102-4-16, pp. 202-203, p. 202.

[1269] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 3 juillet 1911, BPUN, OBSE-102-4-16, p. 203.

[1270] « Rapport de la commission spéciale chargée de l'examen du projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire cantonal, séance du 24 juillet 1911 », *BOGC*, 77, 1911, pp. 437-444, p. 444.

La validation politique se déroule sans difficulté, et le décret est adopté sans opposition[1271]. Les discussions entre Arndt et la SIP se poursuivent, aboutissant à l'envoi d'un projet de convention à l'entreprise[1272].

Ce processus souligne que le choix d'un fabricant réputé, à l'instar d'Ertel & Sohn au milieu du XIXe siècle, ne représente plus un enjeu aussi élevé. Une autre différence notable par rapport à l'élaboration du premier cercle méridien réside dans la nature des échanges entre le directeur et le fabricant, désormais moins centrés sur les spécifications techniques de l'instrument[1273]. Cette évolution reflète la transformation des entreprises de construction d'instruments scientifiques, passant d'un modèle artisanal à une organisation davantage industrialisée[1274]. Les exemples de l'instrument des passages de Bamberg et du cercle méridien de la SIP illustrent ce changement : les scientifiques jouent un rôle de moins en moins central dans le processus de fabrication, tandis que les instruments deviennent plus standardisés et génériques[1275]. Cela ne signifie pas pour autant que le cercle méridien ne soit pas un objet unique, mais que sa construction représente un enjeu technique et scientifique moins prononcé qu'auparavant.

[1271] « Rapport de la commission spéciale chargée de l'examen du projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire cantonal, séance du 24 juillet 1911 », *BOGC*, 77, 1911, pp. 437-444, p. 444.

[1272] Dans sa lettre du 14 octobre 1911, Arndt formule quelques observations sur la conception du cercle méridien, révélant que la seule modification qu'il demande porte sur deux points spécifiques. Il souhaite que la fixation des contrepoids soit réalisée sans tige ni chaîne et que les piliers de l'instrument présentent une homogénéité parfaite : Lettre de Louis Arndt à la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique, 14 octobre 1911, BPUN, OBSE-102-4-16, pp. 251-253. La correspondance entre Arndt et la SIP se trouve dans les fonds conservés à la BPUN : OBSE-102-4-15 à 17. Sur la convention avec la SIP : Lettre de Louis Arndt à la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique, 7 février 1912, BPUN, OBSE-102-4-16, p. 378. La convention est validée par le Conseil d'État, le 20 février 1912 : Lettre de d'Édouard Quartier-la-Tente à Louis Arndt, 23 février 1912, BPUN, OBSE-102-3.48-12.

[1273] Ce phénomène a aussi été constaté par Jérôme Lamy à partir de la seconde partie du XIXe siècle : Lamy Jérôme, « Transmission et usages des outils scientifiques… », p. 93.

[1274] Sur cet aspect, voir particulièrement : Brenni Paolo, « From workshop to factory: the evolution of the instrument making industry, 1850-1930 », Buchwald Jed et Fox Robert (eds.), *The Oxford Handbook of the History of Physics*, Oxford, Oxford University Press, 2013, pp. 584-650 ; Morrison-Low Alison, *Making Scientific Instruments in the Industrial Revolution*, Londres, New York, Routledge, 2007 ; Brenni Paolo, « Un siècle d'instruments. La transformation des appareils scientifiques et leur utilisation pendant le XXe siècle », *Sartoniana*, 14, 2001, pp. 13-56.

[1275] Sur le concept de généricité dans la construction des instruments scientifiques, voir : Shinn Terry, « Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle : la recherche technico-instrumentale », *Revue française de sociologie*, 41, 3, 2000, pp. 447-473, pp. 456-457.

Malgré la réduction des échanges entre le fabricant et l'astronome, la construction de l'instrument s'étend sur plus d'une année, et celui-ci est finalement livré en 1913 :

« *La nouvelle lunette méridienne avec ses accessoires, entièrement construite par la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique, à Genève, a été installée dans le courant de l'année* [1913]*, de sorte que il* [sic] *a été possible de procéder au mois de septembre à l'examen de son orientation qui, du reste, était bien réussie. Ensuite, de différentes circonstances, l'utilisation du nouvel instrument pour les déterminations de l'heure n'a été commencée que vers la fin du mois de février de cette année* [1914]. »[1276]

Le cercle méridien SIP (figure 54) n'est pas entièrement conçu ex nihilo, car « *l'excellent objectif* [construit par Merz & Söhne] *de notre ancienne lunette méridienne d'Ertel à Munich* » est réutilisé[1277].

Signe d'une prise de conscience de la valeur patrimoniale de la culture matérielle de l'Observatoire et du cercle méridien Ertel & Sohn en particulier, celui-ci « *a trouvé une place au musée de l'Observatoire* »[1278]. Il n'existe toutefois pas d'autres mentions ou traces de ce « musée » dans les différentes sources à disposition et l'instrument a disparu sans que son sort ne soit connu. En revanche, le cercle méridien SIP est préservé au MIH[1279]. Son étude révèle une influence des modèles conçus par Repsold und Söhne, notamment dans la partie accueillant les microscopes et servant d'appui sur les piliers. Cependant, la version actuellement conservée s'écarte notablement du modèle original, en raison d'une restauration effectuée selon des critères esthétiques pour en faire un « bel objet », plutôt que dans une perspective historique et fonctionnelle[1280].

[1276] RD 1913, pp. 4-5. La SIP publie à cette date un catalogue décrivant le cercle méridien de l'Observatoire de Neuchâtel : Société genevoise pour la construction d'instruments de physique et de mécanique, *Instruments astronomiques et accessoires*, Genève, 1914.

[1277] RD 1913, p. 5.

[1278] RD 1912, p. 11. Sur les valeurs patrimoniales, voir parmi une nombreuse littérature : Avrami Erica, Macdonald Susan, Mason Randall et Myers David, *Values in Heritage Management, Emerging Approaches and Research Directions,* Los Angeles, Getty Conservation Institute, 2019 ; Russell Roslyn et Winkworth Kylie, *Significance 2.0: a Guide to Assessing the Significance of Collections*, Collections Council of Australia, 2009.

[1279] La fiche d'inventaire du MIH mentionne l'arrivée de l'instrument en 1974, coïncidant avec l'inauguration du site actuel du musée.

[1280] Pour les instruments scientifiques et les enjeux muséographiques, voir : Gauvin Jean-François, « Réparation, restauration, exposition : valoriser les instruments disloqués des musées de sciences et de technologie », Bernasconi Gianenrico, Carnino Guillaume, Hilaire-Pérez Liliane et Raveux Olivier (éd.), *Les Réparations dans l'histoire. Cultures techniques et savoir-faire dans la longue durée*, Paris, Presses des Mines, 2022, pp. 259-269 ; Brenni Paolo, « Les instruments scientifiques anciens : un patrimoine à redécouvrir », *Bulletin de la Sabix*, 18, 1997, pp. 5-7.

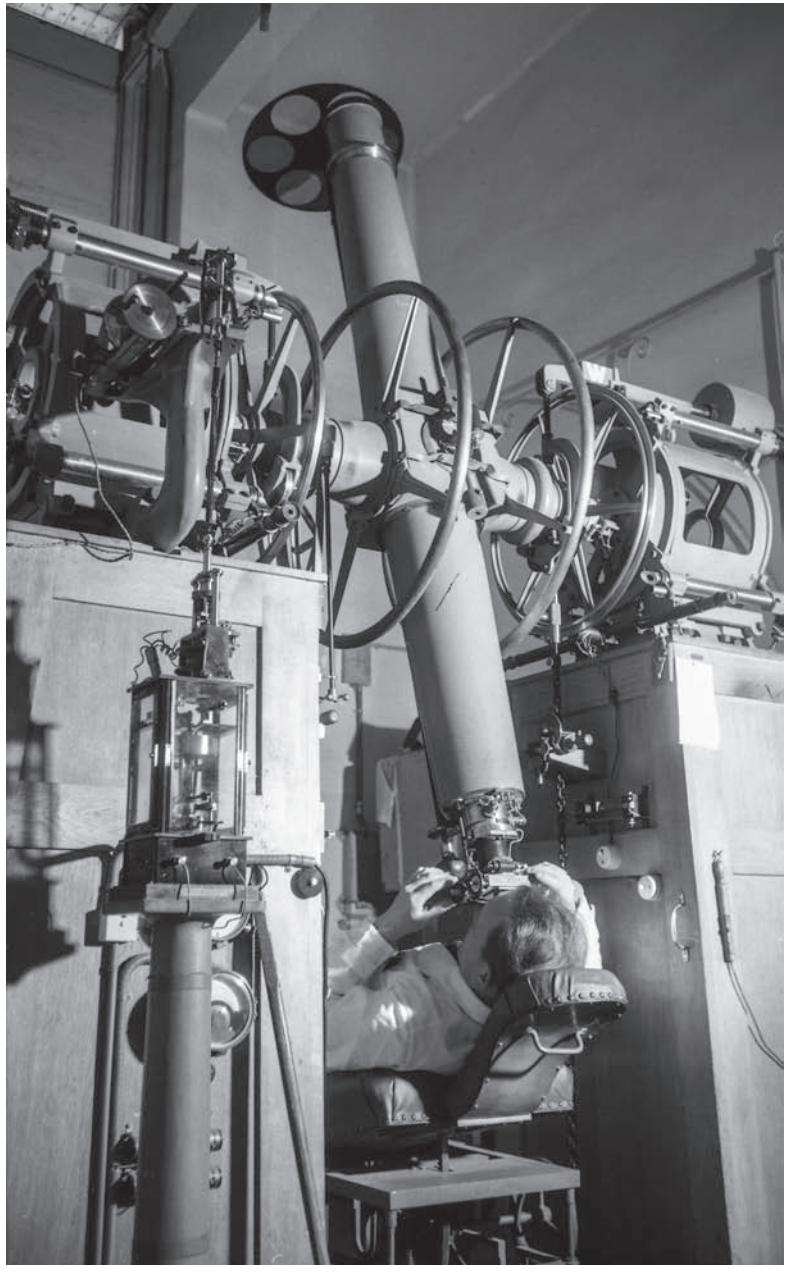


Figure 54. Cercle méridien de la SIP dans la salle méridienne de l'Observatoire. © Bibliothèque de la Ville de La Chaux-de-Fonds, Département audiovisuel (DAV), Fonds Fernand Perret, FP-NEG-2859-19.

Cette approche met davantage en lumière la volonté de valoriser l'aspect visuel de cet instrument scientifique, au détriment de son état d'usage.

Si le principe général du cercle méridien SIP ne diffère pas fondamentalement de celui de son prédécesseur, certains accessoires introduisent des modifications dans les modalités de détermination de l'heure.

7.1.2 Le micromètre impersonnel motorisé

Arndt ne se limite pas à l'acquisition d'un nouveau cercle méridien ; il explore également des innovations techniques visant à améliorer la précision de la détermination de l'heure. Depuis la fin du XIXe siècle, l'entreprise hambourgeoise Repsold und Söhne a développé un micromètre dit « impersonnel », conçu pour réduire l'influence de l'équation personnelle[1281]. Cette firme, fondée par Johann Georg Repsold, a commencé dès 1802 à fabriquer des cercles méridiens, devenant une référence dans ce domaine[1282]. En 1888, un micromètre impersonnel est intégré pour la première fois à un instrument des passages, et son usage s'étend aux cercles méridiens à partir de 1891[1283]. Arndt souligne l'intérêt d'une telle innovation : « *Il serait désirable d'avoir à côté d'un réseau de fils fixes, un micromètre dit impersonnel de Repsold pour diminuer et rendre plus constante l'équation personnelle de l'observateur.* »[1284] Comme les modèles classiques, ce type de micromètre permet de constater le passage des astres derrière plusieurs fils micrométriques fixes. La différence majeure réside dans l'ajout d'un fil mobile, que l'observateur manipule à l'aide de molettes micrométriques pour

[1281] Sur l'entreprise Repsold : Wolfschmidt Gudrun, « Repsold's meridian circles – from the first in 1802 to the modern computerized in 1967 », Belteki Daniel, Gressot Julien, Jeanson Loïc et Davoigneau Jean (éds.), *Circle of Precision*, Cahiers François Viète, III.14, pp. 101-140 ; Koch Jürgen, *Der Hamburger Spritzenmeister und Mechaniker Johann Georg Repsold (1770-1830), ein Beispiel für die Feinmechanik im norddeutschen Raum zu Beginn des 19. Jahrhunderts,* thèse de doctorat, Université de Hambourg, 2001, non-publiée ; Repsold Johann A., *Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von 1830 bis um 1900…*

[1282] Sur l'évolution des cercles méridiens de Repsold : Wolfschmidt Gudrun, « Repsold's meridian circles… »

[1283] Sur le développement des micromètres impersonnels de Repsold, voir : Repsold Johann A., *Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von 1830 bis um 1900…,* pp. 49-51 ; Kowalski Aleksandr Marianovich, (1897) « Uber das neue selbstregistrierende Mikrometer von Repsold », *Bulletin de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg*, Série V, Tome VI, 5, 1897, pp. 489-504. Sur les micromètres de Repsold : Ambronn Leopold, *Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde*, 2 volumes, Berlin, Julius Springer, 2018 [1899], pp. 529-537. Sur le développement des micromètres jusqu'au XIXe siècle : Brooks Randall, « Development of Micrometers… ».

[1284] RD 1910, p. 6.

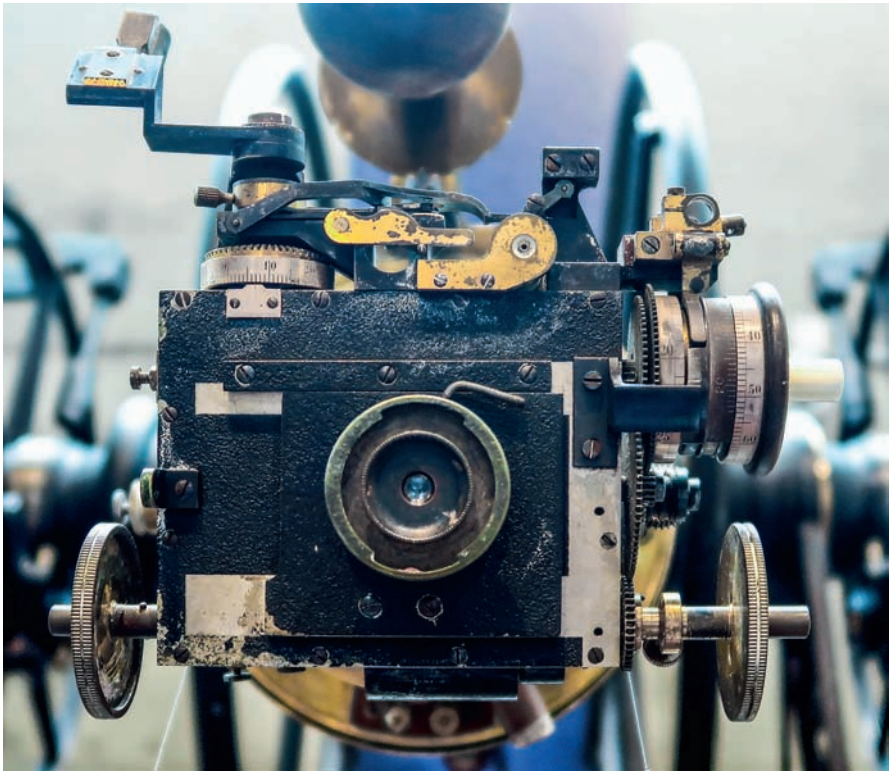


Figure 55. Micromètre impersonnel du cercle méridien de la SIP selon le système de Repsold. Collection Musée international d'horlogerie, © Photo Romain Jeanneret.

suivre le mouvement de l'astre. Sur le tambour du micromètre sont disposés des contacts qui, lorsque le fil mobile croise un fil horaire fixe, déclenchent la fermeture d'un circuit électrique, envoyant ainsi une impulsion sur le chronographe (figure 55).

Ainsi, l'astronome n'est plus responsable d'appuyer sur un interrupteur au moment opportun ; sa tâche consiste désormais à ajuster le déplacement du fil mobile pour qu'il corresponde à celui d'un corps céleste. Contrairement à ce que pourrait suggérer le terme « impersonnel », ce système ne supprime pas totalement le facteur humain, mais le réduit :

« *Il s'agissait, en particulier, d'adapter des mécanismes rendant ces déterminations, autant qu'il est possible, indépendantes de la personne de l'observateur, ou, en*

d'autres termes, réduisant à un minimum l'influence de son équation personnelle. La lunette méridienne sera munie d'un micromètre, dit <impersonnel> système Repsold, dont le fiI mobile sera entraîné par des dispositions spéciales au moyen d'un petit moteur électrique posé sur un socle près du pilier. »[1285]

Cet ajout marque une étape vers la limitation de l'influence de l'équation personnelle. Après les travaux d'Adolphe Hirsch sur l'analyse de cette erreur, l'Observatoire de Neuchâtel adopte désormais une approche visant à la limiter mécaniquement. Selon Félix Boquet (1852-1929), responsable du service de l'heure à l'Observatoire de Paris, des recherches sur l'utilisation de cet « ingénieux appareil » sont aussi menées dans plusieurs observatoires, notamment ceux de Strasbourg, de Washburn, à l'Institut géodésique de Potsdam et à l'Observatoire de Munich[1286]. À Neuchâtel, le micromètre impersonnel introduit une modification notable : le nombre de fils du réticule est réduit par rapport à celui du cercle méridien Ertel & Sohn. Il est désormais composé de douze fils, organisés en trois groupes de quatre, complétés par un fil mobile, contre vingt et un fils auparavant. Ce changement reflète un compromis entre la précision et la charge de travail[1287]. L'amélioration escomptée de la précision grâce au micromètre impersonnel permet de diminuer le nombre de fils, et, par conséquent, la quantité de données à traiter. Cette innovation, qui vise à introduire une objectivité mécanique, réduit la dépendance au facteur humain sans sacrifier la précision, un avantage précieux pour une petite institution[1288]. Le micromètre impersonnel, dans la version proposée par Repsold, gagne en popularité au début du XX^e^ siècle, bien que des alternatives existent, comme le modèle de Gautier utilisé à l'Observatoire de Paris. En 1906, le rapport annuel de cet observatoire décrit ce dispositif comme une avancée d'une « *portée considérable ;* […] *un micromètre enregistreur* […] *affranchit presque entièrement les observations des erreurs physiologiques si notables auxquelles sont sujets les travaux effectués à la vision directe ou à l'aide de l'inscription chronographique* »[1289]. Notons l'évolution de l'institution parisienne sur cette question depuis les positions de Wolf, qui considérait l'équation personnelle

[1285] RD 1911, p. 10.

[1286] Boquet F., *Les Observations méridiennes*…, p. 141. Sur Félix Boquet, voir : Simonin Martial, « Félix Boquet », *Bulletin astronomique*, 6, 1930, pp. 277-279.

[1287] Sur la précision comme compromis : Porter Theodore, « Speaking precision to power: the modern political role of social science », *Social Research*, 73, 4, 2006, pp. 1273-1294 ; Wise Norton, « Introduction », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1995, pp. 3-13 ; Olesko Kathryn, « The meaning of precision… » ; Schaffer Simon, « Accurate measurement is an english science… » ; Porter Theodore, « Precision and trust… ».

[1288] Sur l'objectivité mécanique, voir : Daston Lorraine et Galison Peter, « The image of objectivity… ».

[1289] « Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris pour l'année 1906 », Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, 1907, p. 12.

comme une constante relativement faible. Selon Henry King, il faudra attendre les années 1910 pour voir ce type de micromètres régulièrement en usage à l'Observatoire de Greenwich[1290]. Ainsi, en cherchant à équiper son instrument des passages de Bamberg dès 1907 et son cercle méridien en 1912 d'un micromètre impersonnel, l'Observatoire de Neuchâtel s'inscrit dans une tendance plus large visant à moderniser les méthodes d'observation.

Cependant, le suivi manuel du rythme de passage de l'astre avec le fil mobile ne supprime pas totalement l'équation personnelle et de légères irrégularités peuvent encore survenir. Pour remédier à ce problème, Arndt envisage l'ajout d'un système d'entraînement automatique pour le fil mobile. Cette approche, connue sous le nom de « méthode du fil entraîné », a été testée entre 1901 et 1907 par l'astronome Fritz Cohn (1866-1922), à l'Observatoire de Königsberg[1291]. Félix Boquet recommande également cette solution, soulignant que l'usage du micromètre de Repsold « *devient plus facile en combinant un mouvement d'horlogerie* […] *de façon que l'observateur n'ait plus qu'à modifier très légèrement la marche du fil horaire mobile pour le maintenir collé sur l'étoile* »[1292]. Convaincu par l'efficacité de cet accessoire, probablement découvert lors de ses visites dans les observatoires allemands, Arndt sollicite la SIP pour étudier la faisabilité de la construction d'un modèle intégrant ce mécanisme : « *Il reste donc à nous entendre sur la construction d'un dispositif entraînant le fil mobile du micromètre dit impersonnel, avec une vitesse aussi près que possible de celle des étoiles. Les dispositifs de ce genre, que j'ai vus, étaient fixés sur le tube près de l'oculaire et c'est pour cette raison que j'ai parlé de la trépidation de la lunette* »[1293].

Arndt se dit rassuré par les idées de la SIP concernant le micromètre motorisé : « *Votre proposition concernant ce dispositif me paraît supérieure aux dispositifs que j'ai vus.* »[1294]. Le 26 janvier 1912, il cherche à convaincre le conseiller d'État Édouard Quartier-la-Tente de l'importance « *de réduire cette influence* [de l'équation personnelle] *à un minimum si l'on veut avoir*

[1290] King Henry, « Instrumentation of the nineteenth and early twentieth centuries », *Vistas in Astronomy*, 20, 1976, 20, pp. 157-163, pp. 160-161.
[1291] Cité dans : Fayet Gaston, « F. Cohn. – Rektaszensions-Beobachtungen von 4066 Sternen, mit dem selbstregistrirenden Mikrometer des Repsoldschen Meridiankreises in den Jahren 1901 bis 1907 », *Bulletin astronomique*, 28, 1911, pp. 424-437. Le travail original se trouve dans : Cohn Fritz, « Rektaszenzions-Beobachtungen von 4066 Sternen mit dem selbstregistrierenden Mikrometer des Repsoldschen Meridiankreises in den Jahren 1901 bis 1907 », Battermann Hans (Hrsg.), *Astronomische Beobachtungen auf der Königlichen Universitäts-Sternwarte zu Königsberg*, 42, 1909.
[1292] Boquet F., *Les Observations méridiennes…*, p. 142.
[1293] Lettre de Louis Arndt au directeur de la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique, 8 décembre 1911, BPUN, OBSE-102-4-16, pp. 306-307.
[1294] Lettre de Louis Arndt au directeur de la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique, 8 décembre 1911, BPUN, OBSE-102-4-16, p. 306.

des déterminations irréprochables de l'heure »[1295]. Dans un premier temps, Arndt avait choisi de ne pas inclure un micromètre motorisé, expliquant qu'« *il produit facilement […] de faibles trépidations de la lunette qui gênent à la pointée exacte des étoiles pour la détermination des déclinaisons. C'est pour cette raison que j'ai fait abstraction de ce mécanisme dans le devis pour notre nouvelle lunette* »[1296]. Cependant, il se montre convaincu par la solution de la SIP : « *La Société genevoise* [SIP] *a réussi à adapter aux instruments méridiens un dispositif* [où] *le mécanisme d'horlogerie est remplacé par un petit moteur actionné par le courant d'un accumulateur.* »[1297] Grâce à cette avancée, Arndt envisage d'équiper le cercle méridien de ce mécanisme afin de « *pousser les déterminations de l'heure au plus haut degré de précision* »[1298]. Il affirme aussi que cette innovation permettrait de devancer « *d'une dizaine d'années* [les autres observatoires] *et notre nouvelle lunette restera pour longtemps à la hauteur de l'exigence de l'astronomie moderne* »[1299]. Toutefois, cette affirmation est quelque peu exagérée, puisque des systèmes similaires sont déjà en usage, comme à l'Observatoire de Paris, où un dispositif d'entraînement du fil mobile, combiné à un mouvement de rappel indépendant, permet d'adapter le rythme du fil à la course de l'astre[1300]. Boquet, pour sa part, estime que les expériences menées à Königsberg « *semblent absolument concluantes sur les avantages de ce mode d'effectuer les observations de passages* »[1301]. L'ajout de ce dispositif motorisé reflète la volonté de l'Observatoire de rester à la pointe dans le domaine de la mesure du temps en intégrant une innovation encore en cours de développement. Cependant, cette amélioration a un coût : elle porte le budget total de l'instrument à plus de 13 000 francs[1302].

Le moteur dit de Thury (figure 56), nommé en hommage de Marc Thury, fondateur de la SIP et concepteur du système, est présenté par Arndt, lorsqu'il décrit le fonctionnement général du dispositif :

« *Le déplacement du fil mobile dans le sens des ascensions droites est produit par la rotation d'une vis micrométrique ayant, sur le même axe à côté de la*

[1295] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 26 janvier 1912, BPUN, OBSE-102-4-16, p. 361.
[1296] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 26 janvier 1912, BPUN, OBSE-102-4-16, p. 362.
[1297] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 26 janvier 1912, BPUN, OBSE-102-4-16, p. 362.
[1298] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 26 janvier 1912, BPUN, OBSE-102-4-16, p. 362.
[1299] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 26 janvier 1912, BPUN, OBSE-102-4-16, p. 362.
[1300] « Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris pour l'année 1906 », Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, 1907, p. 12.
[1301] Boquet F., *Les Observations méridiennes…,* p. 142.
[1302] Boquet F., *Les Observations méridiennes…,* p. 363. Cet ajout est validé par le Conseil d'État, comme l'annonce Arndt à la SIP le 31 janvier 1912 : Lettre de Louis Arndt à la Direction de la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique, 31 janvier 1912, BPUN, OBSE-102-4-16, p. 375.

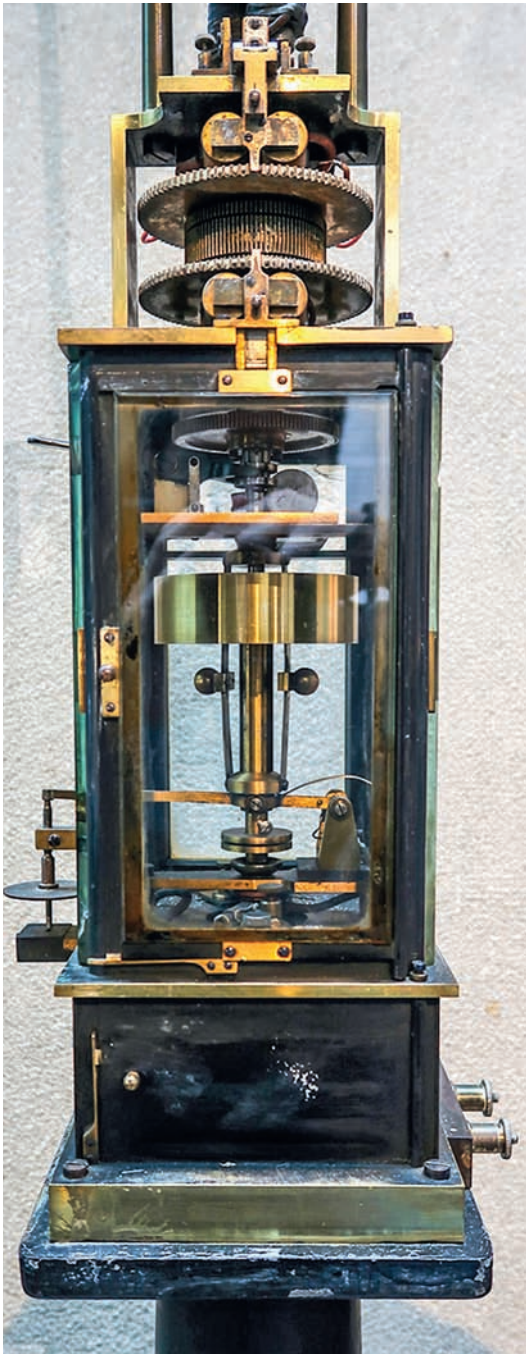


Figure 56. Moteur dit « de Thury » du cercle méridien SIP. Collection Musée international d'horlogerie, © Photo Romain Jeanneret.

division, un tambour qui porte les saillies métalliques produisant les contacts enregistreurs. La vis micrométrique est en communication par engrenage avec la plaque porte-oculaire, de sorte qu'en déplaçant l'oculaire avec les deux mains au moyen de deux disques moletés à droite et à gauche de l'oculaire, on déplace en même temps le fil mobile et vice-versa ; quand on fait déplacer le fil mobile par le moteur, l'oculaire se déplace avec la même vitesse et conserve toujours la même position par rapport au fil mobile. Ce moteur est un moteur électrique système Thury, actionné par le courant d'une batterie d'accumulateurs de 16 volts ; il est placé sur une colonne en fonte scellée sur un pilier en béton qui est indépendant des piliers de l'instrument et du plancher, afin d'éviter la communication à la lunette des trépidations éventuelles du moteur. À la partie supérieure de sa cage se trouvent les électro-aimants pour l'embrayage de la transmission et pour la correction rapide de la position du fil mobile par rapport à l'étoile. Trois manipulateurs pendus à la portée de la main de l'observateur permettent d'exécuter facilement ces opérations. Les différentes vitesses correspondant aux mouvements apparents des étoiles sont obtenues au moyen d'un cône dont le manteau est en contact avec un disque. Celui-ci peut être déplacé dans la direction de son axe parallèle à la génératrice du cône et suivant une échelle dont la division est proportionnelle au cosinus de la déclinaison. »[1303]

L'ajout de ces accessoires vise explicitement à maîtriser mécaniquement l'équation personnelle et à renforcer l'objectivité dans la détermination de l'heure.

7.1.3 Pendule sidérale de Hipp et chronographe à pointes sèches de Peyer-Favarger

Le cercle méridien n'est pas le seul instrument de la chaîne opératoire de la détermination de l'heure à avoir été remplacé depuis la fondation de l'Observatoire (figure 57). La pendule sidérale Winnerl, dont les battements ont été rendus muets en 1879, comme nous l'avons vu, a été remplacée par une pendule à pression constante de Hipp[1304].

Pour faciliter la détermination de l'heure, la pendule commande un compteur installé à proximité du cercle méridien. Cette configuration permet de dissocier

[1303] RD 1913, p. 6. Pour une biographie de Marc Thury, voir : Brenni Paolo, « Du laboratoire à l'industrie… », pp. 204-205.
[1304] Pour l'utilisation de la pendule de Hipp comme pendule sidérale : Rapport du directeur 1888-1889, pp. 9-11.

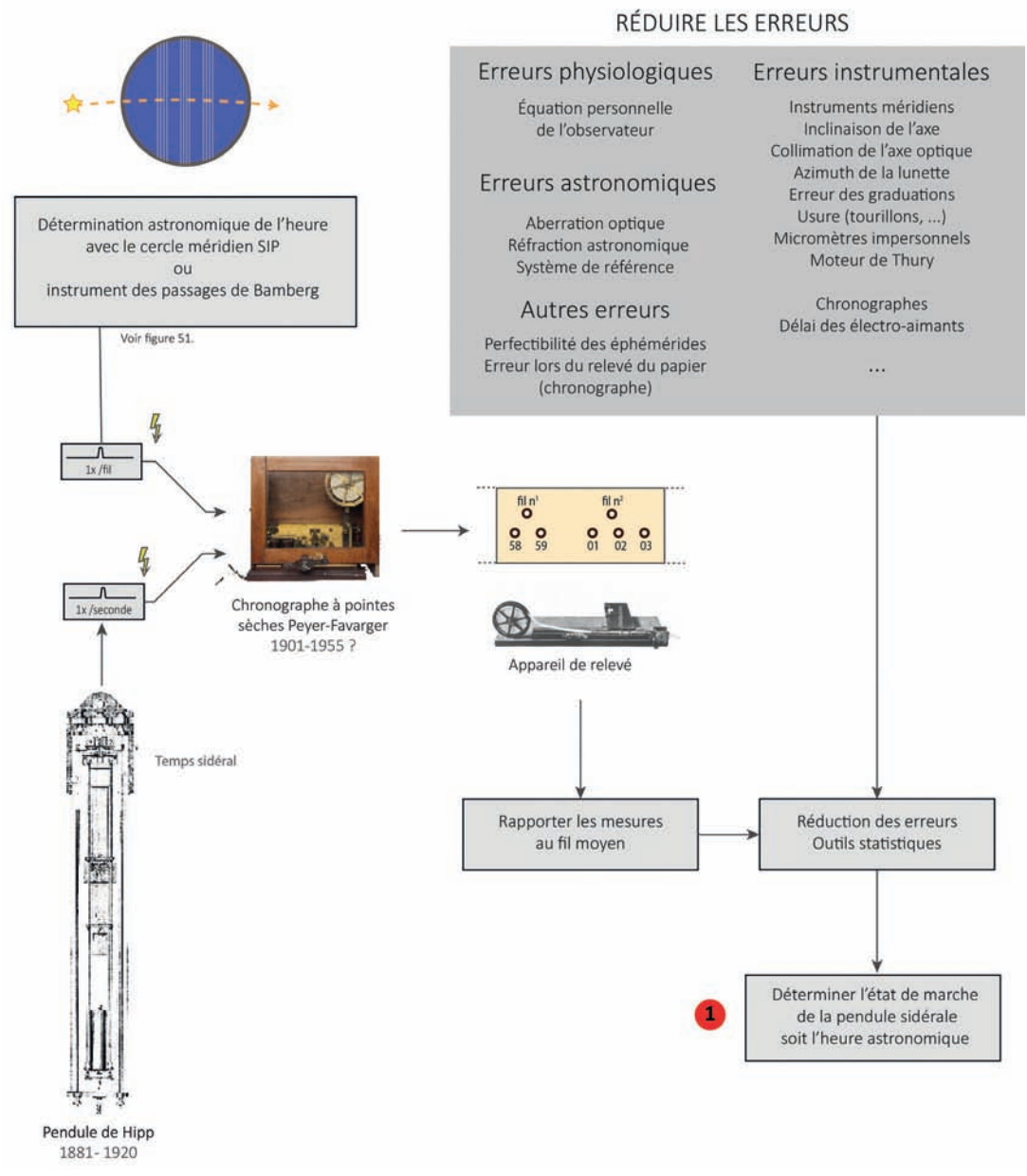


Figure 57. Chaîne opératoire de la détermination de l'heure, 1913 – deuxième partie.
© Julien Gressot et Romain Jeanneret.

la pendule de l'instrument méridien, autorisant ainsi son placement dans un environnement aux conditions plus stables que celles de la salle méridienne, régulièrement exposée aux variations dues aux ouvertures nécessaires pour les observations astronomiques. Lors des essais sur la pendule de Hipp, Hirsch souligne les avantages de cet instrument, déclarant :

« *Non seulement elle enregistre régulièrement, et sa marche est aussi bonne que celles de nos meilleures pendules, mais elle permet de placer un compteur très commode à côté de l'instrument méridien, tout en laissant le pendule dans la tour, ou, si l'on veut même, à la cave, enfin dans une température très constante. Cette indépendance du pendule permettra aussi de le placer sous une cloche à pression constante, de façon à le soustraire également aux influences des variations barométriques.* »[1305]

Hirsch estime que les observations méridiennes atteignent un niveau de précision remarquable grâce à l'introduction de cette nouvelle pendule : « *Pour revenir de cette excursion à nos instruments principaux, je passe de la lunette méridienne à l'horloge sidérale, qui sert aux observations de passage et dont la haute perfection n'est pas moins importante pour la précision de ces dernières que les qualités optiques et mécaniques de l'instrument méridien* »[1306].

Malgré ces avantages, Arndt se montre bien moins enthousiaste à l'égard de la pendule Hipp, laquelle semble présenter des irrégularités dues aux variations d'intensité du courant électrique, un phénomène probablement attribuable au vieillissement du garde-temps :

« *Les variations des marches, d'un jour à l'autre, de la pendule de Hipp sont très faibles ; mais ces marches présentent des particularités dont nous avons déjà parlé, et qui nous induisent quelquefois en erreur pour l'extrapolation ; les marches ont des variations périodiques d'une durée plus ou moins longue. Il est fort possible que la constance de l'intensité du courant des piles motrices joue dans les marches de la pendule de Hipp un plus grand rôle que ne le supposait son constructeur. L'idée réalisée dans cette horloge est bien d'être indépendante de l'intensité du courant ; mais à plusieurs reprises nous avons constaté un changement de marche produit par un changement de l'intensité du courant, soit en intercalant un troisième compteur, soit en changeant la source d'électricité. Tout dernièrement encore, au mois de janvier, pendant*

[1305] RD 1879, pp. 3-4.
[1306] RD 1890-91, p. 9.

les grands froids, nous constations des irrégularités dans la marche de Hipp de plus d'une seconde d'un jour à l'autre. »[1307]

En 1913, la pendule Hipp continue de commander le compteur de la salle méridienne, jouant un rôle central dans la détermination de l'heure. Il est toutefois notable que le fonctionnement de ce système soit bien moins documenté qu'auparavant. Cela suggère que la pratique de la mesure du temps, désormais davantage standardisée, représente un enjeu moins critique qu'à l'époque de la fondation de l'Observatoire, nécessitant par conséquent moins d'explications détaillées.

La méthode chronographique reste en usage, mais l'impulsion électrique est désormais transmise à un nouveau chronographe. Depuis 1901, l'Observatoire utilise un chronographe à pointes sèches de Peyer-Favarger (figure 58), qui a remplacé l'ancien modèle de Hipp : « *Le vieux chronographe à cylindre de Hipp a été remplacé pendant l'exercice 1901 par un nouveau à pointes sèches. Cet appareil qui marque les secondes et les signaux par de petits trous percés dans une bande de papier, a été construit par la maison Peyer, Favarger & Cie à Neuchâtel et fonctionne à mon entière satisfaction. Sa marche, réglée par un ressort vibrant, est très régulière* »[1308].

Le principal avantage de ce nouveau chronographe réside dans l'absence de recours à l'encre, qui, dans l'ancien modèle, pouvait générer des traits d'épaisseur variable et nuire à la précision des relevés. Avec le chronographe à pointes sèches, les marques sont réalisées par des pointes qui perforent directement la bande de papier. Comme auparavant, les distances entre les inscriptions correspondant aux impulsions du cercle méridien et celles des marques effectuées à chaque seconde sont mesurées pour déterminer les instants exacts.

La précision du système à pointes fait l'objet de débats au sein de la commission de l'Observatoire en 1924, montrant qu'il n'est pas exempt de petites irrégularités[1309]. À titre de comparaison, l'Observatoire de Paris utilise un chronographe imprimant, considéré comme supérieur au modèle à pointes sèches. Cette préférence avait déjà surpris Charles Henri Matthey et Herman Stroele, lors de leur visite controversée à Paris en 1907 :

« *La même remarque* [que l'expérience permettra de juger des performances instrumentales] *peut s'appliquer aux chronographes imprimants, qui, chose*

[1307] RD 1910, p. 8.
[1308] RD 1901, p. 9.
[1309] « Réunion du jeudi 10 juillet 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 143-144.

Figure 58. Chronographe à pointes sèches de l'entreprise Peyer-Favarger. Collection Musée international d'horlogerie, © Photo Romain Jeanneret.

curieuse, sont seuls employés à l'Observatoire de Paris. Les astronomes parisiens ont remplacé l'ancienne méthode de l'observation directe [méthode de l'œil et de l'oreille] *par celle de l'enregistrement au chronographe imprimant sans passer par les chronographes usuels utilisés dès longtemps partout ailleurs. Ces chronographes imprimants ne permettent pas une plus grande précision dans les observations ; ils visent simplement à supprimer le relevé toujours fastidieux des chronogrammes. Mais il semble que ce léger avantage est payé un peu cher par la grande complication de l'appareil et son coût notablement plus élevé.*»[1310]

[1310] « Rapport sur la visite d'observatoires anglais et français présenté aux départements des Travaux publics et de l'Instruction publique par Charles-Henri Matthey, intendant des bâtiments de l'État, et Hermann Stroele, astronome adjoint à l'Observatoire de Neuchâtel », 25 septembre 1907, AEN, 1TP-794, Bâtiments de l'État : *Observatoire,* travaux divers, correspondance 1906-1918 ; 1920-1928 ; 1928-1936 ; 1938-1939 ; 1942-1946, p. 6.

Ce dispositif ne fait donc pas l'unanimité au sein de la communauté astronomique. Le cas français illustre cette divergence, comme l'ont montré Jérôme Lamy et Frédéric Soulu[1311]. En France, la méthode chronographique n'a été adoptée qu'au début du XX^e siècle, bien plus tard qu'à Greenwich, où elle remonte au milieu du XIX^e siècle, ou encore à Neuchâtel, où un chronographe a été utilisé dès la mise en place de la première chaîne opératoire. Cependant, à Greenwich, le chronographe perfore d'abord une bande de papier, avant d'être modifié par la suite en se servant d'encre[1312]. À Neuchâtel, le dispositif à pointes s'adapte parfaitement au contexte local : il économise du temps de travail en évitant la manutention liée à l'utilisation de l'encre.

En 1913, l'ensemble des instruments scientifiques impliqués dans la détermination de l'heure est modifié. Cette partie de la chaîne opératoire peut alors être considérée comme entièrement modernisée et réactualisée[1313].

7.2 Obtenir des garde-temps de haute précision au pays des horlogers

Les transformations de la chaîne opératoire touchent aussi la conservation de l'heure (figure 59), bien que le principe général en demeure inchangé : disposer d'une batterie de garde-temps garantissant la fiabilité de la donnée horaire au sein de l'institution scientifique. Depuis la fin du XIX^e siècle, l'Observatoire cherche, de manière quasi constante, à se doter de pendules astronomiques répondant à ses critères de précision. Cette recherche, souvent longue et laborieuse, implique l'évaluation des garde-temps pendant plusieurs années avant de décider d'une acquisition ou de rejeter définitivement un produit. Cette difficulté s'explique notamment par le fait que les horlogers de la région peinent à fabriquer des garde-temps suffisamment performants. À cette époque, une distinction plus nette s'établit entre les horloges, en fonction de leur rôle spécifique au sein de la chaîne opératoire.

[1311] Lamy Jérôme et Soulu Frédéric, « L'émergence contrariée du chronographe… ».

[1312] Belteki Daniel, « The galvanic connections of the Airy transit circle and the Airy chronograph », *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 149, 2021, pp. 2-10, p. 8.

[1313] Notons qu'à l'exception de la pendule sidérale Winnerl, qui a d'ailleurs été profondément modifiée, aucun dispositif de la première chaîne opératoire de la détermination de l'heure n'a été préservé. En revanche, une part significative des artefacts de la deuxième chaîne opératoire subsiste, bien que la pendule de Hipp ne fasse plus partie des éléments conservés.

7.2.1 Les pendules fondamentales

À l'Observatoire, les garde-temps les plus fiables sont classés dans la catégorie des pendules fondamentales, chargées de conserver l'heure entre deux déterminations et répondant aux critères de précision les plus rigoureux. Bien que le terme « pendule fondamentale » n'apparaisse dans les sources qu'à partir des années 1920, il est pertinent de l'utiliser dès la deuxième chaîne opératoire, car la hiérarchisation des garde-temps est déjà effective à cette époque[1314]. Par exemple, dans la publication à l'occasion du cinquantenaire de l'Observatoire, Quartier-la-Tente distingue clairement entre « *pendules de haute précision* » et « *les autres pendules* »[1315].

En 1913, ce rôle de pendules fondamentales est rempli par la pendule de Hipp et la pendule de Riefler, qualifiées de « *deux horloges principales de l'Observatoire* »[1316]. La pendule de Hipp, considérée par Adolphe Hirsch comme l'un des meilleurs garde-temps existants, remplit plusieurs fonctions : elle dirige les compteurs de l'Observatoire tout en assurant la conservation de l'heure exacte. Dès la fin du XIX^e^ siècle, l'Observatoire tente d'en obtenir une seconde, mais ni Hipp ni ses successeurs ne parviennent à en reproduire un exemplaire d'égale qualité. En 1894, lorsque Hirsch décide de vendre la pendule Houriet, il prévoit de la remplacer par une horloge construite par Peyer-Favarger, fondée sur le système de Hipp :

« *Je propose de nouveau de la remplacer par une seconde pendule électrique, système Hipp, peut-être dans la forme imaginée par M. Favarger, si l'essai en cours réussit. Non seulement il importe que nous possédions une cinquième pendule, pour augmenter encore la sûreté avec laquelle nous pouvons conserver l'heure dans les intervalles entre les observations astronomiques ; mais en outre, il est prudent d'avoir une pendule de réserve* […]*, pour le cas peu probable, mais possible d'un accident, où le besoin d'une réparation mettrait la pendule Hipp pour quelques jours hors de service.* »[1317]

En 1899, les essais menés par Peyer-Favarger pour reproduire une pendule comparable à celle de Hipp se révèlent infructueux[1318]. Malgré plusieurs années

[1314] Voir RD 1921, p. 9.
[1315] Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912, p. 130.
[1316] RD 1913, p.9.
[1317] RD 1893-1894, pp. 12-13.
[1318] Ces essais sont abandonnés en 1899, RD 1899, p. 10.

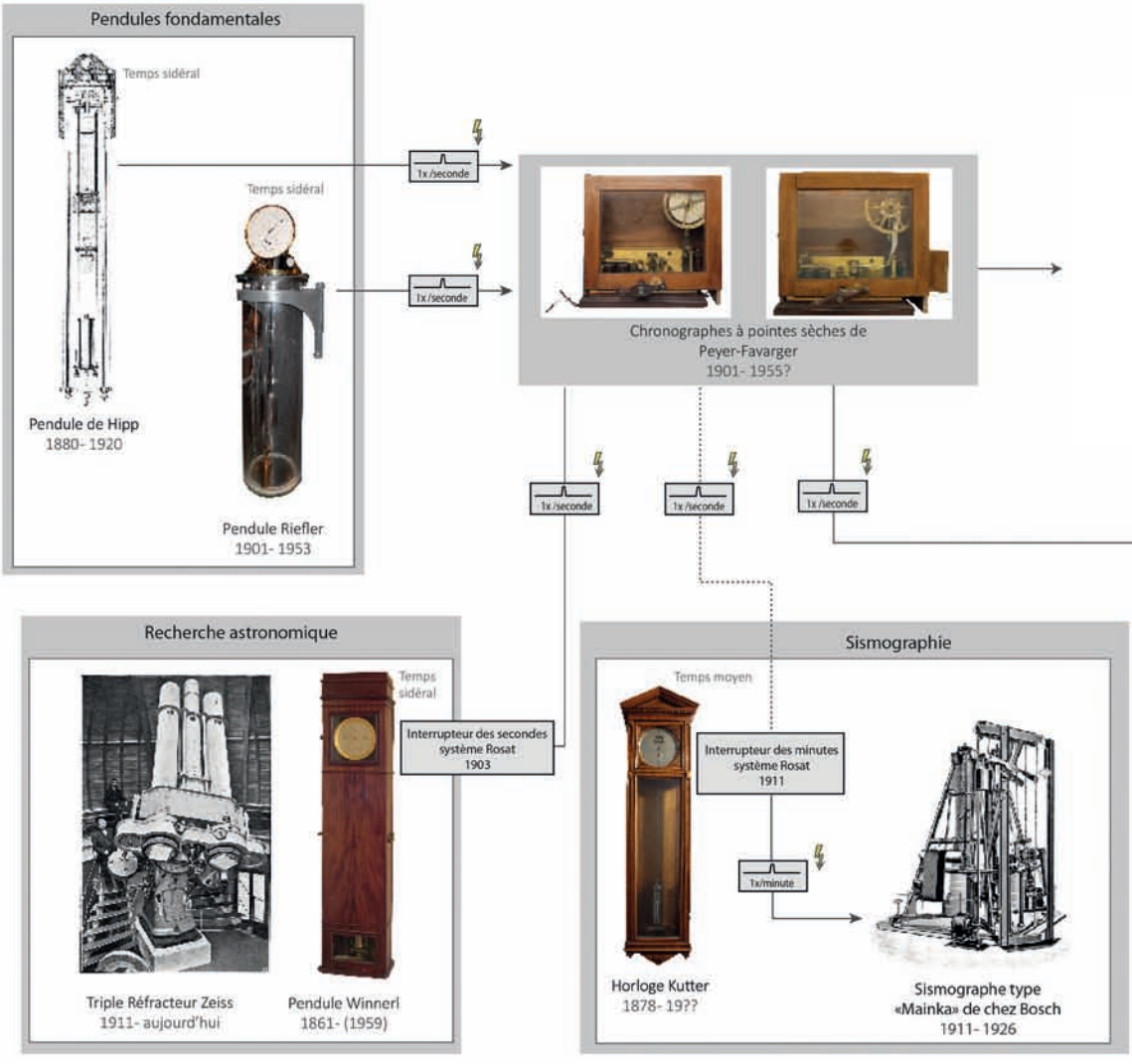
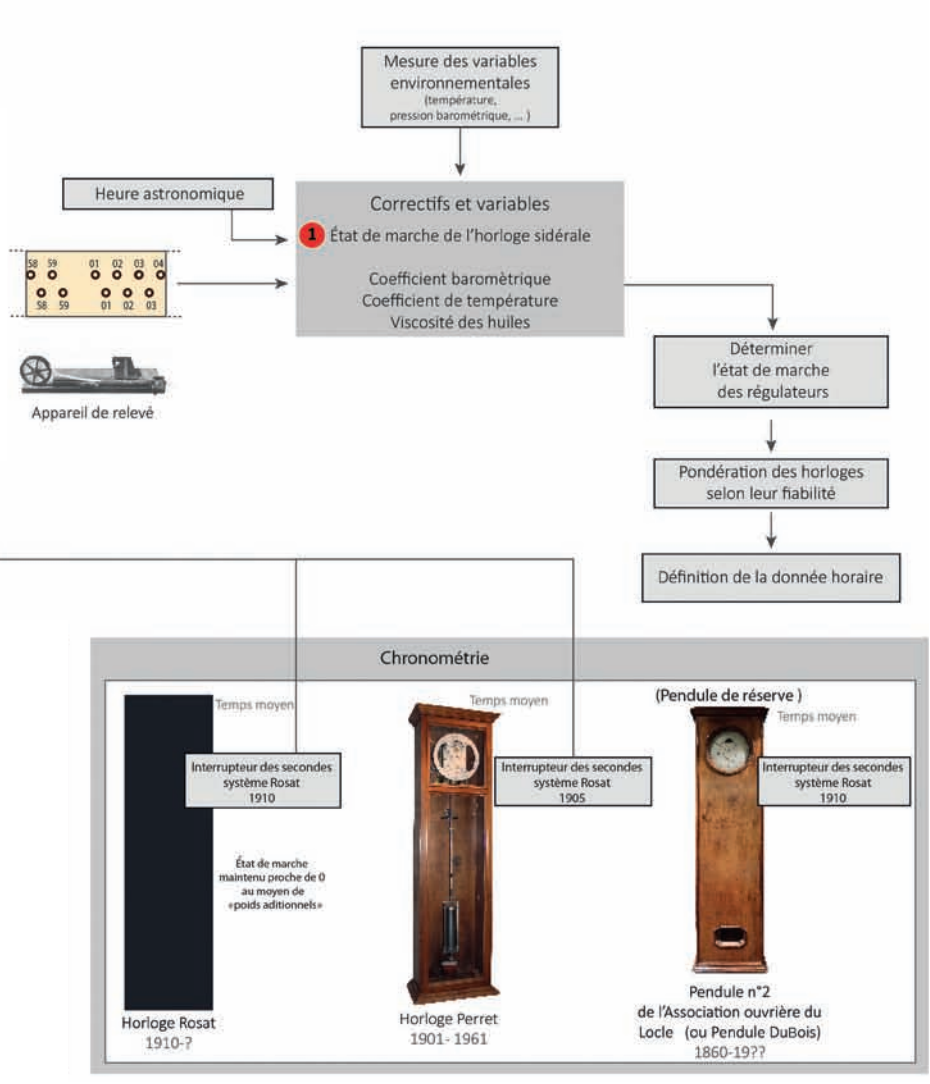


Figure 59. Chaîne opératoire de la conservation de l'heure, 1913. © Julien Gressot et Romain Jeanneret.


Mesure des variables environnementales
(température, pression barométrique, ...)
Heure astronomique
Correctifs et variables
1 État de marche de l'horloge sidérale
Coefficient barométrique
Coefficient de température
Viscosité des huiles
Déterminer l'état de marche des régulateurs
Pondération des horloges selon leur fiabilité
Définition de la donnée horaire
Appareil de relevé
Chronométrie
Temps moyen
Interrupteur des secondes système Rosat 1910
État de marche maintenu proche de 0 au moyen de «poids additionnels»
Horloge Rosat
1910-?
Temps moyen
Interrupteur des secondes système Rosat 1905
Horloge Perret
1901- 1961
(Pendule de réserve)
Temps moyen
Interrupteur des secondes système Rosat 1910
Pendule n°2
de l'Association ouvrière du Locle (ou Pendule DuBois)
1860-19??

d'efforts, l'instrument ne répond pas aux attentes de Hirsch. Cet échec accentue la nécessité de trouver une alternative, d'autant plus qu'au tournant du XX^e^ siècle, la régularité de la pendule de Hipp devient problématique : « *Il arrive aussi que la pendule change brusquement sa marche sans qu'il soit possible de trouver une explication de ces variations.* »[1319] Ces incertitudes, qui s'aggravent encore par la suite, compromettent la fiabilité du service horaire de l'Observatoire. En 1916, le rapport annuel mentionne que « *les marches de la pendule de Hipp ne sont pas restées constantes* »[1320], attribuant ces écarts à la sensibilité de l'instrument aux variations d'intensité électrique. Une seconde batterie d'accumulateurs est ajoutée en 1916 pour tenter de stabiliser le courant électrique, mais cette mesure s'avère insuffisante[1321]. En 1918, un relais pendulaire, conçu par Wälti et Abblegen, deux employés de l'entreprise Peyer-Favarger, est installé pour atténuer les variations électriques affectant la pendule Hipp[1322]. Cependant, malgré ces ajustements, les performances de l'instrument restent insatisfaisantes. Finalement, la pendule de Hipp est déclassée entre 1920 et 1921, marquant la fin de son rôle central dans la chaîne opératoire de l'Observatoire :

« *En ce qui concerne la pendule électrique de Hipp, nous pourrions répéter ce que nous avons dit à cet égard dans nos rapports antérieurs, savoir que ses marches étaient d'une régularité parfaite pendant des périodes plus ou moins longues, pendant d'autres, par contre, elles étaient d'une irrégularité déconcertante, rendant illusoire tout calcul extrapolatoire* [sic]*, et sans qu'il fût possible d'en trouver les causes. Elle se trouve actuellement à l'atelier de la maison Favarger et Cie pour être transformée. Elle servira dorénavant de pendule pour l'enregistrement des secondes sur le chronographe.* »[1323]

À partir de 1901, ce n'est plus tant la précision de la pendule de Hipp qui est remise en question que sa régularité. Face à ce problème, l'institution scientifique neuchâteloise se lance dans la recherche d'une nouvelle pendule fondamentale à pression constante. Son choix se porte sur une horloge conçue par l'horloger bavarois Sigmund Riefler (1847-1912)[1324]. Cette pendule est

[1319] RD 1901, p. 8.
[1320] RD 1916, p. 7.
[1321] RD 1916, p. 7.
[1322] RD 1918, pp. 7-8. Nous n'avons guère d'informations sur ces deux employés de l'entreprise Peyer-Favarger, hormis une publication sur les innovations en électro-chronométrie de : Wälti A., *Nouveautés en électro-chronométrie*, Bienne, E. Magron, 1921.
[1323] RD 1921, pp. 9-10.
[1324] Sur les pendules de Riefler, voir : Riefler Dieter, *Riefler-Präzisionsuhren: 1890-1965,* Munich, Callwey Verlag, 1991 ; Erbrich Klaus, *Präzisionspendeluhren: von Graham bis Riefler*, Munich, Callwey Verlag, 1978.

équipée d'une tige fabriquée en invar, un matériau composé de fer et de nickel ayant un très faible coefficient de dilation (figure 60).

Cette propriété confère à l'invar un intérêt majeur pour la précision des garde-temps. L'alliage a été mis au point par Charles-Édouard Guillaume, directeur du BIPM entre 1915 et 1936, et lauréat du prix Nobel de physique en 1920 pour ses travaux sur ce matériau[1325]. L'acquisition de la pendule Riefler complète l'équipement de l'Observatoire, permettant de surveiller et de compenser la marche fluctuante de celle de Hipp :

« *Pour éviter ces erreurs et pour mieux garantir l'exactitude des signaux, l'acquisition d'une nouvelle pendule était devenue nécessaire. La Commission* [de surveillance de l'Observatoire] *a bien voulu appuyer ma demande de procurer à l'Observatoire une horloge astronomique à poids de Riefler à Munich. Cette pendule, munie d'un contact d'enregistrement et marchant aussi sous pression constante, est installée depuis quelques semaines, dans la salle des chronomètres. D'après les résultats obtenus jusqu'à présent, sa marche est très régulière, de sorte qu'il nous sera possible de constater, si les changements de marche de la pendule de Hipp sont dus à des causes extérieures ou s'il faut les chercher dans le mécanisme même.* »[1326]

Une comparaison avec l'instrumentation d'autres observatoires montre que les pendules Riefler constituent un équipement relativement standard au début du XX^e^ siècle[1327]. Ce constat témoigne à la fois de la reconnaissance de la qualité de ces garde-temps et des difficultés à trouver des fournisseurs capables de produire des pendules astronomiques de haute précision. En effet, la production en série de tels instruments est techniquement complexe, tandis qu'une fabrication artisanale s'avère chronophage, peu rentable et comportant le risque de ne pas répondre aux exigences de précision des astronomes. Pour

[1325] Sur Charles-Édouard Guillaume, voir : Cardinal Catherine, *Charles-Édouard Guillaume (1861-1938), prix Nobel de physique, le mètre et la seconde*, La Chaux-de-Fonds, Musée international d'horlogerie, 1988.
[1326] RD 1901, p. 8.
[1327] Parmi les nombreuses institutions ayant adopté les pendules de Riefler, on peut notamment citer l'Observatoire de Paris : Boquet Félix, « Sur l'organisation du service de l'heure à l'Observatoire de Paris », *Société astronomique de France*, juin 1913, pp. 241-258. L'Observatoire de Bruxelles comprend un grand nombre de pendules Riefler : Philippot H. et Delporte E., *Description des installations du service de l'heure*, Bruxelles, Hayez, 1912. L'Observatoire Lick dispose également d'un tel équipement : Sanford R. F., « On riefler clock », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 20, 118, février 1908, pp. 29-33. Pour une description de la pendule de Neuchâtel : Guyot Edmond, « Influence des variations de température sur une pendule de précision », *Journal suisse d'horlogerie,* 7, juillet 1932, pp. 150-151. Sur les pendules Riefler : Riefler Dieter, Riefler-Präzisionsuhren : 1890-1965, Munich, Callwey Verlag, 1991.

Figure 60. Pendule Riefler. Collection du Musée d'horlogerie du Locle. © MhL.

l'Observatoire de Neuchâtel, le choix d'une pendule bavaroise met également en exergue l'absence de solution locale en Suisse, malgré la renommée mondiale de son industrie horlogère. Cet achat illustre que la présence d'un observatoire astronomique dans une région horlogère ne suffit pas forcément à stimuler l'émergence d'une production de garde-temps de haute précision, et ce, malgré l'existence d'entreprises spécialisées comme celle de Hipp.

En 1912, la pendule Riefler montre des irrégularités, comme le souligne le directeur : « *La marche de la pendule Riefler, très faible depuis une longue série de mois, a été aussi influencée par les travaux [à l'Observatoire]. Vers la fin de l'année, elle est devenue plus stable.* »[1328] Pour y remédier, dès 1914, l'Observatoire décide d'améliorer les conditions de conservation des pendules fondamentales. Celles-ci sont placées dans des cabinets spécialement aménagés, situés dans l'une des caves du bâtiment principal, afin d'assurer une meilleure stabilité et de limiter les perturbations externes :

« *Vers la fin de l'année 1914, nous avons pu commencer l'installation de nos deux pendules de haute précision dans le local spécial qui a été aménagé dans ce but lors de la réfection du bâtiment. Les piliers en béton, scellés directement sur le roc et isolés du plancher du local, portent des colonnes creuses dans lesquelles sont suspendues les horloges. C'est le maximum de stabilité qu'on puisse donner à des pendules. La température du local, dont les parois sont revêtues de plaques de liège de 4 cm d'épaisseur, est très constante.* »[1329]

Ainsi, confrontée à la difficulté de disposer de pendules fondamentales fiables, l'institution scientifique s'efforce également de contrôler rigoureusement l'environnement dans lequel ces instruments opèrent.

7.2.2 Les pendules secondaires

À côté des pendules fondamentales, d'autres horloges sont utilisées au sein de l'Observatoire, parfois pour remplir plusieurs fonctions, au gré des besoins spécifiques et des performances attendues selon leur position au sein de la chaîne opératoire. L'acquisition de la pendule Riefler, ainsi que de la pendule Perret (qui sera évoquée dans la partie concernant la transmission de l'heure)

[1328] RD 1912, pp. 12-13.
[1329] RD 1914-15, p. 7.

et de la pendule Hipp, marque le déclassement des autres pendules : « *Les trois autres horloges de l'Observatoire* [Winnerl, Kutter et Dubois] *qui, en comparaison avec ces trois pendules mentionnées, sont maintenant devenues de second ordre, ont conservé à peu près leurs marches habituelles.* »[1330]. Ces pendules secondaires fournissent une référence temporelle pour des emplacements ou des instruments nécessitant une précision moindre, tout en servant de réserve en cas de défaillance d'une pendule fondamentale. La pendule Winnerl est installée dans la salle de spectroscopie (ou salle de la commission) du pavillon Hirsch où elle enregistre sur un chronographe les données du micromètre filaire du triple réfracteur Zeiss[1331]. La pendule Kutter est réservée au sismographe, marquant les minutes sur le papier[1332]. La pendule Dubois, quant à elle, est employée comme pendule de réserve pour le service chronométrique à partir de 1910 et est installée dans la salle de chronométrie dès 1913[1333].

En 1910, l'Observatoire complète son équipement avec une nouvelle pendule fabriquée par Charles Rosat (1874-1930) :

« *Dans le courant de l'année, l'Observatoire a fait acquisition de la pendule astronomique de M. Charles Rosat, au Locle, qui nous sert comme enregistreur des secondes pour la comparaison des chronomètres sur le chronographe. Comme nous tenons la marche de cette horloge toujours près de zéro, au moyen de petits poids additionnels, nous ne pouvons nous prononcer sur sa régularité. Le contact électrique à secondes, système Charles Rosat, dont cette pendule est munie, a fonctionné à notre entière satisfaction.* »[1334]

La pendule Rosat n'a pas pour vocation de conserver l'heure, mais de remplir une fonction clairement définie : elle étend l'usage de la méthode chronographique au contrôle des chronomètres. Ce dispositif permet de conserver une trace physique des examens effectués, un atout particulièrement précieux en cas de contestation des résultats d'observation d'un chronomètre. En outre, il contribue à réduire l'influence de l'équation personnelle dans le processus d'évaluation.

La deuxième chaîne opératoire introduit ainsi une spécialisation accrue des garde-temps en fonction des exigences de précision. Par exemple, une

[1330] RD 1901, p. 9.
[1331] RD 1911, p. 11.
[1332] RD 1914-1915, p. 8.
[1333] RD 1910, p. 10 et RD 1913, p. 8.
[1334] RD 1910, p. 10.

précision à l'échelle de la seconde est jugée suffisante pour le sismographe, qui ne requiert qu'une impulsion par minute. En revanche, pour la détermination de l'heure, une rigueur beaucoup plus grande est requise, reflétant la diversité des usages au sein de la chaîne opératoire.

7.3 De la télégraphie au téléphone

Jusqu'au début du XX^e^ siècle, le réseau télégraphique constitue le seul moyen de transmission de l'heure utilisé par l'Observatoire. Bien qu'il ait permis une diffusion efficace du signal horaire, ce système exige des efforts considérables en matière de maintenance. Ce système repose sur une infrastructure complexe pour garantir la réception du signal et nécessite une coordination rigoureuse pour assurer un fonctionnement satisfaisant. Par ailleurs, les défis techniques augmentent proportionnellement avec la distance à parcourir : le signal doit être relayé de station en station avec une intensité suffisante pour être capté, ce qui limite le potentiel de développement du service horaire. Certaines zones horlogères se trouvent ainsi exclues de cette couverture, notamment Porrentruy, dans le Jura, certaines localités vaudoises de la Vallée de Joux, ou encore l'entreprise Rauschenbach, à Schaffhouse[1335]. Bien que la télégraphie ait joué un rôle central dans la synchronisation temporelle de la Suisse et la diffusion de l'heure exacte à l'industrie horlogère, ses contraintes physiques entravent une expansion plus large du service. Dès son arrivée à la direction de l'Observatoire, Arndt s'efforce de dépasser ces limitations pour élargir la clientèle et étendre l'influence de l'institution.

7.3.1 La pendule Perret et la téléphonie

À l'arrivée de Louis Arndt en 1901, la diffusion du signal-horaire sur le réseau télégraphique repose toujours sur la pendule Shepherd, un instrument qui montre des signes d'usure (figure 61). Dans son premier rapport, Arndt note que « *la vieille pendule électrique de Shepherd qui a servi à la transmission de l'heure pendant quarante ans a encore fonctionné en 1901 ;*

[1335] Sur ce point, voir les discussions entre Arndt et Quartier-la-Tente en janvier 1905 : Arndt Louis à Édouard Quartier-la-Tente, 30 janvier 1905, BPUN, OBSE-102-4.13, pp. 296-297. Ainsi que celles avec l'entreprise schaffhousoise : Lettre de Louis Arndt à J. Rauschenbach, 6 juin 1906, BPUN, OBSE-102-4.14, p. 115.

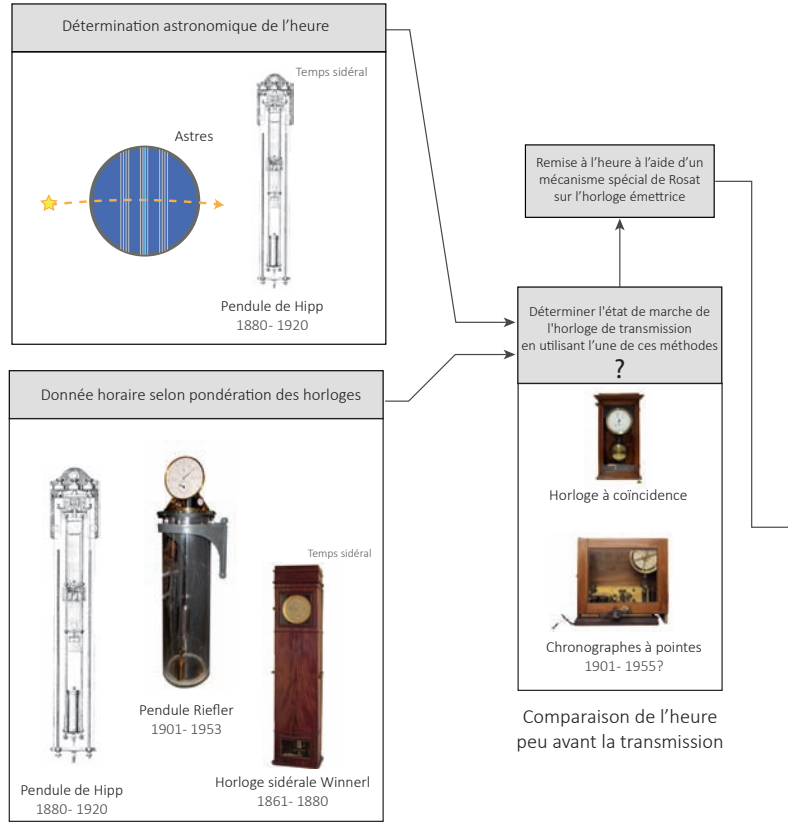
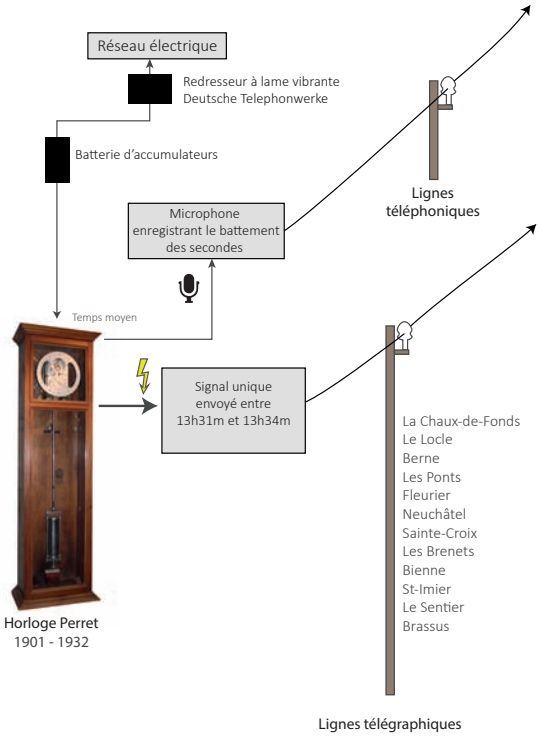
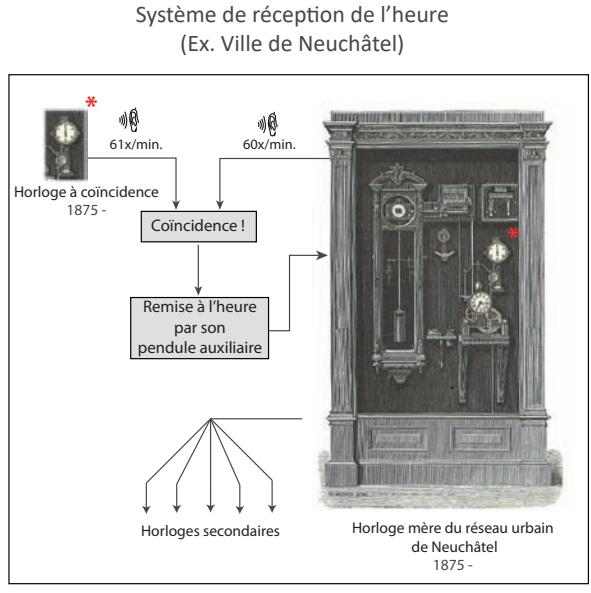


Figure 61. Chaîne opératoire de la transmission de l'heure, 1913.
© Julien Gressot et Romain Jeanneret.


Réseau électrique
Redresseur à lame vibrante
Deutsche Telephonwerke
Batterie d'accumulateurs
Microphone
enregistrant le battement
des secondes
Temps moyen
Signal unique
envoyé entre
13h31m et 13h34m
Horloge Perret
1901 - 1932
Lignes
téléphoniques
La Chaux-de-Fonds
Le Locle
Berne
Les Ponts
Fleurier
Neuchâtel
Sainte-Croix
Les Brenets
Bienne
St-Imier
Le Sentier
Brassus
Lignes télégraphiques


Système de réception de l'heure
(Ex. Ville de Neuchâtel)
61x/min.
60x/min.
Horloge à coïncidence
1875 -
Coïncidence !
Remise à l'heure
par son
pendule auxiliaire
Horloges secondaires
Horloge mère du réseau urbain
de Neuchâtel
1875 -

mais ce n'a été que grâce à une surveillance continuelle que les signaux de l'heure ont pu régulièrement partir »[1336]. Cette situation souligne l'urgence de moderniser cet équipement clé pour garantir la fiabilité du service. En 1901, l'Observatoire reçoit une nouvelle pendule émettrice offerte par l'horloger neuchâtelois David Perret. Perret, exécuteur testamentaire d'Adolphe Hirsch et membre de la commission de l'institution, met ainsi un terme à l'emploi de la pendule Shepherd en offrant un instrument plus moderne, servant à la diffusion du signal horaire :

« *Pour la remplacer, Monsieur David Perret, fabricant d'horlogerie à Neuchâtel, a fait don à l'Observatoire d'une pendule astronomique de son système. Cette pendule observée pendant six semaines a donné de très bons résultats de sorte qu'on peut féliciter Monsieur Perret et Monsieur Charles Rosat du Locle qui a exécuté les parties délicates du mouvement. Je me permets de réitérer à M. Perret mes remerciements pour ce beau cadeau en exprimant l'espoir que la fabrication des pendules astronomiques deviendra une branche importante de notre industrie neuchâteloise.* »[1337]

Dès son remplacement, la pendule Shepherd est reléguée à un rôle décoratif, n'exerçant plus aucune fonction scientifique au sein de l'Observatoire[1338]. La nouvelle pendule, appelée pendule David Perret ou parfois Perret-Rosat, est conçue d'après le système Perret et fabriquée par Charles Rosat (figure 62). Outre sa fonction principale de diffusion du signal horaire, elle est également utilisée pour comparer la marche des chronomètres de poche[1339]. Pour garantir sa précision, cette pendule est remise à l'heure quotidiennement grâce à « *un mécanisme spécial construit et adapté, dans le cours de l'année dernière par Monsieur Chs. Rosat* »[1340]. Signalons encore que la comparaison de la marche de la pendule avec d'autres garde-temps est réalisée à l'aide du chronographe Peyer-Favarger[1341].

[1336] RD 1901, p. 8. Ce constat a également été fait par Hirsch à plusieurs reprises, voir notamment : RD 1891, pp. 12-13 ; RD 1892, pp. 10-11 ; RD 1893-1894, p. 13.

[1337] RD 1901, pp. 8-9.

[1338] La pendule Shepherd, autrefois utilisée pour diffuser le signal horaire sur le réseau télégraphique, était installée dans la salle de la commission et de spectroscopie du pavillon Hirsch. Aujourd'hui, cet instrument est préservé dans les réserves du Musée international d'horlogerie (MIH).

[1339] RD 1902, p. 10. Pour la pendule de David Perret, consulter : Babey Virginie et Piguet Claire, « La recherche de l'exactitude… », pp. 239-240.

[1340] RD 1902, p. 10.

[1341] Bien que cette solution technique ne soit explicitement mentionnée nulle part, le règlement de 1916 confirme cet aspect : « Règlement concernant le travail à l'Observatoire cantonal », 22 mai 1916, AEN, 1EP-352, p. 4.

Figure 62. Pendule « Perret-Rosat » de l'Observatoire. Collection Musée international d'horlogerie, © Photo MIH.

La pendule Perret, en plus de ses fonctions internes, permet à l'Observatoire d'élargir son réseau de distribution avec l'introduction de la téléphonie dès 1903 « *à titre d'expérience* »[1342]. Après plusieurs années d'essais, Arndt décrit le système qu'il a mis en place :

« *La transmission de l'heure par téléphone a été utilisée assez fréquemment pendant l'année écoulée* [1906]. *Elle se fait maintenant régulièrement à la Fabrique d'horlogerie Tavannes Watch & Co, à Tavannes, et à celle de J. Rauschenbach à Schaffhouse. Le battement des secondes de notre pendule dans le récepteur du téléphone public est très net, même à de grandes distances. L'exactitude de cette transmission, qui peut se faire à toute heure, dépend de l'habileté de l'observateur dans l'estimation des fractions de seconde ; on arrive facilement à estimer les cinq centièmes de seconde, de sorte qu'on peut transmettre l'heure de notre pendule à cette quantité près, à n'importe quelle distance de notre pays.* »[1343]

La pendule Perret est dotée d'un microphone relié aux fils téléphoniques[1344]. Dès lors, un simple appel à l'Observatoire suffit pour obtenir l'heure. Lors de l'installation de cet équipement, Arndt exprime l'ambition de « *ses transmissions* [qui] *serviront de base pour une distribution générale de l'heure par téléphone* »[1345]. Ce système offre l'avantage de s'affranchir du réseau télégraphique tout en permettant une plus grande flexibilité dans les horaires de diffusion, élargissant ainsi la transmission tant sur le plan géographique que temporel. Cependant, cette flexibilité a pour contrepartie l'incapacité de l'Observatoire à garantir la précision du signal reçu, se limitant à son émission sans contrôle de son utilisation. Cette contrainte explique sans doute pourquoi l'Observatoire demeure discret sur cette possibilité, qui ne semble pas avoir fait l'objet d'une large promotion. Malgré cela, le service suscite un certain intérêt. Par exemple, le 12 octobre 1908, le « *président de l'école d'horlogerie de la Vallée de Joux* […] *demande l'autorisation pour l'école et plusieurs fabricants d'horlogerie dont les habitations sont isolées, de recevoir l'heure astronomique par téléphone* »[1346]. En 1912, Arndt rapporte que « *la transmission de l'heure par téléphone se fait régulièrement*

[1342] Arndt reçoit l'autorisation d'essayer cette méthode le 27 mars 1903 : « Séance du vendredi 27 mars 1903 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 22.
[1343] RD 1906, pp. 12-13.
[1344] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 6 avril 1903, BPUN, OBSE-102-4.12, p. 428.
[1345] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 6 avril 1903, BPUN, OBSE-102-4.12, p. 428.
[1346] « Séance du 12 novembre 1908 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 66.

à La Chaux-de-Fonds, Orbe, Winterthur et Schaffhouse»[1347]. En 1927, le succès de ce service conduit à une coopération avec l'administration fédérale, bien que cela génère des tensions. En quête de reconnaissance, l'Observatoire réclame que l'annuaire téléphonique précise que l'heure diffusée émane de ses services : «*Le service téléphonique de l'heure rapporte 6 000 francs à l'administration fédérale qui veut conserver ce service. L'Observatoire demande que l'annuaire téléphonique doive mentionner que l'heure transmise provient de l'Observatoire.* »[1348] Malgré tout, et à cette période, la transmission téléphonique reste limitée et peu utilisée par les acteurs. La pendule Perret est cédée au MIH en 1961, bien que la fin exacte de son utilisation reste incertaine[1349]. Ce service marque toutefois le début d'un essor significatif de la transmission de l'heure, qui connaîtra un développement considérable au cours du XX^e^ siècle.

7.3.2 La télégraphie sans fil (TSF)

En 1912, la commission de l'Observatoire, consciente des limites de la télégraphie et de la téléphonie pour diffuser l'heure, exprime des regrets : «*De nombreuses demandes se sont produites pour la transmission de l'heure, mais elles n'ont pu aboutir à cause des frais considérables qu'exige la pose des fils télégraphiques pour la communication.* »[1350] Cette restriction a des conséquences financières, les structures hors du canton de Neuchâtel devant payer une redevance, qui permet de réduire les dépenses de l'État et de démontrer l'utilité de l'Observatoire. Elle soulève également la crainte que d'autres cantons, comme Berne avec son industrie horlogère en plein essor, ne développent leur propre observatoire, venant concurrencer l'institution neuchâteloise[1351]. Pour dépasser ces contraintes, Arndt suit attentivement les évolutions dans le domaine des télécommunications. Dès 1902, il envisage d'utiliser la TSF, précurseur de la radiodiffusion, pour transmettre l'heure depuis Chaumont, une colline dominant Neuchâtel[1352].

[1347] « Séance du 16 avril 1912 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 95.
[1348] « Réunion du mercredi 5 octobre 1927 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 35.
[1349] RD 1961, p. 12.
[1350] « Séance du 16 avril 1912 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 95.
[1351] Sur le développement horloger de cette période : Pasquier Hélène, *La « Recherche et Développement » en horlogerie : acteurs, stratégies et choix technologiques dans l'Arc jurassien suisse (1900-1970)*, Neuchâtel, Alphil, 2008.
[1352] Sur le développement des télécommunications non filaires, voir : Potter Simon, *Wireless Internationalism & Distant Listening. Britain, Propaganda, and the Invention of Global Radio, 1920-1939,* Oxford, Oxford University Press, 2020 ; Rikitianskaia Maria, Balbi Gabriele et Lobinger Katharina,

L'objectif principal est de contourner le brouillard automnal et d'améliorer la régularité des déterminations de l'heure : « *Pour avoir des déterminations plus rapprochées en hiver où à une certaine altitude au-dessus de l'Observatoire, le ciel est clair, il serait peut-être utile d'installer à Chaumont un instrument des passages et des appareils permettant de transmettre les observations au moyen des ondes hertziennes sur le chronographe de l'Observatoire. Les expériences entreprises dans ce but ont bien réussi et je me permettrai de vous présenter un devis sur cette installation* »[1353].

Le projet visait initialement à transmettre l'heure d'une station d'observation à l'Observatoire pour un usage interne, avant de vouloir étendre son usage à l'ensemble de la diffusion horaire[1354]. Cependant, Louis Arndt abandonne rapidement cette réflexion en raison des coûts élevés[1355].

En 1911, on note des avancées dans la TSF, notamment la diffusion d'un signal horaire depuis la tour Eiffel[1356]. En 1912, fort de ces expériences, Arndt propose que « *la transmission de l'heure par ondes hertziennes pourrait se faire depuis la tour de 40 m qui se construit actuellement à Chaumont* »[1357]. Dans un rapport présenté le 10 mai 1912, il souligne les avantages de cette méthode, affirmant devant la commission de l'Observatoire « *que le nouveau système donnera plus de précision à la transmission ; il y aura progrès* »[1358]. Bien que la commission reste divisée sur les bénéfices potentiels de la TSF, elle accepte de poursuivre l'examen du projet[1359]. Le projet d'Arndt trouve un certain écho, notamment dans le journal *Inventions-Revue*, qui plaide en faveur de cette technologie : « *Les nombreux industriels qui se sont intéressés au problème de la TSF et ont suivi les admirables progrès réalisés dans ce domaine depuis quelques années, accueilleront certainement avec plaisir*

« The mediatization of the air: wireless telegraphy and the origins of a transnational space of communication, 1900-1910's », *Journal of Communication*, 68, 4, 2018, pp. 758-779 ; Iscner Philipp, *Umbau der Telekommunikation. Wechselwirkungen zwischen Innovationsprozessen und institutionnellem Wandel am Beispiel der schweizerischen PTT (1970-1998)*, Münster, LIT, 2007 ; Sarkar Tapan, Mailloux Robert, Oliner Arthur, Salazar-Palma Magdalena et Sengupta Dipak (eds.), *History of Wireless*, Hoboken, John Wiley & Sons, 2006 ; Hengartner Thomas et Stadelmann Kurt, *Telemagie: 150 Jahre Telekommunikation in der Schweiz*, Zürich, Chronos, 2002.

1353 RD 1902, p. 13.

1354 « Séance du 8 janvier 1903 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 16-17.

1355 « Séance du 27 mars 1903 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 22.

1356 Sur ce développement : Kershaw Michael, « Twentieth-century longitude: when Greenwich moved », *Journal for the History of Astronomy*, *50*, 2, 2019, pp. 221-248 ; Galison Peter, *L'Empire du temps*… ; Amoudry Michel, *Le Général Ferrié et la naissance des transmissions et de la radiodiffusion*, Grenoble, PUG, 2000.

1357 « Séance du 16 avril 1912 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 95.

1358 « Séance du 10 mai 1912 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 99-100.

1359 « Séance du 10 mai 1912 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 99-100.

l'initiative de M. le Dr Arndt, par laquelle l'Observatoire de Neuchâtel montre qu'il veut maintenir son service chronométrique à la tête du Progrès. »[1360]

Outre l'amélioration de la précision, Arndt insiste sur l'importance de se « *rendre indépendant de l'étranger et à avoir notre heure astronomique* »[1361]. Il craint que l'heure transmise depuis Paris n'entraîne une réduction des services de l'Observatoire de Neuchâtel. Ainsi, l'intérêt pour la TSF dépasse les aspects purement techniques et devient une question stratégique pour préserver l'autonomie et le rôle de l'institution[1362].

Les discussions incluent le conseiller fédéral Félix-Louis Calonder (1863-1952), qui manifeste un intérêt vis-à-vis de l'installation de la TSF[1363]. Les avis de la Chambre suisse d'horlogerie et de la Chambre cantonale du commerce et de l'industrie sont également sollicités pour évaluer les implications du projet[1364]. En 1913, cette ambition trouve une première application concrète avec l'installation d'une station de réception pour capter l'heure transmise depuis l'Observatoire de Paris depuis la tour Eiffel :

« *Au mois de février de l'année écoulée, nous avons installé à l'Observatoire un poste de réception des signaux horaires radiotélégraphiques transmis par la tour Eiffel. Comme antennes, nous utilisons deux fils de bronze distant de 1 mètre environ et tendus horizontalement dans la direction ouest-est entre le toit de l'Observatoire et un poteau qui se trouve à 63 mètres de distance du bâtiment. Ces fils sont reliés par un câble avec l'appareil de réception construit par M. Berner fils, et qui est placé dans un des bureaux du rez-de-chaussée. Les signaux entendus dans le téléphone sont enregistrés à la main sur le chronographe, comme on enregistre le moment des passages des étoiles. Nous observons seulement les signaux du jour qui sont, depuis le 1er juillet passé, transmis de 10 h 56 min 50 s à 11 h* […]*, heure centrale. La distance entre Paris et Neuchâtel est de 390 km à vol d'oiseau. Nous avons trouvé qu'en général les signaux sont très nets et assez faciles à enregistrer.* »[1365]

[1360] S.n., « L'heure par la T.S.F. à l'Observatoire de Neuchâtel », *Inventions-Revue*, cité dans : *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 102 bis.
[1361] « Séance du 6 mars 1913 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 109.
[1362] Sur l'utilité sociale des astronomes, voir : Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*…, p. 43.
[1363] Sur cette question, voir les procès-verbaux des séances de la commission de l'Observatoire du 4 novembre 1913 et du 16 avril 1914 : « Séance du 4 novembre 1913 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 110-116, en particulier pp. 114-115 et « Séance du 16 avril 1914 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 117-123, pp. 117-118.
[1364] « Séance du 16 avril 1914 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 117.
[1365] RD 1913, pp. 11-12.

La tentative neuchâteloise de 1913 n'aboutit pas à l'émission d'un signal, le premier conflit mondial interrompant ce développement en raison de l'intérêt géostratégique de ces technologies. En 1917, Arndt informe la commission de l'Observatoire que « *les appareils démontés sont actuellement séquestrés* [par l'armée] [et il] *n'est pas possible de prévoir ce qu'il adviendra par la suite, des installations de ce genre* »[1366]. La Première Guerre mondiale freine ainsi les efforts engagés pour faire évoluer la transmission de l'heure, un domaine dans lequel Arndt avait montré une réelle ambition en cherchant à positionner l'Observatoire comme un acteur majeur.

7.4 La danse semestrielle du Mail ou l'installation de la sismologie

Au sein de la chaîne opératoire, certains instruments ne participent pas directement à la production du signal horaire, mais jouent un rôle en garantissant son bon fonctionnement. Le sismographe Maïnka, par exemple, est utilisé pour détecter les mouvements du sol susceptibles de perturber les équipements de l'Observatoire – notamment les garde-temps – et pour expliquer de potentielles variations soudaines de leur marche (figure 63). Ce dispositif, qui assure un contrôle de la stabilité des instruments scientifiques au même titre que les appareils météorologiques, marque cependant une évolution significative dans les pratiques de l'Observatoire, justifiant de lui consacrer un espace réservé.

Les discussions autour de la sismographie à l'Observatoire débutent dans le dernier quart du XIX^e^ siècle, lorsqu'il est constaté que des variations inexpliquées affectent certains instruments scientifiques. La surveillance constante et la précision des appareils révèlent des anomalies soudaines dans la marche des instruments.

Adolphe Hirsch, après des années d'observation avec le cercle méridien, soupçonne pour la première fois des mouvements imperceptibles du sol. En 1868, il attribue ces variations à des déplacements terrestres : « *Je ne puis voir dans ces changements de position, soit périodiques, soit continus de notre lunette,* que des mouvements du sol lui-même [en italique dans le texte]. »[1367] Il distingue deux phénomènes : une variation semestrielle, qui se compense sur

[1366] « Séance du 19 avril 1917 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 136.
[1367] Hirsch Adolphe, « Sur des mouvements observés dans les piliers de la lunette méridienne de Neuchâtel », *BSSNN*, 8, 1868-1869, pp. 171-179, p. 177.

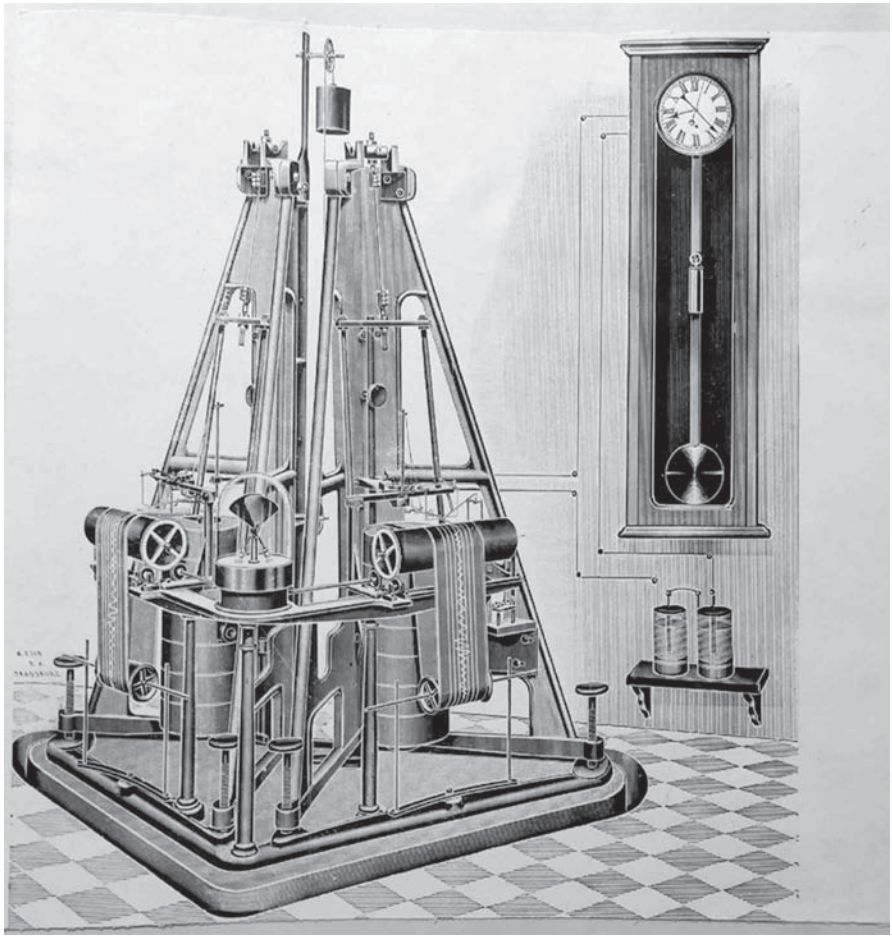


Figure 63. Pendule conique à suspension bifilaire (système Maïnka) pour l'enregistrement des tremblements de terre, destinée à l'Observatoire de Neuchâtel, « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur son voyage d'études à quelques observatoires d'Allemagne et sur sa visite à Iéna pour l'examen de la nouvelle lunette photographique. Du 6 septembre au 6 octobre 1910 », 9 mars 1911. © AEN, 1IND-342, 19-11.

l'année, et un déplacement lent et régulier du sol. Hirsch estime que ce dernier concerne l'ensemble du continent et revendique avoir « *contribué à ébranler l'ancienne croyance à l'immobilité du sol* »[1368]. Il ajoute qu'il faut « *admettre que* […] *le sol, même le plus solide des continents, est sujet à des mouvements lents et faibles, mais continuels, et souvent remarquablement réguliers* »[1369]. Ces observations, découlant de l'usage d'instruments d'une précision extrême, précèdent de plusieurs décennies la théorie de la « dérive des continents » d'Alfred Wegener (1880-1930) en 1915. Wegener, astronome et géodésien ayant travaillé à Berlin, a sans doute été en contact avec Foerster[1370]. Ce lien, bien que spéculatif, souligne le rôle des astronomes dans la détection de ces phénomènes microscopiques[1371]. Ce n'est en effet pas un hasard si ce sont des astronomes qui détectent un tel phénomène, comme l'indique Hirsch : « *Les observatoires, dont les instruments, d'une admirable précision, permettent d'apercevoir et de mesurer exactement des mouvements même microscopiques, en les rapportant aux repères immuables du ciel.* »[1372] Hirsch, également professeur de physique du globe, est particulièrement attentif à ces questions. La construction de la troisième mire à Chaumont illustre cette démarche, visant à vérifier si « *la danse semestrielle du Mail embrasse jusqu'à la première chaîne principale du Jura* »[1373], pour faire référence à la variation semestrielle de la colline du Mail.

La pendule de Hipp, remarquablement précise à ses débuts, peut être considérée comme un instrument précurseur des travaux sismologiques au sein de l'institution, permettant au directeur d'approfondir l'étude des mouvements du sol. Ainsi, le 4 février 1891, un violent écart de 0,43 seconde dans la marche de la pendule pousse Hirsch à en chercher l'origine « *dans un de ces faibles tremblements de terre localisés qui ne s'accusent que par des instruments*

[1368] Hirsch Adolphe, « Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, pp. 45-57, p. 45.
[1369] Hirsch Adolphe, « Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, p. 46.
[1370] Wegener Alfred, *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane,* Braunschweig, Sammlung Vieweg, 23, 1915. Sur Wegener et ses recherches : Greene Mott, *Alfred Wegener: Science, Exploration, and the Theory of Continental Drift*, Baltimore, JHU Press, 2015 ; Reinke-Kunze Christine, *Alfred Wegener: Polarforscher und Entdecker der Kontinentaldrift*, Bâle, Birkhäuser, 1994 ; Schwarbach Martin, *Wegener, 1880-1930 : le père de la dérive des continents*, Paris, Belin, 1985.
[1371] Hirsch indique que Wilhelm Foerster a également constaté des mouvements analogues affectant les piliers de son instrument méridien : Hirsch Adolphe, « Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, pp. 45-57, p. 46.
[1372] Hirsch Adolphe, « Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, pp. 45-57, p. 47.
[1373] Hirsch Adolphe, « Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, p. 52.

aussi délicats que les séismomètres [désormais sismomètre ou sismographe], *les bains de mercure ou les pendules de précision* »[1374]. À plusieurs reprises, l'Observatoire constate de tels dérangements en surveillant la marche de cet instrument[1375], amenant Hirsch à conclure que « *la pendule électrique, précisément à cause de sa régularité étonnante, peut être considérée en même temps comme un des séismomètres les plus sensibles* »[1376]. En 1902, Arndt manifeste également un intérêt pour les tremblements de terre : « *Il y a peut-être plus souvent qu'on ne le suppose, dans notre contrée, des trépidations du sol, des secousses dans l'écorce terrestre qui nous échappent, mais qui sont assez fortes pour déranger les oscillations d'un pendule. Il serait très intéressant de pouvoir étudier au moyen des appareils sismographiques l'influence de faibles secousses du sol sur les marches des pendules de précision* »[1377].

Cet aspect devient crucial avec l'introduction, dans le règlement de 1901, de la possibilité d'observer les pendules astronomiques[1378]. L'objectif est de disposer d'un outil permettant de différencier les erreurs instrumentales des perturbations dues à des tremblements de terre ou d'autres facteurs extérieurs, tels que des travaux :

« *En ce qui concerne spécialement l'observation des pendules, si leur suspension est faite avec toutes les précautions possibles, la variation de leur marche ne dépendra que de leur bienfacture ; mais si le sol même subit des ébranlements qui sont transmis par le pilier à la pendule, la marche diurne de l'instrument sera subitement dérangée ; il importe donc d'avoir un moyen de reconnaître si une trop forte variation dans la marche d'une pendule provient d'un défaut dans la construction ou d'une cause extérieure.* »[1379]

[1374] Hirsch Adolphe, « La pendule électrique de précision de M. Hipp », *BSSNN,* 19, 1890-1891, pp. 3-16, p. 10.

[1375] Voir notamment dans les rapports de directeur : RD 1892, p. 8 ; RD 1895, p. 10 ; RD 1896, p. 7 ; RD 1902, pp. 8-9.

[1376] Hirsch Adolphe, « Quelques données sur le mouvement du sol pendant ces dernières années », *BSSNN,* 20, 1891-1892, pp. 174-176, p. 176.

[1377] RD 1902, p. 9.

[1378] Le règlement sur l'observation des chronomètres se trouve dans : « Règlement pour l'Observatoire [sic] des chronomètres à l'Observatoire astronomique cantonal et pour la distribution des prix alloués aux meilleurs chronomètres sortant du concours annuel », 27 décembre 1901, *Recueil des Lois*, AEN. Ce règlement fut révisé en 1905 avec une section spécifique pour les pendules : « Règlement pour l'observation des chronomètres et des pendules à l'Observatoire astronomique cantonal et pour la distribution des prix alloués aux meilleurs chronomètres et pendules sortant du concours annuel », 23 mai 1905, *Recueil des Lois*, AEN. Un arrêté du Conseil d'État est pris le 17 novembre 1905 autorisant à titre provisoire l'Observatoire à délivrer des bulletins de marche malgré l'absence de salle pour les pendules : « Arrêté concernant l'observation des pendules de précision à l'Observatoire cantonal », 17 novembre 1905, *Recueil des Lois*, AEN.

[1379] « Séance du 10 mars 1910 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 73.

En sus de cette exigence, Charles Rosat met en avant l'intérêt de disposer d'un sismographe pour contrôler la régularité des instruments scientifiques de l'Observatoire, offrant ainsi une meilleure maîtrise de son environnement : « *L'installation d'un sismographe ne se justifie pas seulement pour l'observation des pendules, mais encore et surtout pour la vérification encore plus exacte des pendules de l'observatoire, principalement pendant les longues périodes de brouillard, sans détermination de l'heure. L'importance du service chronométrique et des concours actuels justifie cette installation. Elle existe à Besançon ; Neuchâtel ne peut faire autrement* »[1380].

La sismologie est donc intégrée non comme un domaine de recherche autonome, mais comme un outil de contrôle indispensable à la chaîne opératoire[1381]. Neuchâtel s'inscrit dans une dynamique partagée par d'autres observatoires, tels que Paris, où un service de sismologie est initié en 1906 avec une installation provisoire[1382], avant d'être relocalisé à la station du Parc-Saint-Maur en 1908. Conçu pour la première fois au Japon en 1893, un sismographe de John Milne (1850-1913) se diffuse dans divers pays, dont le Canada et la France[1383].

À Neuchâtel, Arndt propose en 1902, dans un rapport annuel, l'acquisition d'un sismographe[1384]. Le projet met néanmoins plusieurs années à se concrétiser. Le directeur profite de la construction du Pavillon Hirsch pour commander un sismographe, développé par Carl Maïnka (1873-1943) à Strasbourg[1385]. En octobre 1909, il indique vouloir un petit pendule conique bifilaire (*ein kleines bifilares Kegelpendel*), doté de deux composantes verticales[1386]. La précision est une priorité recherchée pour Arndt, qui insiste : « *Le pendule conique doit être un instrument de précision dans toutes ses parties et l'assemblage du*

[1380] « Séance du 10 mars 1910 », *PVCOC 1901-…*, AEN, 1EP-352, p. 74.

[1381] Pour une introduction à l'histoire de la sismologie, voir : Poirier Jean-Paul, « Histoire de la sismologie », *Travaux du Comité français d'histoire de la géologie*, tome 22, 3, 2008, pp. 27-35.

[1382] « Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris pour l'année 1908 », Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, 1909, pp. 7-8.

[1383] Sur les sismographes de John Milne : Rogers Gary, « The history of earthquake studies in British Columbia: from Indian legend to satellite technology », *Pioneering Geology in the Canadian Cordillera*, B. C. Geological Survey Branch, Open File, 19, 1992, pp. 41-45, pp. 41-45 ; Herbert-Gustar Leslie et Nott Patrick, *John Milne, Father of Modern Seismology,* Tenterden, Paul Norbury, 1980.

[1384] RD 1902, p. 9.

[1385] Sur les développements de la sismologie par Maïnka, voir : Maïnka Carl, « Eine neue seismische Untersuchungsplatte », Veröffentlichungen des Zentralbureaus der internationalen seismologischen Assoziation, Strasbourg, 1909 ; Maïnka Carl, « Das bifilare Kegelpendel. (Instrument für die Aufzeichnung von Erdbeben) », *Naturwissenschaften*, 1, 36, 1913, pp. 866-867.

[1386] Lettre de Louis Arndt à Carl Maïnka, 13 octobre 1909, OBSE-102-4-15, pp. 240-241. Nous disposons uniquement de la correspondance envoyée par Anrdt à Maïnka et pas des réponses de celui-ci.

mécanisme doit être impeccable. »[1387] Conscient des contraintes imposées par un personnel limité, Arndt prévoit également un système automatisé pour remonter le poids-moteur, afin de réduire les interventions humaines : « *Si, à une vitesse de 33 mm par minute, il est nécessaire de remonter deux fois le poids moteur* [par jour]*, pourrait-on utiliser, pour le remonter en général, un petit moteur électrique qui pourrait être placé à l'endroit où se trouve la personne qui remonte le poids à la main et qui se mettrait automatiquement en marche dès que le poids serait arrivé en bas à un endroit déterminé et qui s'arrêterait dès que le poids serait remonté ?* » [1388]

Le 12 novembre 1909, Arndt rappelle au conseiller d'État radical Édouard Quartier-la-Tente le règlement de 1905 sur l'observation des chronomètres, en particulier son article 33 stipulant : « *Les dispositions du chapitre II* [du règlement] *concernant les pendules n'entreront en vigueur que lorsque la salle spéciale d'observation aura été installée.* »[1389] Pour répondre à cette exigence, il souligne l'importance de pouvoir détecter les mouvements du sol par l'acquisition de « *l'appareil qui nous renseigne sur les vibrations et les secousses subites de l'écorce terrestre* [à savoir] *le sismographe* »[1390]. Convaincu, Quartier-la-Tente obtient l'aval du Conseil d'État pour accéder à la requête du directeur[1391]. Pour sa conception, Maïnka collabore avec Joseph (1859-1929) et Albert Bosch (1864-1924), fondateurs de la société strasbourgeoise J. & A. Bosch, spécialisée en mécanique de précision[1392]. En janvier 1910, Arndt sollicite un devis pour la fabrication d'un pendule bifilaire avec moteur électrique et profite de son voyage d'inspection du triple réfracteur Zeiss pour s'arrêter à Strasbourg[1393]. Il y examine la commande, notant dans son rapport : « *Parti le 6 septembre* [1910]*, je m'arrêtais à Strassbourg* [sic] *pour visiter d'abord les ateliers du constructeur de l'appareil sismique destiné à l'Observatoire de Neuchâtel.* »[1394]

[1387] Lettre de Louis Arndt à Carl Maïnka, 26 octobre 1909, OBSE-102-4-15, p. 248.

[1388] Lettre de Louis Arndt à Carl Maïnka, 26 octobre 1909, BPUN, OBSE-102-4-15, p. 248.

[1389] Mentionnée dans : Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 12 novembre 1909, BPUN, OBSE-102-4-15, pp. 260-262, pp. 260-261.

[1390] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 12 novembre 1909, BPUN, OBSE-102-4-15, pp. 260-262, p. 261.

[1391] Lettre d'Édouard Quartier-la-Tente à Louis Arndt, 29 juin 1910, BPUN, OBSE-102-3.48-10.

[1392] Pour un aperçu des produits développés par l'entreprise J. & A. Bosch, voir ses catalogues publiés en trois langues, notamment le n° 22 consacré à la sismographie : J. & A. Bosch, « Catalogue 22 : instruments sismographiques », Strasbourg, 1910.

[1393] Lettre de Louis Arndt à J. & A. Bosch, 25 janvier 1910, BPUN, OBSE-102-4-15, p. 307.

[1394] « Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur son voyage d'étude à quelques observatoires d'Allemagne et sur sa visite à Iéna pour l'examen de la nouvelle lunette photographique. Du 6 septembre au 6 octobre 1910 », 9 mars 1911, AEN, 1IND-342, pp. 19-11, p. 2.

En juillet 1911, Arndt exprime sa satisfaction quant à l'installation du sismographe Maïnka dans le sous-sol du pavillon Hirsch et aux premiers résultats obtenus :

« *Au mois de juillet, nous avons procédé au montage du sismographe que la maison Bosch, à Strasbourg, a construit pour l'Observatoire. C'est un pendule conique, à suspension bifilaire, système Maïnka, que nous avons choisi pour l'enregistrement des secousses sismiques. Le Dr Maïnka lui-même est venu pour l'installation de cet appareil. L'idée de l'acquisition d'un sismographe pour notre établissement cantonal date de l'année 1903 lorsqu'il s'agissait d'établir un règlement pour l'observation des pendules de haute précision, déposées à l'Observatoire par des fabricants de notre canton. Nous nous étions proposés, en outre, d'étudier de plus près les marches de nos horloges astronomiques, qui montrent de temps en temps des changements de marche inexplicables. Afin de savoir si, et dans quelle mesure, les trépidations du sol, produites par des tremblements de terre plus ou moins sensibles, influencent les marches des pendules, l'installation d'un appareil sismographique nous a paru nécessaire. Le sismographe nous donne les deux composantes horizontales nord-sud et est-ouest ; nous espérons pouvoir compléter la station dans un avenir pas trop lointain par l'acquisition d'un appareil enregistrant la composante verticale.* »[1395]

Arndt prévoit une salle suffisamment vaste pour agrandir la station sismologique par la suite : « *Le local sera, en outre, assez grand pour permettre un développement futur de ce service.* »[1396] Le sismographe Maïnka est relié à la pendule Kutter, adaptée pour fournir une référence temporelle nécessaire à l'inscription des séismes : « *La pendule Kutter sera munie d'un contact pour enregistrer les heures et les minutes sur le papier du sismographe.* »[1397]. Une précision relative à la minute près suffit ici, ce qui explique l'usage d'une pendule jugée inadéquate pour d'autres parties de la chaîne opératoire.

*****

La deuxième chaîne opératoire marque un renouveau quasi complet de l'instrumentation, transformée sur les plans matériel, organisationnel et méthodologique par son deuxième directeur. Le cercle méridien demeure central, enrichi par un micromètre impersonnel et un système motorisé pour

[1395] RD 1911, pp. 8-9.
[1396] Lettre de Louis Arndt à Auguste Pettavel, 13 juin 1910, BPUN, OBSE-102-4-15, pp. 394-395.
[1397] RD 1910, p. 10.

suivre automatiquement le passage des astres. Ces innovations réduisent l'influence directe de l'astronome et inscrivent la chaîne dans une culture de précision bureaucratique. La rationalisation des espaces s'accompagne d'une hiérarchisation des instruments scientifiques, adaptés aux exigences de précision spécifiques.

L'analyse des fournisseurs révèle une évolution géographique. Si le cercle méridien est désormais produit en Suisse, les pendules fondamentales deviennent plus difficiles à acquérir localement, illustrant l'absence d'un secteur horloger tourné vers la très haute précision, même après l'héritage de Hipp permettant de constater que la présence de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel n'a pas véritablement suscité la constitution d'entreprises horlogères tournées vers ces domaines.

Enfin, la chaîne opératoire reflète une redistribution des expertises entre un plus grand nombre d'acteurs : politiques, industriels, métrologistes, architectes. L'astronome-fonctionnaire n'est plus le seul maître d'œuvre, et la relation entre fabricant et scientifique s'amenuise, affectant l'utilisation et la conception des instruments, ce qui ne demeurera pas sans conséquence sur l'utilisation de la deuxième chaîne opératoire.

Chapitre 8

Un observatoire bureaucratico-scientifique

« Après ces paroles ; Gilgamesh prend le chemin du Soleil.
Au bout d'une double heure ; L'obscurité est totale.
Il n'y a aucune lumière ; Il ne peut voir ni ce qui est devant lui
Ni ce qui est derrière lui ; Au bout de deux doubles heures
Puis de quatre doubles heures ; L'obscurité est totale
Il n'y a aucune lumière ; Il ne peut voir ni devant ni derrière lui.
Il marche cinq doubles heures ; Six, sept et huit doubles heures.
L'obscurité est totale ; Il n'y a aucune lumière
Il ne peut voir ni ce qui est devant lui ; Ni ce qui est derrière lui.
Au bout de neuf doubles heures ; Il sent le vent du Nord
Frapper son visage ; Mais l'obscurité est encore épaisse
Il ne peut voir ni ce qui est devant lui ; Ni ce qui est derrière lui.
Alors il marche dix doubles heures, l'aube commence ; À douze heures, le Soleil règne. »

Abed Azrié, *L'Épopée de Gilgamesh*, Paris, Berg International, 2001 [1979], 82-83.

L'Épopée de Gilgamesh, marquée par le cycle des heures et du Soleil, rappelle le quotidien cadencé de l'Observatoire. Après plus de soixante années d'activités routinières, malgré l'ajout d'une section astrophysique et le renouvellement de la chaîne opératoire, les années 1920-1930 inaugurent une période de crise. Ces bouleversements mettent en question les pratiques établies, la chaîne opératoire, la production scientifique, et jusqu'à l'existence même de l'institution. Les relations entre l'Observatoire, l'État, et l'industrie horlogère se redéfinissent, mettant en difficulté un directeur vieillissant, incapable de répondre aux impératifs d'une culture de la précision de plus en plus bureaucratisée.

Ces tensions s'inscrivent dans un contexte économique difficile pour le canton, toujours plus dépendant d'une industrie horlogère sujette à des crises cycliques[1398]. Après les années de développement durant la Première Guerre mondiale, l'horlogerie connaît dès 1921 une crise de surproduction née de l'arrêt des commandes d'équipements militaires et d'un protectionnisme international croissant[1399]. En réponse, l'industrie horlogère se regroupe pour contrôler la production et les prix, amorçant un processus de cartellisation encouragé par un État interventionniste[1400]. La Chambre suisse d'horlogerie (CSH) pilote cette stratégie, donnant naissance à des regroupements comme la Fédération suisse des associations de fabricants d'horlogerie (FH) en 1924, Ébauches SA en 1926, et l'Union des branches annexes

[1398] Sur les crises horlogères, voir : Schaller François, « Les crises horlogères, y a-t-il une spécificité ? », Cardinal Catherine, Jéquier François, Barrelet Jean-Marc et Beynier André (éd.), *L'Homme et le temps en Suisse 1291-1991*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1991, pp. 273-278.

[1399] Sur ce contexte, voir : Garufo Francesco, *L'Emploi du temps*, Lausanne, Antipodes, 2015, pp. 32-33 ; Garufo Francesco, « Abondances et disettes », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 247-255 ; Koller Christophe, « De l'industrialisme à l'étatisme… », pp. 50-58 ; Henry Philippe, *La Mémoire de la Révolution neuchâteloise de 1848. Du cinquantenaire au centenaire (1898-1948)*, Hauterive, Gilles Attinger, 1997, p. 68. Sur la production horlogère durant la Première Guerre mondiale, voir : Donzé Pierre-Yves, *Histoire de l'industrie horlogère…*, p. 97 ; Pasquier Hélène, « Uhren, Kompasse und elektrische Zähler. Longines und der Erste Weltkrieg », Rossfeld Roman et Straumann Tobias (Hrsg.), *Schweizer Unternehmen im Ersten Weltkrieg*, Zurich, Chronos, 2007.

[1400] Sur le cartel horloger : Garufo Francesco, *L'Emploi du temps*…, pp. 42-50 ; Boillat Johann, *Les Véritables Maîtres du temps. Le cartel horloger suisse (1919-1941)*, Neuchâtel, Alphil, 2013 ; Garufo Francesco, « Abondances et disettes… », pp. 247-250. Sur la cartellisation helvétique : Müller Margrit, Schmidt Heinrich et Tissot Laurent (Hrsg.), *Regulierte Märkte: Zünfte und Kartelle* [Marchés régulés : corporations et cartels], Zurich, Chronos, 2011 ; Cortat Alain (éd.), *Contribution à une histoire des cartels en Suisse*, Neuchâtel, Alphil, 2010. Sur l'interventionnisme étatique en faveur de l'horlogerie durant cette période : Perrenoud Marc, « Crises horlogères et interventions étatiques : le cas de la Banque cantonale neuchâteloise pendant l'entre-deux-guerres », Cassis Youssef et Tanner Jakob (Hrsg.), *Banken und Kredi in der Schweiz* [Banques et crédit en Suisse (1850-1930)], Zurich, Chronos, 1993, pp. 209-240.

de l'horlogerie (UBAH) en 1927[1401]. Pour l'Observatoire, cette évolution entraîne un rapport de force renouvelé avec une industrie horlogère mieux structurée, et capable de défendre ses intérêts[1402]. Dès les années 1920, des représentants horlogers participent à certaines réunions de la commission de l'Observatoire, symbolisant leur influence croissante[1403]. Dans ce contexte, les performances de l'institution sont scrutées avec attention, les bulletins de marche et les concours chronométriques revêtant une fonction essentiellement promotionnelle pour le secteur horloger[1404].

Ce constat de crise s'inscrit dans la situation particulière de l'Observatoire de Neuchâtel. Si le legs d'Adolphe Hirsch et la modernisation de la chaîne opératoire laissent présager un avenir prometteur, ces transformations plongent l'institution dans une période troublée. L'Observatoire ne parvient pas à satisfaire les attentes des sphères politiques et économiques, révélant ainsi l'écart entre ses activités quotidiennes et les objectifs bureaucratico-scientifiques qui lui sont assignés. L'acquisition de nouveaux instruments s'accompagne d'une pression accrue pour produire davantage de résultats scientifiques, les autorités politiques exigeant une justification claire des investissements consentis. Cette situation marque une intensification du contrôle exercé par l'État et l'industrie, précipitant le basculement de l'Observatoire dans une culture de la précision bureaucratico-scientifique.

[1401] Sur la Chambre suisse d'horlogerie : Anonyme, « La Suisse horlogère. Le 75e anniversaire de la Chambre suisse de l'horlogerie 1876-1951 », *La Suisse horlogère*, 66, 1951, numéro spécial 26, pp. 365-408. Sur la FH : Pellaton Jean, *Vingt-cinquième anniversaire de la Fédération suisse des associations de fabricants d'horlogerie, FH, 1924-1949*, Le Locle, FH, 1949 ; Fédération horlogère suisse, *Origine et structure de l'horlogerie suisse : les organisations horlogères, la Fédération horlogère suisse,* Bienne, FH, 1961. Sur Ébauches SA : Coulon Philippe de, *Les Ébauches : deux siècles d'histoire horlogère. Ouvrage publié à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire d'Ébauches SA*, Neuchâtel, s.n., 1951. Sur l'UBAH : Union des associations de fabricants de pièces détachées horlogères, *UBAH, 1927-1977,* La Chaux-de-Fonds, UBAH, 1977 ; Wyss Jean-Jacques, *La Création de l'Union des branches annexes de l'horlogerie (UBAH) et les vingt premières années de son existence, 1927-1947,* La Chaux-de-Fonds, Arts graphiques Haefeli, s.d.

[1402] Signalons que si la cartellisation est un phénomène important, des dissidences demeurent : Boillat Johann et Noyer Frédéric, « La cartellisation de l'horlogerie suisse (1928-1931), un mécanisme de production d'inégalités ? », David Thomas, Groebner Valentin, Schaufelbuehl Marina Janick et Studer Brigitte (Hrsg.), *Die Produktion von Ungleichheiten.* [La production des inégalités], Zurich, Chronos, 2010, pp. 195-204 ; Boillat Johann, « Contrôler la dissidence : naissance et évolution du cartel horloger suisse (1931-1941) », Müller Margrit, Schmidt Heinrich et Tissot Laurent (Hrsg.), *Regulierte Märkte: Zünfte und Kartelle* [Marchés régulés : Corporations et cartels], Zurich, Chronos, 2011, pp. 247-260.

[1403] La première séance avec les fabricants et les régleurs se tient le 5 février 1923 : « Séance du 5 février 1923, PVCOC, AEN, 1EP-352, p. 25 *sq*. Sur l'ajout du terme « chronométrique », voir : Article 20 du « Règlement général pour le service de l'Observatoire cantonal », 28 juin 1901, AEN, 1TP-792.

[1404] Voir le catalogue d'exposition du MIH sur la publicité horlogère : Bernasconi Gianenrico et Huguenin Régis (éd.), *L'Heure pour tous, une montre pour chacun : un siècle de publicité horlogère*, Neuchâtel, Alphil, 2019 ; Koller Christophe, « De l'industrialisme à l'étatisme… », pp. 49-50.

Pour analyser cette période, on note un changement dans les sources disponibles. La correspondance des directeurs cesse en 1921, et bien que des documents isolés subsistent, ils ne forment plus un corpus suivi et cohérent[1405]. Les procès-verbaux de la commission de l'Observatoire deviennent alors une source essentielle pour comprendre les tensions entre Louis Arndt et les commissaires[1406]. Ces discussions internes, rarement rendues publiques, jouent un rôle clé dans la gestion des relations entre l'institution, les pouvoirs publics et l'industrie horlogère, tout en préservant l'image de l'établissement.

Ce chapitre est divisé en trois parties qui explorent les dynamiques de bureaucratisation et les résistances qu'elles suscitent. La première examine les transformations de l'organisation du travail et le statut du personnel, aligné de plus en plus sur celui de fonctionnariat d'État. La deuxième partie analyse l'impact de ces changements sur la chaîne opératoire, désormais soumise à des critères de précision bureaucratico-scientifiques. Enfin, la troisième partie étudie l'évolution des attentes en matière de production scientifique et leurs répercussions sur le fonctionnement de l'institution.

8.1 Une organisation bureaucratique du travail

Les investissements réalisés au XX^e^ siècle semblent avoir placé l'Observatoire dans une position favorable pour poursuivre et étendre ses activités. Pourtant, dès les années 1920, des critiques émergent, remettant en cause les pratiques de l'établissement dans un contexte de bureaucratisation croissante. Par bureaucratisation, on entend ici une gestion de l'activité de l'Observatoire qui repose davantage sur des règlements et des procédures administratives que sur des considérations purement scientifiques. La culture de la précision évolue alors : il ne s'agit plus uniquement d'améliorer la qualité des données produites, mais de respecter des cadres définis pour atteindre les objectifs fixés. Rationalisation, rendement et productivité deviennent les principes directeurs de cette période. Cependant, cette évolution mérite d'être nuancée. Le passage d'une culture avant tout scientifique à une culture davantage bureaucratico-scientifique s'inscrit dans un processus évolutif et complexe, mêlant changements et continuités. Pour étudier ce phénomène, nous examinerons les transformations organisationnelles de l'Observatoire,

[1405] Notamment une partie de la correspondance de Louis Arndt conservée à la BPUN dans les fonds OBSE-102.3.1-3.

[1406] Ces fonds sont conservés aux AEN, cotes 1EP-352 et 1EP-353.

en portant une attention particulière à l'introduction d'un poste d'assistant et à l'évolution du statut des employés de l'État.

8.1.1 Fonctionnariat d'État

Bien que les membres du personnel aient dès l'origine appartenu à un service de l'État et soient donc fonctionnaires de facto, ce statut s'affirme davantage au début du XX^e siècle. De cette évolution découle un changement des conditions de travail. Le terme de fonctionnaire est ici employé dans un sens large, désignant une personne occupant un poste dans l'administration publique et chargée d'une mission bien définie[1407].

L'élargissement des activités de l'institution, notamment avec l'arrivée du triple réfracteur Zeiss, du sismographe Maïnka, et les modifications de la chaîne opératoire imposent une réorganisation du travail à l'Observatoire. Cette évolution souligne les tensions internes d'une institution modeste, historiquement centrée sur l'astronomie pratique, la mesure du temps et le contrôle des chronomètres, désormais invitée à intégrer une dimension astrophysique. Louis Arndt, dès 1909, évoque les limites de son établissement :

« *Réduit au strict nécessaire pour assurer la régularité du service, le personnel de l'Observatoire n'a pas, il est vrai, pu aborder les grandes questions que l'astronomie pose à ses adeptes, mais il n'a pas manqué de fournir à la science des petites contributions que les loisirs et l'outillage instrumental de l'établissement permettaient de faire. La nécessité et le désir de rester constamment au courant des progrès de la science, à laquelle nous nous sommes voués, créent des occupations qui absorbent déjà une bonne partie du temps que laissent les travaux obligatoires. La productivité scientifique ne peut, dans ces circonstances, marcher à grands pas.* »[1408]

En 1911, face à l'expansion des missions, la commission de l'Observatoire cherche des solutions pour adapter la répartition des tâches. Auguste Pettavel, conseiller d'État chargé de l'industrie, suggère « *de créer un poste de directeur*

[1407] Sur les fonctionnaires en astronomie : Lamy Jérôme, *L'Observatoire de Toulouse…*, pp. 319-333. Dans son étude sur l'astronomie française entre 1900 et 1940, Arnaud Saint-Martin déploie la terminologie de fonctionnaire-savant pour évoquer les astronomes au service de la nation : Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*…, p. 318.
[1408] RD 1909, p. 4.

adjoint en raison de l'extension des services de l'Observatoire »[1409], afin de tenir compte de la division instaurée en 1901 entre la section chronométrique et astronomique[1410]. Cependant, cette idée est vigoureusement rejetée par Louis Arndt, qui préfère recruter un assistant subalterne : « *Arndt demande que la commission le charge de faire des propositions en vue d'organiser les nouveaux services concernant spécialement l'astronomie ; il faudra sans doute un nouvel employé, et M. Arndt pense qu'un assistant, dans la personne d'un instituteur, suffira.* »[1411] Arndt favorise une structure hiérarchique nette, privilégiant un soutien opérationnel plutôt qu'un collaborateur dont le statut se rapprocherait du sien. Le 5 octobre 1912, cette position prévaut : « *Sur le désir de M. le Dr Arndt, on adopte l'idée de la création d'un poste d'assistant. Le Directeur de l'Observatoire peut utiliser les services de M. Parel, instituteur, jusqu'au moment où l'organisation nouvelle des employés de l'Observatoire aura été discutée et adoptée par la commission.* »[1412]

Après six mois d'essais de cette configuration, Pettavel insiste à nouveau sur « *la nécessité de procéder à la nomination d'un troisième fonctionnaire, possédant les mêmes aptitudes que ses collègues* »[1413]. Il considère qu'il doit être possible « *pour les fonctionnaires de l'Observatoire de se suppléer dans tous les travaux qui leur incombent* »[1414] et estime que « *le seul moyen d'atteindre à ce résultat désirable réside dans la nomination d'un deuxième astronome adjoint* »[1415]. L'emploi du terme de « fonctionnaires de l'Observatoire » illustre clairement une vision bureaucratique de l'organisation du travail. Pettavel cherche à uniformiser le corps des astronomes-fonctionnaires pour garantir l'interchangeabilité des rôles au sein de l'institution[1416]. Cependant, Arndt s'y oppose, soulignant son besoin

[1409] « Séance du 13 avril 1911 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 89.
[1410] Article 1 du « Règlement général pour le service de l'Observatoire cantonal », 28 juin 1901, AEN, 1EP-352.
[1411] « Séance du 13 avril 1911 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 89-90.
[1412] « Séance du 5 octobre 1912 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 103. Charles Parel est nommé provisoirement le 15 octobre 1912 : « Séance du 6 mars 1913 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 105. Lettre d'Édouard Quartier-la-Tente à Louis Arndt, 8 octobre 1912, BPUN, OBSE-102-3.48-12. L'arrêté du Conseil d'État nomme Parel jusqu'au 15 octobre 1913 : Lettre d'Édouard Quartier-la-Tente à Louis Arndt, 15 octobre 1912, BPUN, OBSE-102-3.48-12.
[1413] « Séance du 6 mars 1913 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 106.
[1414] « Séance du 6 mars 1913 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 106.
[1415] « Séance du 6 mars 1913 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 106.
[1416] Sur cette uniformisation : Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*…, p. 228. Ce mouvement d'homogénéisation a aussi été constaté par Jérôme Lamy dans le cas de l'astronomie française sous la Troisième République : Lamy Jérôme, *L'Observatoire de Toulouse*…, p. 319 *sq.*

de déléguer les tâches ne requérant pas de qualifications spécifiques afin de se concentrer sur les aspects scientifiques :

« [Arndt] *demeure quant à lui persuadé qu'il est possible d'arriver au résultat voulu par la prise en considération de sa demande. Un assistant est nécessaire vu le surcroît d'occupation du directeur et suffirait pour le décharger de certains menus travaux, tels que calculs d'ordre élémentaire, contrôle des bulletins de marche, obligation de répondre au téléphone, de recevoir les déposants, etc. Évidemment, il ne saurait être question pour lui de faire des observations astronomiques qui sont de la compétence du directeur.* »[1417]

Cette volonté de maintenir une hiérarchie stricte, héritée de la période Hirsch, et de refuser l'interchangeabilité des employés interchangeables peut être interprétée comme une forme de résistance à la bureaucratisation, permettant au directeur de conserver un contrôle direct sur la gestion de l'Observatoire. Sous Hirsch, le directeur exerçait une autorité étendue sur le personnel et les activités, une logique disciplinaire qu'Arndt semble vouloir perpétuer. Cette position s'oppose à celle de Pettavel, qui défend un ethos du service public favorisant la polyvalence des fonctionnaires[1418]. Le 6 mars 1913, Pettavel persiste et demande des informations complémentaires pour étayer son point de vue :

« [Il] *déclare s'être placé à un point de vue objectif et général en s'exprimant sur la question dont il s'agit comme il a cru devoir le faire, il y a un instant. S'il conserve sa manière de voir à ce sujet, ce n'est pas pour s'opposer systématiquement aux propositions de M. Arndt. Il est plutôt disposé à s'y rallier, mais, en tout état de cause, il lui paraît nécessaire, en vue de la décision à prendre, que ce dernier veuille bien présenter à la commission un rapport préalable sur l'organisation et la répartition du travail à l'observatoire.* »[1419]

Le 18 novembre 1913, sans que l'examen demandé par Pettavel ne soit retrouvé dans les archives, le rapport du Conseil d'État entérine la proposition

[1417] « Séance du 6 mars 1913 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 106.
[1418] Sur l'astronomie au service de l'État, voir : Lamy Jérôme, « Des sciences par et pour le gouvernement… » ; Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*… Sur la logique universelle qui sous-tend à l'ethos du service de l'État et l'objectivation du personnel : Laurens Sylvain et Serre Delphine, « Des agents de l'État interchangeables ? L'ajustement dispositionnel des agents au cœur de l'action publique », *Politix*, 3, 2016, pp. 155-177.
[1419] « Séance du 6 mars 1913 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 107.

d'Arndt en soumettant au législatif la création d'un poste d'assistant[1420]. Ce poste est financé par les intérêts du reliquat du testament Hirsch, qui s'élève à 85 000 francs à la fin 1912[1421]. Ainsi, aucun développement dans le secteur de l'astrophysique n'est pris en charge par l'État, lequel profite même de l'héritage, puisque, en 1917, le montant restant est directement intégré à sa fortune[1422].

Le 4 novembre 1913, la nomination de Parel est confirmée sur recommandation de Louis Arndt, qui met en avant les compétences et les qualités de l'assistant :

« *M. Parel s'est initié graduellement aux travaux de l'Observatoire, sans être arrivé toutefois à un degré de préparation qui lui permette de faire des observations astronomiques pour la détermination de l'heure. Pendant le récent congé de M. Stroele, il a été appelé à s'occuper du service des observations chronométriques. D'autre part, il a dû remplacer aussi M. Studer, et, dans ces diverses fonctions, s'est montré à la hauteur sa tâche. Depuis son entrée à l'Observatoire, il s'est d'une manière générale conformé aux prescriptions qu'il devait observer et a rempli les 8 heures journalières qu'il doit à l'établissement. À ce propos, M. Arndt constate qu'il est devenu indispensable que les astrictions respectives des employés de l'observatoire soient exactement déterminées, jusque dans leurs moindres détails, par un règlement du service intérieur.* »[1423]

Aux yeux d'Arndt, il est crucial de définir avec précision les « moindres détails » des tâches des employés afin qu'ils accomplissent les 8 heures de travail quotidien qu'ils « doivent » à l'établissement. Ce propos met aussi en exergue que la détermination de l'heure repose majoritairement sur le directeur

[1420] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant création d'un poste d'assistant à l'Observatoire cantonal », séance du 18 novembre 1913, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 79, 1913, pp. 175-179. « Décret n° 21 autorisant la création d'un poste d'assistant à l'Observatoire cantonal », du 18 novembre 1913, promulgué le 29 janvier 1914, *Recueil officiel des lois*, Neuchâtel, Seiler, 16, 1916, pp. 143-144.

[1421] « Séance du 5 octobre 1912 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 103. Ce mécanisme est prévu à l'article premier du décret autorisant la création d'un poste d'assistant à l'Observatoire. Au 31 décembre 1914, l'actif de la succession Hirsch atteint un peu plus de 86 000 francs, générant un intérêt annuel estimé à 3 000 francs, montant correspondant au salaire maximum envisageable pour l'assistant. Il est alors décidé de réserver cette somme : « Séance du 8 avril 1915 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 124-125.

[1422] Sur l'incorporation du montant à la fortune de l'État en 1917 : « Réunion du mercredi 9 mars 1932, *PVCOC* 1927-1934, AEN, 1EP-352, p. 174.

[1423] « Séance du 4 novembre 1913 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 111.

lui-même, qui, contrairement à Hirsch, ne s'entoure pas de collaborateurs en mesure de le remplacer pour ce service.

En 1915, Arndt envisage de formaliser un règlement de travail établissant la séparation des activités de l'Observatoire en deux sections, comme prévu en 1901 : « 1. La section scientifique et 2. La section chronométrique. »[1424] Cependant, le 8 avril 1916, Arndt semble hésiter à concrétiser cette initiative : « [Arndt] *en est venu à se demander si une répartition bien déterminée du travail incombant, entre autres à l'aide-astronome et à l'assistant, sera un moyen efficace d'obtenir de ces derniers qu'ils fassent preuve d'intérêt pour l'établissement, et si, à un moment de surcroît de travail, par exemple, ils ne se prévaudraient pas du cahier des charges pour s'en tenir à la lettre de ce dernier et ne rien faire qui n'y ait été strictement prévu* »[1425].

Cet atermoiement reflète probablement les tensions entre le directeur et les collaborateurs. Il peut également être interprété comme une tentative tardive du directeur pour affirmer son contrôle sur l'activité scientifique. La commission de l'Observatoire refuse ce revirement du directeur et impose la mise en place du règlement, demandant au directeur d'informer ses employés que tout manquement les conduira à comparaître devant elle[1426]. Dès lors, la supervision de l'activité de l'Observatoire passe de la responsabilité exclusive du directeur à celle de la commission. Les missions des employés, définies administrativement, doivent être exécutées au sein de cette nouvelle structure. En cas de désobéissance, le directeur avertit la commission, qui gère les sanctions disciplinaires. Ce changement illustre une redistribution des rôles, avec une commission aux attributions croissantes et un directeur cantonné à l'application des décisions de celle-ci.

Le 22 mai 1916, un règlement établissant les conditions de travail à l'Observatoire est adopté, concrétisant la réforme cantonale de la fonction publique de 1911[1427]. Ce texte instaure une égalité entre fonctionnaires, fixe le temps de travail à 8 heures par jour et établit des horaires standards de 8 h à 12 h et de 14 h à 18 h[1428]. Bien que le directeur puisse ajuster ces horaires, notamment pour les observations nocturnes, il doit prévoir des

[1424] « Séance du 8 avril 1915 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 126.
[1425] « Séance du 8 avril 1915 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 129.
[1426] « Séance du 8 avril 1915 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 129.
[1427] « Règlement concernant le travail à l'Observatoire cantonal », 22 mai 1916, AEN, 1EP-352. « Règlement concernant le travail dans les bureaux de l'administration cantonale », 2 juin 1911, *Recueil officiel des lois*, Neuchâtel, Seiler, 14, 1912, pp. 270-273.
[1428] Article premier du « Règlement concernant le travail à l'Observatoire cantonal », 22 mai 1916, AEN, 1EP-352.

contreparties, comme un début de journée décalé. Cette formalisation suscite des interrogations, notamment du commissaire Alcide Marchand, qui s'interroge sur la rigidité de ces 8 heures. À cette interrogation, Édouard Quartier-La-Tente «*fait remarquer que c'est le temps normal de travail fixé pour les employés de l'État*»[1429]. Ce cadre tranche nettement avec la période Hirsch, où le directeur contrôlait librement les horaires et la disponibilité du personnel. Désormais, les dimanches et certains jours spéciaux deviennent fériés, améliorant les conditions des employés[1430]. Cependant, cette réduction du temps de travail n'est pas compensée par une augmentation des effectifs, l'assistant ayant été engagé spécifiquement pour le triple réfracteur, ce qui renforce la pression sur le fonctionnement de l'Observatoire. Ce nouveau cadre montre comment les exigences bureaucratiques réorganisent les pratiques scientifiques, les adaptant aux normes administratives.

Le règlement de 1916 clarifie les rôles au sein de l'Observatoire et entérine la distinction entre services pratiques et scientifiques. Le directeur est responsable des rapports, de la comptabilité, de la répartition des prix du concours chronométrique, du réglage du sismographe, de la gestion des ouvrages reçus, de la supervision générale, de la correspondance et des travaux scientifiques (art.8). L'astronome adjoint prend en charge le service de l'heure, le contrôle des chronomètres et pendules, la rédaction des bulletins de marche, l'organisation de la bibliothèque et l'utilisation occasionnelle du cercle méridien pour ses recherches (art.9). De son côté l'assistant «*prête son concours en toutes circonstances au Directeur*» (art. 10)[1431]. L'ajout du triple réfracteur modifie les priorités : la mesure du temps et l'usage du cercle méridien, désormais perçus comme des activités routinières, relèvent de la section pratique sous la responsabilité de l'astronome adjoint. Cette évolution reflète le déclin de l'astronomie de position au profit de l'astrophysique, qui gagne en prestige tout en modifiant les attentes à l'égard des observatoires, même si l'astronomie de position conserve une importance concrète et scientifique[1432].

[1429] «Séance de la commission à l'Observatoire, le mardi 4 novembre 1913», *PVCOC 1901-...*, AEN, 1EP-352, pp. 110-116, p. 112.

[1430] Les jours fériés sont évoqués à l'article 4 du règlement : 1er et 2 janvier, 1er mars, Vendredi-Saint, lundi de Pâques, l'Ascension et le jour de Noël en sus des après-midis du 24 et du 31 décembre et du jour de la rentrée scolaire.

[1431] Article dix du «Règlement concernant le travail à l'Observatoire cantonal», 22 mai 1916, AEN, 1EP-352, p. 5.

[1432] Sur ce point, voir : Devorkin David, «Astrophysics…».

8.1.2 Désordres internes

L'organisation définie par le règlement de 1916 montre rapidement ses limites. La surcharge occasionnée par les nouvelles missions, ainsi que les problèmes de santé de l'aide-astronome, contraint le reste du personnel à pallier les absences et empêche le bon fonctionnement de la répartition des tâches.

Dès les années 1910, Hermann Stroele s'absente fréquemment pour des raisons médicales, totalisant par exemple «*plus de cent jours, du 1er janvier 1912 au 1er mars 1913*»[1433], qui ne sont pas compensés. Par ailleurs, ses relations avec Louis Arndt se dégradent au point de devenir un sujet de discussion au Grand Conseil neuchâtelois. Lors des débats sur la création du poste d'assistant, le député socialiste Daniel Liniger critique vivement l'organisation du travail à l'Observatoire, ayant obtenu : «*Des renseignements précis au sujet des attributions du nouveau fonctionnaire et d'une manière générale sur la façon dont le travail est réparti à l'Observatoire cantonal. D'après ses renseignements, la situation est déplorable. On cherche à écarter un homme de valeur* [Stroele]*; on le relègue dans des fonctions subalternes qui pourraient être exercées par d'autres ; on lui refuse l'emploi d'instruments de précision*»[1434].

Les critiques se concentrent sur l'accès aux instruments scientifiques, reflétant un système hiérarchisé où l'instrument le plus prestigieux – le triple réfracteur – est réservé au directeur[1435]. Bien qu'aucune mesure concrète ne semble avoir été prise à la suite de ces critiques[1436], l'état de santé de l'astronome adjoint continue de se détériorer, révélant les contraintes physiques liées à la détermination de l'heure. Ses absences répétées culminent avec une interruption prolongée du 28 novembre 1919 jusqu'à son décès en mars 1921[1437]. Pendant cette période, l'Observatoire fonctionne avec un effectif réduit : un directeur, un assistant-enseignant de formation, et un concierge-mécanicien.

[1433] «Séance du 4 novembre 1913», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 112.

[1434] «Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant création d'un poste d'assistant à l'Observatoire cantonal», séance du 18 novembre 1913, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 79, 1913, pp. 175-179, p. 178.

[1435] «Règlement concernant le travail à l'Observatoire cantonal», 22 mai 1916, AEN, 1EP-352, p. 1.

[1436] Lettre d'Édouard Quartier-la-Tente à Louis Arndt, 18 novembre 1913, BPUN, OBSE-102-3.48-13.

[1437] L'état de Stroele est annoncé à la commission le 29 avril 1920 : «Séance du 29 avril 1920», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 146. Sur Stroele, voir : RD 1921, pp. 3-4, et Dittisheim Paul, «Nécrologie : Dr Hermann Stroele», *JSH*, 4, 1921, p. 117.

Parallèlement, l'assistant fait également l'objet de critiques, qui remontent à la commission de l'Observatoire en 1920. Considéré comme peu coopératif, il lui est reproché de n'être « *pas parvenu à se faire au travail qui lui incombe* » durant ses sept années de service[1438]. Face à ses reproches, il est convoqué immédiatement par la commission qui déplore les répercussions de ses insuffisances : « *Les instruments remarquables dont l'établissement dispose ne peuvent être utilisés d'une façon normale pour l'exécution de travaux spéciaux qui contribueraient à établir sa réputation, si le directeur pouvait s'y consacrer, tandis qu'il est obligé d'employer une notable partie de son temps pour s'occuper de travaux de second ordre, incombant aux autres fonctionnaires* »[1439].

L'employé-fonctionnaire est rappelé à l'ordre pour manquement à ses obligations, ne respectant pas le règlement et entravant le travail du directeur. Malgré cet avertissement, Parel ne parvient pas à satisfaire les attentes et est finalement renvoyé en 1922, symbolisant l'échec de l'organisation mise en place par Arndt[1440].

Après la mort de Stroele, l'Observatoire est à nouveau la cible de critiques, notamment lors des discussions budgétaires en 1923. Les socialistes, jusque-là silencieux par loyauté envers leur camarade Stroele, expriment désormais ouvertement leur mécontentement. Otto Graber déclare qu'« *il y a longtemps que nous entendons des récriminations sur l'Observatoire cantonal et son directeur. Mais nous avions un camarade en place et nous dûmes nous abstenir, pour ne pas le livrer à des représailles. Hermann Stroele n'est plus et nous pouvons parler* »[1441], signalant ainsi une contestation accrue envers le fonctionnement de l'institution et son directeur, dans un climat social tendu[1442].

Pour une partie du Grand Conseil, les dysfonctionnements sont attribués à la gestion d'Arndt, bien que cette critique soit partiellement injuste. L'accroissement des missions, les attentes grandissantes, un personnel insuffisant, la maladie de l'aide-astronome et le choix d'un instituteur en lieu et place d'un astronome, ce dernier aspect découlant clairement de la responsabilité et de l'entêtement d'Arndt, sont autant de facteurs qui

[1438] « Séance du 29 avril 1920 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 148.
[1439] « Séance du 29 avril 1920 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 149.
[1440] RD 1922, p. 15.
[1441] « Discussion du projet de budget pour 1923 (suite) », Séances du 20 et du 21 novembre 1922, *BOGC*, 88, 1922-1923, pp. 376-379 et pp. 394-396, p. 376.
[1442] Sur le mouvement ouvrier durant la Première Guerre mondiale et les années suivantes, voir : Vuilleumier Marc, « Le mouvement ouvrier en Suisse pendant et après la Première Guerre mondiale. Bilan historiographique », *Le Mouvement social*, 84, 1973, pp. 97-126.

compliquent la situation[1443]. À ce moment, la culture de la précision de l'Observatoire peut être qualifiée d'hybride. Des caractéristiques des deux cultures se trouvent à l'œuvre avec des attentes contradictoires.

8.2 Instruments et pratiques en crise

Les instruments demeurent au cœur de la culture de la précision bureaucratico-scientifique, mais l'introduction de nouvelles normes d'utilisation dans la chaîne opératoire transforme les pratiques. La crise institutionnelle affecte également les instruments, dont les performances et la productivité sont considérées comme insuffisantes au regard des exigences bureaucratiques. Ainsi, la transition vers une culture bureaucratico-scientifique redéfinit non seulement l'organisation du travail, mais aussi le fonctionnement de la chaîne opératoire de l'Observatoire.

8.2.1 Bureaucratisation de la détermination de l'heure

Au tournant du XX^e^ siècle, l'astronomie pratique voit son statut diminuer au sein des observatoires[1444], un phénomène également perceptible à Neuchâtel. Cette période marque une évolution de la pratique de la détermination de l'heure. D'une part, l'inscription des données sur le chronographe devient automatisée. D'autre part, les critères de précision se bureaucratisent : les observations, autrefois principalement motivées par des impératifs scientifiques, sont désormais encadrées par des directives administratives.

La transition entre les périodes Hirsch et Arndt peut être illustrée par un passage du rapport annuel de 1893-94 :

« *Nous avons eu, en 1893, 208 nuits claires, du moins partiellement, où il a été possible de faire une détermination complète de l'heure, ce qui* […] *représente le plus grand nombre de nuits d'observations que nous ayons jamais eu à*

[1443] L'organisation est partiellement adaptée au milieu des années 1920 avec la mise en place d'un poste d'aide-intérimaire à l'occasion du concours international de 1923 pour le centenaire de la mort d'Abraham Breguet (RD 1922, p. 16). Dès 1924, un poste de sténo-dactylographe est occupé par Marguerite Jacoby, puis Olga Schindler, mais le poste sera supprimé en octobre 1926 à la suite d'une nouvelle crise financière : « Séance du 11 juillet 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 66-67. Sur l'engagement de Jacoby : RD 1923, p. 9. Sur son remplacement par Olga Schindler, RD 1925, p. 19.

[1444] Aubin David, « The fading stars… », p. 100.

Neuchâtel […]. *Si l'on ajoute les passages du Soleil, également très nombreux (227 et 207), ainsi que les observations de la Lune et des planètes, on arrive au chiffre remarquable de 2 565 astres observés au méridien en 1893 et de 2 305 en 1894.* […] *Ainsi, le nombre des jours sans observations a été seulement de 93 j en 1893 et de 105 jours en 1894.* […] *L'intervalle moyen entre deux déterminations successives de l'heure s'est réduit dans ces deux années à 0 j 9 et 1 j 0 ; fréquence qu'il serait difficile de pousser plus loin.* »[1445]

Hirsch vise à maximiser les observations afin d'assurer « *la sûreté et la précision des déterminations de l'heure* ». Il s'efforce de réduire constamment l'intervalle entre deux observations, partant du principe qu'un plus grand nombre de données diminue l'erreur probable et améliore la précision. Chaque année, l'institution s'attache donc à accroître la quantité de mesures pour perfectionner la qualité de la donnée horaire.

En 1910, la pratique a radicalement changé. Arndt rapporte que « *pendant l'année écoulée, 50 déterminations complètes de l'heure ont été faites. L'intervalle entre deux déterminations était de 7 jours en moyenne. Les plus longs intervalles ont été de 18 jours au mois de février, de 15 jours au mois de mars et de 16 jours en avril-mai* »[1446]. Contrairement à l'approche de Hirsch, où l'intervalle moyen sans détermination était d'environ un jour, la période Arndt voit un rythme plus espacé, d'une semaine en moyenne. Aucun détail n'est donné sur la qualité des observations ou sur une volonté d'amélioration, la procédure étant considérée comme suffisante et ne nécessitant pas de justification. Ce passage du rapport de 1910, approuvé sans réserve par la commission[1447], témoigne de l'évolution des pratiques. Hirsch incarne une culture de la précision orientée vers des objectifs scientifiques, tandis qu'Arndt illustre la transition vers une logique bureaucratico-scientifique.

En 1916, le nouveau règlement, dont les effets sur l'organisation du travail ont été relevés, entérine une rupture en codifiant la procédure de détermination de l'heure[1448]. Les observations doivent désormais se réaliser « *au moins une fois tous les 4 ou 5 jours, si le temps le permet* »[1449]. Cette exigence remplace l'obligation d'effectuer des observations aussi souvent que « *l'état du ciel*

[1445] RD 1893-1894, pp. 19-21.
[1446] RD 1910, p. 13.
[1447] « Séance du jeudi 13 avril 1911 », *PVCOC 1901-...*, AEN, 1EP-352, pp. 85-90, p. 87.
[1448] « Règlement concernant le travail à l'Observatoire cantonal », 22 mai 1916, AEN, 1EP-352.
[1449] « Règlement concernant le travail à l'Observatoire cantonal », 22 mai 1916, AEN, 1EP-352, p. 4.

le permet», comme le prescrivait le règlement de 1861[1450]. La mesure du passage du Soleil, auparavant utilisée comme opération de rattrapage, disparaît également[1451]. Cette suppression conjuguée à des horaires de travail limités à midi pour les employés, y compris l'astronome adjoint chargé du service horaire, suggère que cette pratique n'est plus en usage pour l'obtention de la donnée horaire.

La détermination de l'heure est désormais perçue comme une opération routinière, effectuée par des instruments standardisés, requérant moins de compétences spécialisées et sans la supervision constante de l'astronome en chef. Cette modification reflète une remise en question de la place et du rôle de l'astronomie méridienne, conséquence directe du développement de l'astrophysique à l'Observatoire[1452]. Les observations doivent être menées selon un rythme réglementé, avec entre septante et nonante déterminations de l'heure par an. Ce contrôle administratif ne se limite pas à la fréquence des observations. Par exemple, le règlement stipule également que la collimation du cercle méridien doit être vérifiée au moins une fois par mois[1453].

À partir de l'introduction du règlement, la commission insiste sur son application rigoureuse, renforçant son rôle de supervision. Lors de la lecture du rapport annuel de 1916, Quartier-la-Tente manifeste «*quelque surprise d'apprendre* […] *que le nombre de déterminations de l'heure faites au moyen de la lunette méridienne, dans le courant de l'année écoulée, n'ait pas été supérieur à 42*»[1454]. Arndt justifie cette situation en expliquant :

«*Que ces déterminations auraient pu être plus fréquentes, bien qu'elles dépendant évidemment de l'état du ciel. Si elles ne l'ont pas été, c'est que l'aide-astronome, chargé par le règlement de service de procéder à ce travail, a été très souvent malade l'année dernière* […]. *Les arrivées tardives sont également trop nombreuses chez l'assistant malgré les observations qui lui sont faites, afin d'obtenir de sa part un peu plus de ponctualité. Preuve,*

[1450] «Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861», *Recueil des décrets*, Neuchâtel, p. 9, p. 56, pp. 223-227, p. 223.
[1451] Signalons toutefois que le cercle méridien SIP possède des filtres solaires lui permettant d'effectuer de telles observations.
[1452] Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*…, p. 83.
[1453] «Règlement concernant le travail à l'Observatoire cantonal», 22 mai 1916, AEN, 1EP-352, p. 4. La collimation est aussi appelée erreur de collimation, à savoir le défaut de perpendicularité du tube de l'instrument méridien par rapport à l'axe vertical.
[1454] Sur le nombre de détermination de l'heure, voir : RD 1916, p. 12. Pour les remarques de Quartier-la-Tente : «Séance du 19 avril 1917», *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 131-137, p. 131.

dit M. Arndt, que le règlement concernant le travail à l'Observatoire, en vigueur dès la fin du mois de mai 1916, n'a pas encore produit les résultats sur lesquels on aurait dû pouvoir compter. »[1455]

Confronté aux difficultés de produire les résultats attendus, Arndt rejette la responsabilité sur ses subalternes, accusés de ne pas respecter strictement les prescriptions réglementaires. L'autorité ne repose plus sur le directeur, mais sur un règlement ordonnateur de l'activité, doté d'un pouvoir performatif : il détermine le nombre d'observations astronomiques nécessaires et, par extension, la précision à atteindre. Ce transfert d'autorité reflète un changement épistémique majeur au sein de l'Observatoire.

Une mauvaise application du règlement menace toutefois de discréditer l'institution. Le 19 avril 1917, la commission exprime son inquiétude face aux « *réclamations des fabricants d'horlogerie* [qui] *démontrent qu'il y a des lacunes dans le service des déterminations de l'heure et de l'observation des chronomètres ; lacunes dont le fonctionnaire* [Stroele] *préposé à ce service est responsable* »[1456]. Il devient impératif de prévenir de tels risques. La précision, désormais normalisée, est placée sous la surveillance conjointe de la commission et des horlogers. Ce rapprochement entre État et industrie permet d'établir des standards précis que les praticiens-fonctionnaires de l'Observatoire doivent impérativement respecter dans le cadre de sa nouvelle organisation bureaucratico-scientifique.

8.2.2 L'objectivation de la mesure en défaut

Parallèlement aux évolutions liées à la mesure du temps, l'Observatoire intègre des accessoires à la chaîne opératoire de 1913 visant à automatiser l'observation astronomique[1457]. La mécanisation a pour objectif de standardiser les opérations et rendre les intervenants interchangeables, une solution adaptée aux contraintes d'une petite structure[1458]. L'introduction du micromètre impersonnel réduit la dépendance de la détermination de l'heure à l'observateur. En outre, cet appareil ambitionne d'améliorer la précision des mesures tout en compensant la baisse du nombre d'observations.

[1455] « Séance du 19 avril 1917 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, pp. 131-132.
[1456] « Séance du 19 avril 1917 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 132.
[1457] Voir le chapitre 7 sur ces aspects.
[1458] Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*…, p. 89.

Cependant, malgré l'optimisme affiché lors de la mise en service du nouveau cercle méridien, le micromètre impersonnel motorisé rencontre des difficultés de fonctionnement. Ces problèmes nécessitent plusieurs années d'ajustements, comme l'explique Arndt en 1920 :

« *Les enregistrements sur le chronographe des passages des étoiles se fait à la main au moyen d'un tastre, quoique l'instrument soit muni d'un micromètre système Repsold, permettant l'enregistrement automatique des dits passages. Nous avons fait quelques essais avec cette méthode d'enregistrement qui nous ont montré de petits défauts du mécanisme. Le mouvement de rotation de la vis micrométrique qui déplace le fil mobile n'est pas suffisamment uniforme ; dès que les contacts électriques, répartis sur le pourtour de la vis, viennent toucher les lamelles, un court arrêt se produit et fait perdre la bissection de l'étoile.* »[1459]

En 1921, le problème persiste : « *Le micromètre dit impersonnel, dont la lunette est munie, n'a pas encore été employé de crainte de détériorer les fils fixes par le mouvement du fil mobile.* »[1460] En 1924, la situation reste insatisfaisante, Arndt signalant que le cercle méridien SIP nécessite des réparations. Cette intervention est d'autant plus importante que l'instrument des passages de Bamberg, utilisé plus fréquemment que le cercle méridien pour la détermination de l'heure, doit être employé par Edmond Guyot dans le cadre de sa thèse de doctorat[1461].

Lors de ces travaux, le micromètre impersonnel est perfectionné, mais les résultats demeurent en deçà des attentes. En 1925, la SIP reprend le micromètre pour tenter de l'améliorer : « *Les essais furent immédiatement commencés ; mais ils furent fortement entravés par le mauvais temps. Nous avons, cependant, pu constater que l'entraînement du fil mobile, fait à la main, fonctionne bien, et que, par contre, l'entraînement automatique au moyen du moteur électrique, n'est pas encore au point, de même le relais intermédiaire entre les contacts du micromètre et le chronographe* »[1462].

En 1926, le directeur se félicite enfin des améliorations apportées, affirmant qu'il est désormais possible d'atteindre une précision moyenne de l'ordre du

[1459] RD 1920, pp. 6-7.
[1460] RD 1921, pp. 8-9.
[1461] « Réunion du vendredi 18 juillet 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 139.
[1462] RD 1924, p. 5.

millième de seconde, à condition de pratiquer un nombre suffisant de mesures, soit une dizaine dans ce cas :

« *Les observations au moyen de la lunette méridienne avaient pour but d'étudier à fond le fonctionnement du micromètre impersonnel, la détermination des équations personnelles des observateurs et la comparaison des résultats obtenus au moyen des deux instruments et des deux méthodes : entraînement du fil mobile à la main, et entraînement à l'aide d'un moteur électrique. Les résultats des observations sont très bons. Le micromètre de la lunette méridienne fonctionne bien maintenant et l'enregistrement automatique se fait sans accroc. À diverses reprises, nous avons obtenu + ou – 0,015 s comme erreur moyenne d'une détermination de l'heure par une seule étoile et + ou – 0,006 s comme erreur moyenne d'une détermination par 10 étoiles.* »[1463]

Ainsi, il aura fallu treize ans pour que le dispositif technique devienne pleinement opérationnel[1464]. Ces divers ajustements offrent à Arndt l'occasion de présenter les résultats obtenus à la Société helvétique des sciences naturelles, soulignant l'importance du micromètre impersonnel motorisé dans la chaîne opératoire bureaucratisée[1465]. La longue phase d'adaptation met également en lumière le rôle du tâtonnement dans le développement d'un procédé de haute précision.

Cependant, ce long délai interroge tout de même sur la place du cercle méridien. Malgré les changements apportés, l'instrument de Bamberg continue d'être employé pour la mesure de l'heure, étant plus simple d'usage, plus léger et moins exigeant en termes de travail[1466]. La chaîne opératoire évolue vers un équilibre entre efforts et précision, dans une logique de rationalisation, désormais un pilier central de la culture de la précision[1467]. La supériorité du cercle méridien est désormais remise en cause, bien que son importance continue d'être affirmée. Ce phénomène s'observe également à Greenwich,

[1463] RD 1926, pp. 14-15.
[1464] Sur l'importance d'observée les techniques en usage, voir : Edgerton David, *Quoi de neuf ? Du rôle des techniques dans l'histoire globale*, Paris, Le Seuil, 2013.
[1465] Arndt Louis, « Le micromètre enregistreur de la lunette méridienne de l'Observatoire de Neuchâtel », *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* [Actes de la Société helvétique des sciences naturelles] ou [Atti della Società elvetica di scienze naturali], 107, 1926, p. 166.
[1466] Par exemple, en 1929, seul cet instrument est employé pour déterminer l'heure : RD 1929, p. 13.
[1467] Voir notamment : Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*…, p. 89 *sq*.

où l'usage du cercle méridien diminue au début du XXe siècle, avant sa mise hors service dans les années 1940[1468].

Un autre indice remettant en question la position centrale du cercle méridien réside dans le peu d'empressement d'Arndt à résoudre ses problèmes techniques. Pourtant, le choix d'un micromètre motorisé est considéré comme une innovation, ainsi que le souligne Gaston Fayet (1874-1967), astronome français et directeur de l'Observatoire de Nice, évoquant : « […] *l'importance du travail publié par M. Cohn et la précision des observations que cet habile astronome a pu obtenir malgré les conditions instrumentales si peu favorables dans lesquelles il a dû opérer. Les résultats démontrent le haut degré d'exactitude qu'il est permis d'atteindre avec la nouvelle méthode* »[1469].

Cependant, les résultats obtenus à Neuchâtel restent peu convaincants, des difficultés persistantes empêchant l'utilisation du micromètre. Était-ce le choix d'un fabricant manquant d'expérience, l'absence de technicien pour effectuer les ajustements nécessaires, la bureaucratisation des procédures, un manque de temps, ou de compétences ? Il aura fallu près de quinze ans pour concrétiser une idée déjà évoquée par Hirsch en 1864 lorsqu'il suggérait de remplacer l'observation à travers des fils fixes par un fil mobile entraîné par un mouvement horloger uniforme[1470]. La place du cercle méridien dans la deuxième chaîne opératoire semble désormais relever davantage d'une stratégie discursive que d'une véritable pratique quotidienne.

8.2.3 L'impossible usage de garde-temps neuchâtelois

La crise instrumentale n'épargne pas les garde-temps. En tant que garant de la précision, l'Observatoire se doit maintenir une batterie d'horloges performantes et fiables. Pourtant, depuis le début du XXe siècle, l'acquisition de pendules astronomiques s'avère particulièrement ardue.

[1468] Nous remercions vivement Daniel Belteki pour les discussions autour de cet aspect, corroboré par les rapports annuels de l'Observatoire de Greenwich, qui mettent en lumière les évolutions de l'utilisation du cercle méridien : *Annual Reports of the Astronomer Royal*.

[1469] Fayet Gaston, « F. Cohn. – Rektaszensions-Beobachtungen von 4066 Sternen, mit dem selbstregistrirenden Mikrometer des Repsoldschen Meridiankreises in den Jahren 1901 bis 1907 », *Bulletin astronomique*, 28, 1911, pp. 424-437.

[1470] Hirsch Adolphe, « Nouvelles recherches sur l'équation personnelle », *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, 7, 1864-1867, pp. 277-284, p. 283.

Les horloges fondamentales, modifiées et placées dans un environnement contrôlé dès 1914 pour garantir une meilleure stabilité, continuent néanmoins de présenter des écarts de marche inexpliqués. Ces irrégularités rendent indispensable le recours à la pendule Winnerl comme pendule d'appoint :

« *Les deux autres pendules, celle de Riefler et celle de Winnerl, ont également eu des périodes de marche d'une constance remarquable. La pendule de Winnerl a eu une marche constante de - 1,11 s depuis le 1er octobre jusqu'au 14 novembre. Ces constatations nous permettent de dire que les changements de marche que nous voyons ne peuvent pas être attribués à un défaut de construction ou d'installation. Où faut-il les chercher ? La question reste ouverte et nos recherches continuent. Mais ces changements de marche qui sont hors de nos prévisions, apportent un élément d'incertitude dans l'extrapolation de l'heure pour la transmission des signaux horaires, et il est évident que plus le nombre de pendules sur lesquelles on peut se baser dans cette extrapolation, est grand, plus cette incertitude devient faible.* »[1471]

Dès 1917, Arndt s'efforce d'acquérir une troisième pendule fondamentale. En 1919, il note que « *les spécimens, que la fabrique Peyer, Favarger et Cie de Neuchâtel, par exemple, est susceptible de fournir, ne possèdent pas les qualités qu'on est obligé d'exiger de ce genre de pendules. Aucune maison neuchâteloise ne serait en mesure de se mettre sur les rangs pour cette fourniture, avec chance de succès* »[1472].

Face à cette impasse, l'Observatoire adopte une stratégie visant à garantir la qualité des produits tout en encourageant une production locale de pendules de haute précision. Au début des années 1920, trois pendules sous pression constante sont mises à l'essai : l'une fabriquée par Charles Rosat (nommée Zénith I, en référence à l'entreprise où il travaillait[1473]) et les deux autres par la maison Favarger & Cie, successeur de Hipp et de Peyer-Favarger[1474]. Charles Rosat occupe une place centrale pour l'Observatoire à cette période. Décrit par Arndt, comme « *l'horloger de* [l'] *établissement* »[1475], il contribue de

[1471] RD 1917, p. 9.
[1472] « Séance du 17 avril 1919 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, p. 143.
[1473] Sur l'histoire de l'entreprise Zénith, voir : Hostettler Patricia, « Naissance et croissance de la fabrique de montres Zénith », *Chronométrophilia*, 31, 1991, pp. 13-54 ; Godet Philippe, *Zénith, une industrie neuchâteloise,* Neuchâtel, 1908 ; Rossler Manfred, *Zenith: Swiss Watch Manufacture since 1865*, Bologne, Damiani, 2009 ; Fallet Estelle, *La Mesure du temps en mer*…, pp. 180-182.
[1474] RD 1920, p. 8.
[1475] RD 1930, p. 3. Une brève notice nécrologique se trouve à la même place. La salle de chronométrie est d'ailleurs rebaptisée en son honneur « Salle Charles-Rosat ».

manière essentielle à l'entretien et à l'optimisation des instruments. Membre de la commission de l'Observatoire entre 1908 et 1930, il conçoit plusieurs pendules pour l'institution, comme les pendules Perret-Rosat, Rosat, pendule Zénith I et III, et perfectionne d'autres modèles tels ceux de Winnerl[1476], Dubois[1477] et Kutter[1478]. En outre, Rosat installe un système de compteurs dans plusieurs pièces du bâtiment[1479] et participe, en 1914, à la mise en place des pendules dans le local thermostatisé du sous-sol du bâtiment principal. Son engagement contribue de manière significative à l'évolution et à l'entretien du parc horloger de l'Observatoire au cours des trois premières décennies du XX^e siècle.

Les trois pendules astronomiques déposées à l'Observatoire peinent toutefois à atteindre le niveau de précision recherché, comme le signale Arndt en 1922 : « *Les deux pendules marchant sous pression constante, que la maison Favarger et Cie fait observer à l'Observatoire à titre d'essai, n'ont pas encore donné les résultats que nous sommes en droit d'exiger d'une pendule de précision. L'acquisition pour l'Observatoire d'une de ces horloges, acquisition proposée l'année passée, est donc renvoyée* »[1480].

Le constat est similaire pour la pendule Zénith I : « *La pendule Zénith construite par M. Chs* [Charles] *Rosat, et acquise par l'Observatoire au commencement de l'année passée, n'a pas encore pris une marche bien stable.* »[1481] En 1924, une seconde pendule (Zénith III) de Charles Rosat est examinée (figure 64)[1482].

Après plusieurs années d'essais, la Zénith III est finalement achetée, établissant le nombre de pendules fondamentales à trois (Riefler, Zénith I et III), la Hipp n'étant plus utilisée à cet effet[1483]. Durant cette période, la pendule

[1476] RD 1902, p. 11.
[1477] RD 1910, p. 10.
[1478] RD 1910, p. 10.
[1479] RD 1907, p. 10 ; RD 1909, pp. 10-12 et RD 1910, p. 10.
[1480] RD 1922, p. 9.
[1481] RD 1922, pp. 8-9.
[1482] RD 1924, p. 5.
[1483] RD 1927, p. 5. Le sort réservé à la pendule de Hipp demeure flou. Celle-ci fait l'objet de transformations au début des années 1920, sans que l'on puisse identifier précisément leur nature. Dans le rapport annuel de 1920, Arndt mentionne son remplacement : « *N'étant, pour ainsi dire, jamais sûr de la constance de sa marche pour l'extrapolation de l'heure, nous nous sommes décidé* [sic] *à la faire démonter et à la remplacer par l'horloge que la maison Favarger et Cie, S.A. à Neuchâtel a fait observer à l'Observatoire et qui a donné d'excellents résultats.* […] *Comme la pendule de Hipp et celle de la maison Favarger ont les mêmes dimensions, on pourra la mettre dans le même tube de verre ce qui réduirait de beaucoup les frais d'acquisition.* » En 1921, il est indiqué que la pendule de Hipp est destinée à enregistrer les secondes sur le chronographe (RD 1921, pp. 9-10). Enfin, en 1951, elle est mentionnée comme ayant été modifiée, confirmant sa présence à l'Observatoire à cette époque (RD 1951, p. 3).

Figure 64. Pendule nº III de l'entreprise Zénith. Collection Musée international d'horlogerie, © Photo MIH.

Zénith I remplit aussi le rôle de pendule directrice pour l'enregistrement des données du cercle méridien sur le chronographe[1484]. Insatisfait de la stabilité des pendules fondamentales, le directeur rappelle en 1928 « *aux maisons intéressées, qu'un concours reste ouvert pour l'acquisition d'une quatrième pendule astronomique* »[1485]. Ce concours, officiellement lancé en 1924, prolonge les démarches entreprises depuis 1917. Toutefois, hormis les pendules mentionnées, aucune autre soumission n'est effectuée. En 1928, la maison Favarger & Cie abandonne, car « *les marches étaient mauvaises* »[1486]. Ni Hipp ni ses successeurs ne parviennent donc à fournir une deuxième pendule fondamentale à l'Observatoire. En 1931, Arndt constate cet échec et conclut qu'il « *n'y a rien à faire en Suisse pour le moment, nous sommes obligés de passer par l'étranger* »[1487]. Cela illustre le faible investissement de l'industrie horlogère dans la recherche et le développement dans le domaine de la haute précision, et la perception de l'Observatoire principalement comme un outil commercial[1488].

À la suite du décès de Rosat en 1930, l'acquisition d'une pendule française de la firme L. Leroy est décidée en 1931 (figure 65)[1489]. Fondée au XVIII^e^ siècle, cette entreprise française s'est spécialisée dans la production en série de garde-temps d'observatoire, largement adoptés au cours de la première moitié du XX^e^ siècle[1490]. Ainsi, l'Observatoire de Paris est équipé de deux pendules Leroy depuis le début du XX^e^ siècle[1491]. Au total, on recense soixante-quatre régulateurs L. Leroy répartis dans trente-quatre observatoires à travers le monde[1492]. Les pendules Leroy, après celle de Riefler, constituent une deuxième catégorie de garde-temps de précision standardisés, employés en tant que pendules fondamentales à Neuchâtel. Par intermittence, les pendules Zénith sont également utilisées, mais leurs performances décevantes poussent la commission à conclure qu'elles *« ne marcheront jamais à la perfection*

1484 RD 1926, p. 9.
1485 RD 1928, p. 4.
1486 « Réunion du mercredi 28 novembre 1928 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 64.
1487 « Réunion du mercredi 11 février 1931 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, pp. 119-120.
1488 Hélène Pasquier a constaté ce phénomène qui touche l'ensemble de l'industrie horlogère suisse durant la première moitié du XX^e^ siècle, phénomène qu'elle attribue à la cartellisation qui limite la recherche d'innovation : Pasquier Hélène, *La « Recherche et Développement » en horlogerie*…, pp. 422-423.
1489 RD 1931, p. 8.
1490 Ditisheim Paul, « Louis Leroy, 1859-1934 », *Annales françaises de chronométrie*, 5, 1935, pp. 75-80.
1491 Elles sont notamment évoquées en 1909 dans le rapport annuel : « Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris pour l'année 1906 », Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, p. 24.
1492 Castagna Thierry, « L. Leroy. Les grandes heures scientifiques », *La Cote des montres* [En ligne], 1^er^ avril 2011 [Consulté le 15 décembre 2022], La Cote des Montres : Les Grandes Heures scientifiques de L.Leroy – Les Sept Régulateurs à Tourbillon de la ligne Osmior.

Figure 65. Pendule de l'entreprise Leroy I, n° 1448. Collection Musée international d'horlogerie, © Photo MIH.

et propose plutôt l'achat d'une nouvelle pendule Leroy étant donné que son constructeur a manifesté l'intention d'arrêter complètement cette fabrication avec avoir vendu celle qui lui reste »[1493]. Ce problème des pendules Zénith n'est pas propre à Neuchâtel, ainsi que le souligne un membre de la commission en 1952 : « *la pendule Zénith 3 ne donne pas non plus satisfaction à l'Observatoire de Genève* » ; propos confirmé par Guyot, lequel ajoute « *que les fabricants suisses ne sont pas au point pour la fabrication de telles pendules* »[1494].

En même temps que cette quête de garde-temps, l'Observatoire réfléchit aux conditions de conservation des pendules déposées par les horlogers. Les réflexions découlent d'un constat initial : l'absence d'une salle consacrée à l'observation des pendules, pourtant envisagée dès 1901 empêche le développement de ce service. Face à cette carence, un règlement provisoire est adopté en 1905, mais son caractère temporaire va perdurer pendant près de vingt ans : « *Il est temps de faire en sorte que des règlements ne mentionnent plus des dispositions inapplicables, et nous avons peine à comprendre que cet état transitoire ait pu durer plus de vingt ans sans qu'on n'ait pas fait quoi que ce soit en vue de l'aménagement de la salle attendue pour l'observation des pendules* »[1495].

En 1924, la commission de l'Observatoire, anticipant un retour sur investissement, décide de résoudre la question, décrétant que « *le local pour l'observation des pendules doit recevoir une prompte solution* »[1496]. Par la suite, les discussions s'étendent à la construction d'un espace réservé aux pendules fondamentales[1497]. En 1925, deux petites salles d'observation des pendules sont aménagées à proximité d'un local destiné aux garde-temps principaux de l'Observatoire[1498]. Cependant, cette situation est rapidement jugée insatisfaisante, comme le mentionne Arndt : « *Nous avons parlé de la difficulté de maintenir dans le local, qui abrite nos pendules fondamentales, une température constante*

[1493] « Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 6 octobre 1949 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 4.
[1494] « Séance de la commission de l'Observatoire, du mercredi 12 mars 1952 », *Séances de la commission et procès-verbaux 1949-1955*, AEN, 1EP-352, p. 4.
[1495] « Réunion du mercredi 16 janvier 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 86. Pour l'instauration de la possibilité de déposer des pendules de précision en observation, voir : « Règlement pour l'observation des chronomètres et des pendules à l'Observatoire astronomique cantonal et pour la distribution des prix alloués aux meilleurs chronomètres et pendules sortant du concours annuel », 23 mai 1905, AEN, *Lois et décrets*, volume 19, p. 87 et suivantes. Pour le règlement provisoire : « Arrêté concernant l'observation des pendules de précision à l'Observatoire cantonal, 17 novembre 1905, AEN, *Lois et décrets*, volume 29, p.157.
[1496] « Réunion du mercredi 16 janvier 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 88.
[1497] « Réunion du mercredi 21 janvier 1925 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 165-168.
[1498] « Réunion du mercredi 6 mai 1925 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 199-200.

pendant les saisons de fortes variations de température de l'air extérieur. »[1499]
En 1931, Arndt évoque deux solutions pour y remédier :

« *Dans l'intérêt du service de l'heure, il était donc de toute nécessité de placer les pendules fondamentales de l'Observatoire dans un local où la température puisse être maintenue constante toute l'année. Deux possibilités se présentaient comme solution de ce problème : ou bien aménager un local dans le sous-sol du bâtiment principal de l'Observatoire, ou bien transformer le local dans lequel était installé le petit séismographe Maïnka. La première solution présentait l'avantage d'être moins coûteuse ; mais, comme il aurait fallu creuser dans le roc pour donner à ce local la hauteur nécessaire, nous aurions sans doute rencontré les inconvénients déjà précédemment constatés dans le local du nouveau séismographe, savoir l'infiltration de l'eau de pluie par les fissures du terrain rocailleux avoisinant. La Commission a donné la préférence à la seconde solution présentant de réels avantages : le caniveau entourant le bâtiment est plus profond que le fond du sous-sol, de sorte que l'infiltration de l'eau de pluie n'est pas à craindre ; le local proprement dit, assez spacieux pour recevoir quatre pendules, est déjà séparé des murs extérieurs du bâtiment par un couloir suffisamment large pour y circuler.* »[1500]

Commencée en 1931 dans le sous-sol du pavillon Hirsch pour accueillir les pendules fondamentales, cette construction constitue le dernier effort architectural destiné à optimiser la marche des pendules mécaniques, tandis que les salles d'observation des pendules des fabricants sont abandonnées faute de demande suffisante.

8.2.4 Le sismographe Quervain-Piccard

La chaîne opératoire de 1913 redéfinit les attentes de l'État et de l'industrie en matière de production scientifique, exigeant une utilisation optimale des instruments pour légitimer les investissements réalisés. Ces nouvelles contraintes se manifestent de manière exemplaire avec le cas de la sismologie, et du sismographe Maïnka.

Dès l'installation du sismographe, Arndt propose d'envoyer les sismogrammes à l'Institut fédéral de météorologie de Zurich : « *J'ai offert à la*

[1499] RD 1928, p. 7.
[1500] RD 1931, p. 5.

Direction de cet institut la collaboration de l'Observatoire de Neuchâtel dans les observations sismiques, comme nous le faisons déjà avec les observations météorologiques. »[1501] Bien que l'Observatoire devienne la deuxième station sismique de Suisse, Arndt ne s'investit pourtant pas dans la création d'un réseau national[1502]. Contrairement à Hirsch, qui avait utilisé l'introduction de la géodésie pour acquérir une réputation internationale, Arndt échoue à en faire de même avec la sismologie. Pire encore, le sismographe Maïnka devient ultérieurement un levier pour attaquer les compétences du directeur et l'organisation de l'Observatoire.

En 1923, lors de la 104e session annuelle de la Société helvétique des sciences naturelles, à Zermatt, Alfred de Quervain (1879-1927), explorateur, géophysicien et météorologue helvète, présente un état des lieux de la sismologie en Suisse[1503]. Dans cette intervention, le sismographe de Neuchâtel est jugé inférieur à celui de Zurich : « *Les appareils de Coire et de Neuchâtel sont beaucoup moins sensibles et, bien qu'ils soient bien utilisés, ils ne répondent pas à nos besoins dans la plupart des cas, même s'ils ont déjà permis de tirer des conclusions intéressantes.* »[1504] Le 11 septembre, ce constat est relayé par l'ingénieur civil Samuel de Perrot-Suchard (1862-1934), membre de la Commission suisse pour l'étude des tremblements de terre : « *Pour enregistrer ces mouvements avec toute la précision voulue, il est donc nécessaire d'avoir des appareils d'une sensibilité extrême enregistrant des déplacements de l'écorce terrestre de un* [sic] *dix millième de millimètre. En Suisse, il existe actuellement un seul instrument remplissant ces conditions,*

[1501] Lettre de Louis Arndt à Édouard Quartier-la-Tente, 5 mars 1913, BPUN, OBSE-102-4.17, pp. 189-190. Arndt entretient également une correspondance avec le Bureau central de l'Association internationale de sismologie à Strasbourg, auquel il communique les coordonnées du sismographe Maïnka : Lettre de Louis Arndt au Centralbureau der internationalen seismologischen Assoziation, 18 octobre 1913, BPUN, OBSE-102-4.17, p. 344.

[1502] La station de Zürich est opérationnelle à partir de septembre 1911, alors que celle de Neuchâtel l'est à partir de novembre de la même année : Grolimund Remo et Fäh Donat, *Instrumental Earthquake Observation and Documentation by the Swiss Seismological Service in the Early Instrumental Period 1912-1963. Historical Context Production and Documentation of the Collection of Historical Instrumental Earthquake Data*, Zürich, Schweizerischer Erdbebendienst an der ETH Zürich, 2021, p. 13.

[1503] Quervain Alfred de, « Über die Erdbeben des Wallis und der Schweiz une ihre seismographische Erforschung », *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* [Actes de la Société helvétique des sciences naturelles] ou [Atti della Società elvetica di scienze naturali], 104, 1923, pp. 74-95. Sur Alfred de Quervain : Gautier Raoul, « Alfred de Quervain », *Le Globe. Revue genevoise de géographie*, 66, 1927, pp. 28-36. Sur ses activités d'explorateur : Barr William, « Alfred de Quervain's Swiss Greenland expeditions, 1909 and 1912 », *Polar Reccord*, 51, 4, 2015, pp. 366-385.

[1504] Quervain Alfred de, « Über die Erdbeben des Wallis und der Schweiz une ihre seismographische Erforschung », *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* [Actes de la Société helvétique des sciences naturelles] ou [Atti della Società elvetica di scienze naturali], 104, 1923, pp. 74-95, p. 86.

celui de Zürich. Les autres appareils, dont celui de Neuchâtel, ne donnent que le millième de millimètre. »[1505]

Selon de Perrot, « *la Commission pour l'étude des tremblements de terre fait installer un nouvel appareil à Coire ; puis, quand elle aura les fonds, un autre dans la vallée du Rhône, mais elle laisse systématiquement Neuchâtel de côté avec son appareil par trop démodé, accompagné d'une certaine résistance latente dans les communications des services intéressés* »[1506]. Le sismographe « *démodé* » est donc la cible de cette attaque, qui touche aussi le directeur en raison d'une « *certaine résistance* ». L'ingénieur fait alors appel à la fierté cantonale, car « *tout bon Neuchâtelois tenant à l'honneur de son canton ne demanderait pas mieux que d'y contribuer selon ses moyens, pour arriver ainsi à supprimer l'ostracisme scientifique dont souffre son canton* »[1507].

Le 16 janvier 1924, la commission de l'Observatoire débat de l'efficacité du sismographe[1508]. L'instrument est critiqué pour son incapacité à détecter certains tremblements, contrairement à celui de Zurich : « *Notre sismographe ne sert pas à grand-chose ;* […] *il vaudrait mieux* […] *abandonner un service plutôt que de chercher à acquérir de nouveaux appareils.* »[1509]. Ainsi, « *le Président* [de la commission] *a été surpris de lire dans nos journaux le bulletin de la station météorologique de Zurich sur ce cataclysme* [tremblement de terre du 1er septembre 1923 au Japon] *avant que l'Observatoire ait publié quoi que ce soit* »[1510], causant un déficit d'image. En réponse, Arndt est sommé de publier les sismogrammes avec davantage de rigueur, en veillant à « *n'oublier aucun journal du canton* »[1511], et à les afficher publiquement, par exemple dans la devanture d'un commerce local, comme la bijouterie Pfatt. La question dépasse la simple fonction de surveillance de la chaîne opératoire : l'instrument doit désormais prouver sa productivité et son utilité pour justifier son existence.

Après délibérations, la commission décide de faire évoluer la sismologie. En septembre 1925, une convention est conclue avec l'Institut fédéral de météorologie pour officialiser la coopération, précisant que « *l'Observatoire de Neuchâtel s'engage à envoyer régulièrement et avec la promptitude*

[1505] Samuel de Perrot-Suchard, 11 septembre 1923, AEN, Fonds de l'Observatoire 401, p. 1. Sur Samuel de Perrot-Suchard : Anonyme [A.B.], « Samuel de Perrot-Suchard : 1862-1934 », *BSSNN*, 59, 1934, pp. 2-7.
[1506] Samuel de Perrot-Suchard, 11 septembre 1923, AEN, Fonds de l'Observatoire 401, p. 2.
[1507] Samuel de Perrot-Suchard, 11 septembre 1923, AEN, Fonds de l'Observatoire 401, p. 2.
[1508] « Séance du 24 janvier 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 83-85.
[1509] « Séance du 24 janvier 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 84.
[1510] « Séance du 24 janvier 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 84.
[1511] « Séance du mercredi 23 avril 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 116.

qu'exige le service sismologique, toutes les données nécessaires »[1512]. Des discussions sont entamées avec de Quervain et Auguste Piccard (1884-1962) et aboutissent à la proposition d'un nouvel instrument pour un montant de 23 450 francs, incluant une part réservée à l'excavation du pavillon Hirsch[1513].

L'entreprise Trüb, Täuber & Co est chargée de fabriquer le nouveau sismographe d'après le système Quervain-Piccard (figure 66), tandis que le moteur électrique est conçu par le Technicum du Locle[1514]. Trüb, Täuber & Co, situé à Zurich, a notamment construit le sismographe de l'EPFZ en 1922[1515]. Le plan est validé par de Quervain, Trüb, Matthey et Arndt le 20 février 1926, mais le devis, désormais 35 000 francs, est jugé excessif[1516]. Pour réduire les coûts, une partie du laboratoire de spectroscopie est sacrifiée, limitant la profondeur des travaux et ramenant la dépense à 25 000 francs[1517].

La salle consacrée au sismographe, instrument extrêmement sensible aux vibrations et à son environnement, est conçue pour être isolée autant que possible des influences externes susceptibles de perturber son fonctionnement :

« *On descend au sous-sol depuis la tour. L'intérêt principal des installations qui y sont établies se concentre sur la salle de sismographie dans laquelle il convient de s'arrêter un instant. On y pénètre soit par l'atelier de réparation, au nord, soit par le local d'archives placé sous le vestibule. Un couloir d'isolation met la chambre proprement dite du sismographe à l'abri des influences pouvant nuire aux instruments, courants, d'air, vibrations des murs, etc. Un plafond indépendant du plancher supérieur et sans aucun contact avec ce dernier assure l'isolation contre les trépidations produites par la circulation dans la salle superposée. Ce couloir est légèrement tempéré*

[1512] Convention entre le département de l'Industrie de la République et Canton de Neuchâtel et l'Institut fédéral de météorologie, à Zurich, au sujet de l'installation d'un nouveau sismographe, système Q-P à l'Observatoire de Neuchâtel, septembre 1925, Archives du Service sismologique suisse.

[1513] « Réunion du mercredi 8 octobre 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 155-156. Afin de financer cette acquisition, une souscription est lancée auprès des membres de la Société helvétique des sciences naturelles.

[1514] Lettre de Louis Arndt à Trüb, Täuber & Co, 22 janvier 1926, AEN, 2IND-82, sismographe, 1926.

[1515] Voir : Schefer Werner, Vom Seismografen zum Spektrometer - Bulletin DE [online], 2 novembre 2017.

[1516] Lettre de Louis Arndt à Edgar Renaud, 15 mars 1926, AEN, 2IND-82, sismographe, 1926. Pour le devis voir : « Installation d'un nouveau sismographe au sous-sol du Pavillon Hirsch, dans le local est. Devis définitif », 5 mars 1926, AEN, 2IND-82, sismographe, 1926. Le dépassement budgétaire survient en raison de frais d'excavation mal budgétés ainsi que du montage du sismographe initialement non prévu : Lettre de Charles-Édouard Matthey à Louis Arndt, 8 mars 1926, AEN, 2IND-82, sismographe, 1926.

[1517] « Installation d'un nouveau sismographe dans la partie nord-est du Pavillon Hirsch, au sous-sol et au rez-de-chaussée. Devis, 18 mai 1926 », AEN, 2IND-82, sismographe, 1926. Autre source d'économie, le département fédéral militaire accepte de fournir gratuitement la masse de 18 tonnes de l'instrument, voir : Lettre de Louis Arndt à Edgard Renaud, 2 juin 1926, AEN, 2IND-82, sismographe, 1926.

Figure 66. Sismographe Quervain-Piccard dans le Pavillon Hirsch. © Office cantonal du patrimoine bâti et immatériel, fonds ISCP n° 3380, 1927.

en hiver par le chauffage central. Des bouches de ventilation procurent à la chambre le renouvellement d'air nécessaire aux personnes appelées à travailler dans la station. Les sismographes (il n'y en a qu'un seul installé pour le moment) sont placés sur le rocher et n'ont aucun contact avec le sol du local. La préparation des bandes de noircissement se fait dans une chapelle placée dans l'atelier, au nord. »[1518]

Le 28 novembre 1928, le sismographe est inauguré en grande pompe[1519]. Cet événement, crucial pour la réputation de l'Observatoire, est mis en valeur par Arndt dans une publication du *BSSNN* et figure dans le rapport de la commission financière du Grand Conseil[1520]. Lorsqu'il revient sur cet épisode, Arndt, dans un esprit conciliant, souligne le rôle, parfois critique, joué par Alfred de Quervain : « *Craignant qu'une demande directe adressée aux autorités cantonales de Neuchâtel, soit par le directeur* […]*, soit par la commission fédérale de séismologie, ne se heurtât à des difficultés, M. de Quervain fit appel à l'esprit scientifique des Neuchâtelois* […]*, à leur dévouement et à leur générosité pour la science, non sans critiquer avec un peu de malice la valeur scientifique de notre petite station séismologique* »[1521].

Le service du sismographe exige un investissement considérable en temps de travail, estimé à 5 h par jour selon Arndt, sans déboucher sur une adaptation du personnel de l'Observatoire[1522]. Face à cette charge, la commission opte pour «*faire le strict nécessaire prévu par la convention* [pour ne pas créer un] *service sismologique* »[1523]. Ces efforts ne conduisent pas à l'établissement d'un véritable centre de recherche et restent une tâche chronophage, offrant peu de bénéfices à l'institution. Dans ce contexte, le petit sismographe Maïnka semblait mieux adapté aux besoins locaux et à la surveillance de la chaîne opératoire.

[1518] Matthey Charles-Henri, « Chapitre V : Les constructions… », pp. 112-116.
[1519] « Réunion du mercredi 28 novembre 1928 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 70.
[1520] « Réunion du mercredi 28 novembre 1928 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 70. Arndt a également communiqué sur cet instrument dans le même cadre : Arndt Louis, « Du nouveau sismographe », *BSSNN*, 53, 1928, p. 241. « Rapport de la commission financière chargée d'examiner les comptes et la gestion du Conseil d'État pendant l'exercice 1928 (suite « séance du 21 mai 1929 », *BOGC*, 95, 1929, pp. 89-90.
[1521] Arndt Louis, « La station séismologique de l'Observatoire astronomique et chronométrique de Neuchâtel », *BSSNN*, 57, 1932, pp. 187-198, p. 190.
[1522] « Réunion du mercredi 28 mars 1928 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 59.
[1523] « Réunion du mercredi 28 mars 1928 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 59.

8.3 Un Observatoire bureaucratico-chronométrique

Avec le renouvellement quasi total de la chaîne opératoire, les attentes politiques et économiques envers la production scientifique s'intensifient[1524]. L'objectif est de justifier les investissements importants et de montrer la valeur de l'Observatoire dans un contexte de concurrence autour de l'expertise dans le domaine de la mesure du temps.

8.3.1 Productivité scientifique

En 1922, les critiques envers l'Observatoire ne se limitent pas à l'organisation du travail, mais s'étendent à l'ensemble de sa production scientifique[1525]. Ainsi, le député Graber attribue les difficultés à la gestion du directeur et à une insuffisance de rendement : « *Il y a quelque chose qui ne va pas à l'Observatoire et cela provient de l'insuffisance du directeur. Pourtant, notre institut est très bien monté en fait d'appareils et cela nous a valu des compliments d'un observateur anglais. Malgré cela, il ne sort rien de notre Observatoire au point de vue scientifique ; on s'y borne à l'examen des chronomètres* »[1526]. Le nom de l'observateur n'est pas précisé, mais la citation illustre l'exigence selon laquelle la présence d'un équipement scientifique doit impérativement produire des résultats.

Autre député socialiste au Grand Conseil et directeur du gymnase cantonal de La Chaux-de-Fonds, Auguste Lalive (1878-1944), critique vivement l'institution en affirmant que « *si, au point de vue de la chronométrie, notre Observatoire remplit son but, on n'en peut pas dire autant pour le reste.* […] *Au point de vue scientifique le rendement de l'Observatoire est nul et ne correspond pas aux frais engagés* »[1527]. Lalive regrette également

[1524] Sur la conception bureaucratique de la valeur scientifique, voir : Shapin Steven, « Figures de scientifiques », Bonneuil Christophe et Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. Tome 3. Le siècle des technosciences*, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 26-45, pp. 31 ; Godin Benoît, *Measurement and Statistics on Science and Technology: 1920 to the Present,* Londres, Routledge, 2005 ; Elkana Yehuda, Lederberg Joleteshua, Merton Robert, Thackray Arnold et Zuckerman Harriet (eds.), *Toward a Metric of Science: The Advent of Science Indicators*, New York, John Wiley, 1978.

[1525] « Discussion du projet de budget pour 1923 (suite) », Séances du 20 et du 21 novembre 1922, *BOGC*, 88, 1922-1923, pp. 376-379 et pp. 394-396.

[1526] « Discussion du projet de budget pour 1923 (suite) », Séances du 20 et du 21 novembre 1922, *BOGC*, 88, 1922-1923, p. 376.

[1527] « Discussion du projet de budget pour 1923 (suite) », Séances du 20 et du 21 novembre 1922, *BOGC*, 88, 1922-1923, p. 378. Pour des informations sur Auguste Lalive, voir : Jeanneret Pierre, « *La Semaine* : un

qu'Arndt ne soit pas titulaire de la chaire d'astronomie à l'Université, à ce qu'il considère comme « *un symptôme fâcheux pour la personnalité du directeur* »[1528]. Quartier-la-Tente, récemment démissionnaire, est lui aussi ciblé comme « *puissance occulte* »[1529] – une allusion à son appartenance à la franc-maçonnerie –, accusé d'avoir soutenu Arndt de manière excessive[1530]. Ces attaques, mêlant critiques institutionnelles et règlements de compte politiques, illustrent un contexte où l'Observatoire devient un enjeu politique dépassant la question de son seul fonctionnement. Malgré cela, Edgar Renaud (1887-1953), conseiller d'État neuchâtelois entre 1919 et 1949, membre du parti progressiste national (PPN ; droite), soutient publiquement le directeur et promet que la commission de l'Observatoire examinera les problèmes soulevés[1531]. Ainsi, malgré le changement de titulaire au Conseil d'État, la confiance portée à Arndt demeure, du moins en façade.

Lors de la séance du 15 janvier 1923, la commission de l'Observatoire déplore que Louis Arndt n'ait pas postulé en 1921 au poste de professeur d'astronomie à l'Université de Neuchâtel[1532]. Arndt justifie sa décision en rappelant qu'en 1902, la commission lui avait demandé de ne pas cumuler les fonctions et souligne que son travail l'absorbe trop « *pour ne pas distraire en cours une partie du temps* », considérant donc l'enseignement comme une « *distraction* »[1533]. Outre cette critique, la commission examine l'activité de l'Observatoire. Si le service chronométrique est jugé satisfaisant, le service scientifique est pointé du doigt. Pour y remédier, Arndt est chargé de proposer un programme de recherches annuelles, soumis ensuite à l'approbation de la commission, dont les prérogatives s'élargissent. En 1923, cette dernière comprend sept membres, avec une forte représentation du monde horloger : Edgar Renaud, président et chef du département de l'Industrie ; Ernest Strahm

hebdomadaire antifasciste politique et culturel », *Cahiers d'histoire du mouvement ouvrier*, 7, 1990-1991, pp. 7-22.

[1528] « Discussion du projet de budget pour 1923 (suite) », Séances du 20 et du 21 novembre 1922, *BOGC*, 88, 1922-1923, pp. 376-379 et pp. 394-396, p. 378.

[1529] « Discussion du projet de budget pour 1923 (suite) », Séances du 20 et du 21 novembre 1922, *BOGC*, 88, 1922-1923, p. 376.

[1530] « Discussion du projet de budget pour 1923 (suite) », Séances du 20 et du 21 novembre 1922, *BOGC*, 88, 1922-1923, p. 394.

[1531] « Discussion du projet de budget pour 1923 (suite) », Séances du 20 et du 21 novembre 1922, *BOGC*, 88, 1922-1923, p. 395. Le 15 janvier 1923, la commission examine les critiques du Grand Conseil : « Séance du 15 janvier 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 18-25. Pour une notice sur le conseiller d'État Edgar Renaud, voir : Jeannin-Jaquet Isabelle, « Renaud, Edgar », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 09.05.2012. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006066/2012-05-09/, consulté le 17.06.2022.

[1532] « Séance du 15 janvier 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 18-26, pp. 18-19.

[1533] « Séance du 15 janvier 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 19.

(1889-1938), vice-président, chef du département de l'Instruction publique et futur directeur de Zénith[1534] ; Charles Rosat, horloger à Boudry ; Paul Berner (1858-1942)[1535], directeur de l'École d'horlogerie de La Chaux-de-Fonds ; Gustave du Pasquier, professeur de mathématiques à l'Université de Neuchâtel ; Marc Inaebnit, directeur de la Tavannes Watch Co ; et Arthur Martin, secrétaire et chef de service au département de l'Industrie et de l'Agriculture. Gustave du Pasquier est le seul membre ne disposant pas de liens directs avec l'industrie horlogère, mais son rôle dans les débats reste secondaire. Cette période marque un renforcement du contrôle de la commission sur l'Observatoire, visible dans l'augmentation du nombre de séances, de leur durée, et des sujets abordés. Alors que les procès-verbaux de 1901 à 1922 totalisent 241 pages, ceux de 1922 à 1926 atteignent 313 pages[1536].

Durant cette même séance, la réorganisation du travail instaurée en 1916 est jugée inefficace. La commission exige sa révision pour permettre aux trois employés d'accéder aux instruments scientifiques afin de produire davantage de résultats[1537]. Elle demande aussi qu'Arndt soit « *vraiment directeur* »[1538] et lui reproche « [de ne pas savoir] *faire valoir son autorité* »[1539]. Cependant, elle affirme qu'elle ne « *veut pas brider le directeur, mais au contraire le laisser juge des circonstances* »[1540]. Face à ses critiques, le directeur admet être « *désorienté* » et souligne que « *les demandes de la commission ne tiennent pas compte des travaux spéciaux à l'Observatoire, qui sont monotones* »[1541]. Ce commentaire met en lumière ses limites, illustrant ses difficultés à défendre ses positions et à établir une vision cohérente face aux attentes des autorités politiques et du secteur horloger.

Le 2 mai 1923, Arndt répond aux exigences de la commission en présentant un très vaste programme scientifique[1542], articulé autour de neuf volets : un concours international de réglage, la publication des observations météorologiques 1920-1922, la mensuration des longueurs d'onde des raies

[1534] Jeannin-Jaquet Isabelle, « Strahm, Ernest », *DHS*, version du 12.02.2014. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006067/2014-02-12/, consulté le 12.12.2022.
[1535] Guye Samuel, *Histoire de l'École d'horlogerie, La Chaux-de-Fonds*, publiée à l'occasion de son centenaire 1865-1965. La Chaux-de-Fonds, École d'horlogerie, 1965, pp. 93-138 ; Ditisheim Paul, « Paul Berner », *Journal suisse de l'horlogerie*, 5 juin 1942, pp. 31-35.
[1536] Pour ces sources, voir le fonds : AEN, 1EP-352.
[1537] Hans Odermatt est engagé comme astronome adjoint le 1er juillet 1921 : voir RD 1921, p. 13. Edmond Guyot le 1er janvier 1923 : RD 1922, p. 15.
[1538] « Séance du 15 janvier 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 18-25, p. 21.
[1539] « Séance du 15 janvier 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 18-25, p. 21.
[1540] « Séance du 15 janvier 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 18-25, p. 21.
[1541] « Séance du 15 janvier 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 18-25, p. 21.
[1542] « Séance du 2 mai 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 48-58, pp. 52-53.

du spectre de la nova – un phénomène astronomique transitoire où une étoile connaît une augmentation spectaculaire de luminosité avant de revenir graduellement à son état initial – Nova Aquilae 1918 (observée en 1918), des photographies d'amas stellaires et observations photographiques d'étoiles variables, la transmission des signaux de l'heure par TSF, la comparaison des signaux émis par diverses stations de TSF, une étude de la résistance de l'air et son influence sur les oscillations des balanciers des chronomètres, des recherches sur la variation de la latitude géographique de Neuchâtel, ainsi que sur le climat de Neuchâtel et son influence sur les organes respiratoires. Edgar Renaud interroge alors Arndt sur l'implication de l'ensemble des instruments scientifiques dans ce programme, en réponse aux critiques concernant le manque d'exploitation de l'équipement de l'Observatoire[1543]. Arndt confirme que « *l'utilisation de tous les instruments de l'Observatoire est assurée* », montrant ainsi que la réussite du programme repose davantage sur la mobilisation de l'instrumentation que sur une orientation précise de la recherche[1544]. Ce programme révèle également les difficultés d'Arndt à valoriser certains travaux. Les observations de la Nova Aquilae 1918, réalisées le 11 juin 1918 à Neuchâtel, soit deux jours après sa découverte par Zygmunt Laskowski (1841-1928), n'ont donné lieu à aucune publication, malgré vingt-sept clichés pris[1545]. Ces images, qui auraient pu rehausser le prestige de l'Observatoire, sont restées inexploitées faute de personnel affecté à leur analyse[1546]. Ainsi, le 16 avril 1919, près d'une année après les prises de vue, Arndt informe que « *la mensuration de ces clichés au microscope est en bonne partie terminée* »[1547]. Prévue pour être présentée en 1920 lors de la session de la Société helvétique des sciences naturelles à Neuchâtel, la recherche n'est finalement exposée qu'en 1924 à Lucerne, soit six ans après la découverte de la nova. Ce retard diminue considérablement l'intérêt et l'actualité de ces travaux[1548].

1543 « Séance du 2 mai 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 53.

1544 « Séance du 2 mai 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 53.

1545 RD 1918, pp. 11-12. Dunlop Storm et Gerbaldi Michele (eds.), « Stargazers: the contribution of amateurs to astronomy », *Proceedings of Colloquium 98 of the IUA*, 20-24 juin 1987, 1988, p. 41.

1546 Sur la quantité de travail requise pour utiliser les plaques photographiques, voir : Nasim Omar, « Handling the heavens… ».

1547 RD 1918, p. 12.

1548 « Session de Neuchâtel », *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* [Actes de la Société helvétique des sciences naturelles] ou [Atti della Società elvetica di scienze naturali], 101, 1920, pp. 44-53. Arndt Louis, « Observations spectroscopiques de Nova Aquilae 1918 », Compte rendu de la Société suisse de géophysique, météorologie et astronomie (GMA), session de Lucerne, 3 octobre 1924, *Archives des sciences physiques et naturelles*, 7, 1925, p. 53. Dans cette présentation, Arndt annonce qu'une analyse plus approfondie sera publiée dans le *BSSNN*, mais aucun article sur ce sujet n'y sera finalement publié.

Le 16 janvier 1924, de nouvelles attaques prennent pour cible le sismographe avant de s'étendre à l'ensemble de l'institution, faisant dire au conseiller d'État Edgar Renaud que : « *Notre canton est trop petit et ses moyens d'action sont trop limités pour vouloir posséder tout ce que l'on trouve dans les observatoires nationaux des grands pays qui nous environnent. Mais, d'autre part, les appareils dont est doté actuellement l'Observatoire doivent être utilisés le plus possible et cet établissement doit rendre ce qu'on attend de lui* »[1549].

Le 18 juin 1924, la commission interroge Arndt sur l'état d'avancement du programme scientifique[1550]. À cette occasion, elle le félicite pour avoir repris « *contact avec la Société helvétique des sciences naturelles, qui offre un excellent moyen de faire connaître les travaux de notre Observatoire* »[1551]. Cette remarque atteste de l'éloignement – de notoriété publique – entretenu par Arndt avec les associations scientifiques. Notamment, il n'a joué qu'un rôle mineur dans la Société suisse de géophysique, météorologie et astronomie (GMA.), fondée en 1916, et qui touche directement aux domaines d'activité de l'Observatoire[1552]. Lors de cette séance, Arndt admet ne pas avoir achevé tous les objectifs du programme, notamment ceux portant sur la variation des latitudes et le climat neuchâtelois. Cette déclaration « *surprend la commission qui ne peut l'admettre* »[1553]. Son président « *rappelle que le programme d'activité scientifique a été arrêté en présence de M. le directeur et sans objection de sa part. Il est indispensable que le rapport pour 1924 donne des explications claires et précises sur les travaux exécutés et sur ceux qui ne le seraient pas. M. le directeur est rendu attentif aux conséquences possibles de nouveaux retards* »[1554].

Ainsi, la commission contrôle non seulement la validation du programme scientifique, mais aussi son suivi, réduisant le directeur au rôle de fonctionnaire-exécutant. Cette situation reflète une dépossession de sa fonction d'astronome responsable, les thématiques de recherche étant désormais décidées par d'autres instances.

[1549] « Séance du mercredi 16 janvier 1924 », PVCOC 1922-1926, AEN, 1EP-352, p. 84

[1550] « Séance du mercredi 18 juin 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 121-135.

[1551] « Séance du mercredi 18 juin 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 133.

[1552] Sur la fondation de la société voir : Davies Hum et Wernli Heini, « Dynamical meteorology: the swiss contribution », Willemse Saskia et Furger Markus (eds.), *From Weather Observations to Atmospheric and Climate Sciences in Switzerland. Celebrating 100 Years of the Swiss Society for Meteorology*, Zurich, Hochschulverlag AG an der ETH-Zurich, 2016, pp. 103-121.

[1553] « Séance du mercredi 18 juin 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 121-135, p. 134.

[1554] « Séance du mercredi 18 juin 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 121-135, p. 134.

8.3.2 Positionnement institutionnel

Inauguré avec éclat, le pavillon Hirsch symbolise la volonté de réaffirmer la vocation scientifique de l'Observatoire. Pourtant, à cette même période, l'institution semble de plus en plus isolée dans le paysage scientifique neuchâtelois. Parallèlement, l'industrie horlogère et l'État renforcent leur emprise sur l'établissement astronomique. Ainsi, alors que l'Observatoire aspire à se positionner comme un pôle scientifique, la bureaucratisation transforme profondément les modalités de la pratique scientifique et redéfinit ses domaines d'activité, réduisant considérablement l'espace accordé à la recherche en astrophysique.

8.3.2.1 Isolement institutionnel

Au début des années 1920, les tensions entre l'Université et l'Observatoire illustrent le manque de collaboration entre ces deux institutions. Louis Arndt se montre réticent à mettre ses instruments à disposition du professeur d'astronomie Eugène Le Grand Roy, un ancien aide-astronome à l'Observatoire entre 1880 et 1881[1555]. Pourtant, le parcours de Le Grand Roy semblait le destiner à un rôle majeur au sein de l'établissement, fort de ses expériences à l'Observatoire de Genève, de Montsouris à Paris, de Berlin et de Pavlovsk, en Russie[1556]. Son départ en 1881, entouré de mystère, marque un tournant[1557]. Reclassé comme enseignant au Collège de Neuchâtel, puis au Gymnase en 1891, avant de devenir professeur d'astronomie et de géodésie à l'Académie en 1902, Le Grand Roy demeure un scientifique respecté. Hirsch loue sa « *manière consciencieuse, digne de tous éloges* » [1558] dans un rapport annuel, et Le Grand Roy occupe des fonctions élevées comme doyen de la Faculté des sciences (1909-1911) et président de la SSNN (1905-1907)[1559]. On peut faire l'hypothèse, il est vrai, que la relation avec Hirsch – qui peut être très strict avec ses collaborateurs comme nous l'avons évoqué – se soit mal passée. Le passage d'aide-astronome à celui d'enseignant, pour un profil

[1555] Juvet Gustave, « Eugène LeGrandRoy : 1852-1926 », *BSSNN*, 51, 1926, pp. 211-214. Sur le passage de LeGrandRoy à l'Observatoire, voir : RD 1880, p. 7 et RD 1881, p. 6.
[1556] Juvet Gustave, « Eugène LeGrandRoy : 1852-1926… », p. 211.
[1557] Dans une lettre du 21 août 1881, Hirsch se contente de mentionner la démission d'un titulaire : Lettre d'Adolphe Hirsch à Ernest Guinand, 21 août 1881, BPUN, OBSE, 102-4.5, p. 175.
[1558] RD 1880, p. 7.
[1559] Juvet Gustave, « Eugène LeGrandRoy : 1852-1926… », p. 212.

comme le sien, ne représente certainement pas une promotion. En 1926, Gustave Juvet indique d'ailleurs dans sa biographie dédiée à l'astronome qu'il «*faut regretter son départ de l'Observatoire*», sous-entendant au passage les carences de Louis Arndt[1560].

Quoi qu'il en soit, force est de constater que l'Observatoire et l'Université n'entretiennent alors aucune relation. Pourtant, en 1902, lors de la dissociation des fonctions de directeur de l'Observatoire et de professeur d'astronomie, un règlement a été mis en place pour encadrer les collaborations entre les deux institutions, notamment en ce qui concerne l'usage des instruments scientifiques[1561]. Cependant, ce cadre réglementaire ne semble pas avoir porté ses fruits, car ces instruments restent inutilisés par l'Université. Ainsi, en 1927, Arndt mentionne d'ailleurs que «*depuis vingt-quatre ans, le professeur d'astronomie n'est jamais venu à l'Observatoire avec ses étudiants*»[1562]. Ce constat met en exergue un certain isolement de l'Observatoire dans le paysage scientifique neuchâtelois, qui ne demeure pas sans conséquence. Par exemple, en 1919, Adrien Jacquerod (1877-1957), professeur de physique à l'Université de Neuchâtel, crée le Laboratoire de recherches horlogères (LRH), sans associer l'Observatoire qui, jusqu'alors, faisait figure d'expert en matière de recherche horlogère[1563]. Cette initiative peut être perçue comme une remise en question de la capacité de l'Observatoire à soutenir l'innovation, le cantonnant à une mission de contrôle de la qualité[1564]. Cet éloignement se constate aussi avec la SSNN, dans laquelle Louis Arndt est peu actif, n'ayant produit que cinq publications en quarante ans et ne participant pas aux séances[1565]. Il ne contribue pas davantage à d'autres revues scientifiques. Paradoxalement, alors

[1560] Juvet Gustave, «Eugène LeGrandRoy : 1852-1926…», p. 211.

[1561] «Séance du 11 juillet 1923», *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 59-62. La nouvelle version du règlement est adoptée par le Conseil d'État le 2 août 1923 : Décret n° 41 : «Règlement général pour le service de l'Observatoire cantonal», 2 août 1923, *Recueil officiel des lois, décrets et arrêtés de la République et Canton de Neuchâtel*, Neuchâtel, Borel & Seiler, 4, 1929, pp. 105-110. Un premier règlement sur l'utilisation des instruments de l'Observatoire par le professeur d'astronomie de l'Université avait été adopté en 1902 et adapté en 1921, signe de tension récurrente à ce sujet.

[1562] «Réunion du mercredi 16 mars 1927, *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 15.

[1563] Par exemple, durant la période Hirsch, l'Observatoire réalise un certain nombre d'études sur les matériaux à destination des horlogers et de l'amélioration de leurs produits : Sur le LSRH : Perret Thomas, «La physique», Scheurer Rémy (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel. Tome 3. L'Université, de sa fondation en 1909 au début des années soixante*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, Gilles Attinger, 2002, pp. 492-510 ; Perret Thomas, Beyner André, Debély Pierre, Tissot Laurent et Jeanneret François (éd.), *Microtechniques et mutations horlogères. Clairvoyance et ténacité dans l'Arc jurassien*, Hauterive, Gilles Attinger, 2000. Les AEN possèdent deux fonds consacrés à la fondation du LSRH : 1IND-337 et 1IND-338. Voir aussi 2IP-359 et 1EP-39.

[1564] Sur cette période de tension, voir : Perret Thomas, «La physique…», p. 508.

[1565] Pour la liste des publications d'Arndt dans le *BSSNN,* voir la liste des publications en fin de volume.

que l'Observatoire ambitionne de développer une section astrophysique, il s'éloigne donc des réseaux scientifiques actifs.

8.3.2.2 Renforcement du contrôle bureaucratique

Indice du renforcement de l'influence horlogère sur l'Observatoire, la révision du règlement général en 1901 apporte une modification significative à l'article 1, stipulant que « *l'Observatoire cantonal est à la fois astronomique, météorologique et chronométrique* »[1566]. Cette distinction claire des missions ne figurait pas dans le premier règlement, qui se contentait de mentionner un « *observatoire astronomique cantonal* »[1567]. À plusieurs reprises, cette relation croissante avec l'industrie horlogère est soulignée, comme lors des discussions en 1922 autour du règlement sur l'observation des pendules à l'Observatoire, où le terme « chronométrique » est également ajouté[1568]. Autre signe de cette influence, à partir du 5 février 1923, une réunion annuelle de la commission de l'Observatoire est instaurée, rassemblant fabricants et régleurs[1569]. Ces réunions permettent de présenter les évolutions de l'Observatoire tout en offrant aux horlogers une tribune pour exprimer leurs attentes. L'emprise des entreprises horlogères et des associations professionnelles, comme la Chambre suisse d'horlogerie, devient particulièrement visible dans les procès-verbaux de la commission. Le rôle de cette commission se renforce également au fil du temps. Dans le premier règlement de l'Observatoire, sa mission se limitait à une inspection annuelle et à l'approbation du rapport du directeur[1570]. En revanche, le règlement du 28 juin 1901 élargit considérablement ses prérogatives : la commission « *préavise sur tout ce qui concerne cet établissement et son développement. Elle surveille l'exécution du*

[1566] « Règlement général pour le service de l'Observatoire cantonal », 28 juin 1901, AEN, 1EP-352, p. 2.
[1567] Article 1 du Décret de fondation de l'Observatoire cantonal, 18 mai 1858, nº 14, *Recueil officiel des lois, décrets et arrêtés de la République et Canton de Neuchâtel*, 1, Neuchâtel, Seiler, 1924, pp. 94-96, p. 94.
[1568] « Règlement pour l'observation des pendules à l'Observatoire astronomique et chronométrique de Neuchâtel », 10 juillet 1925, nº 102, *Recueil officiel des lois, décrets et arrêtés de la République et Canton de Neuchâtel*, 4, Neuchâtel, Borel & Seiler, 1929, pp. 370-372. La décision est prise par la commission dans sa séance du 18 septembre 1922 : « Séance du lundi 18 septembre 1922 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 3.
[1569] « Séance du 5 février 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 20. Cette invitation fait notamment suite au retrait de Longines et d'OMEGA du concours de 1920 : Lettre du directeur technique de la Fabrique des Longines, Francillon SA, à Louis Arndt, 29 décembre 1920, AEN 1IND-343, Réclamations des fabriques d'horlogerie Les Longines à Saint-Imier et l'Oméga à Bienne, au sujet du concours de chronomètres de 1920.
[1570] Article 13 du Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861, *Recueil officiel des lois*, AEN, 340 (094.5) LOI, p. 9, p. 56, pp. 223-227, p. 227.

règlement général et des règlements spéciaux»[1571]. Ces évolutions surviennent peu après le décès d'Adolphe Hirsch, marquant le début d'une transformation touchant l'Observatoire.

Au cours des années 1920, la chronométrie devient une préoccupation centrale pour la commission de l'Observatoire. Cette priorité se manifeste clairement lors de discussions autour du concours international de 1923, organisé pour marquer le centenaire de la mort de l'horloger Abraham-Louis Breguet (1747-1823). Les débats, qui s'étendent sur près de cinq heures et demie, reflètent l'importance économique de ces compétitions pour les fabricants[1572]. Par exemple, dans le rapport final du concours de 1923 une formulation jugée malheureuse relative à un écart de marche d'un chronomètre de Paul Ditisheim (1868-1945) «*dont nous ne nous expliquons pas la provenance*» est remplacée par «*indépendante de l'Observatoire*» pour éviter toute controverse[1573]. Cet épisode illustre les enjeux économiques associés aux rapports de l'Observatoire, lesquels doivent garantir une objectivité irréprochable pour prévenir tout soupçon de favoritisme. Cette importance économique est clairement évoquée par Alfred Nardin, de la maison Ulysse Nardin, lors d'une réunion de la commission de l'Observatoire avec les fabricants et les régleurs: «*Il est évident qu'au point de vue commercial, un chronomètre accompagné d'un diplôme de premier prix a une grande importance pour la détermination de son prix de vente.*»[1574] Plus qu'un simple certificat, un premier prix constitue une valeur commerciale majeure pour un chronomètre. Face à ces attentes, l'Observatoire s'efforce de réaffirmer son impartialité[1575]. Parmi les solutions adoptées, un dispositif est introduit pour comparer automatiquement les chronomètres sans contacts électriques, garantissant ainsi un enregistrement «*complètement indépendant de l'observateur et d'une objectivité absolue*»[1576]. De plus, une attention accrue est portée à la rédaction des publications, en particulier du rapport annuel, considéré comme trop détaillé et peu adapté à son public. Désormais, le rapport chronométrique devient prioritaire. Ces évolutions montrent que la bureaucratisation atteint également le domaine chronométrique, rapprochant

[1571] «Règlement général pour le service de l'Observatoire cantonal», 28 juin 1901, AEN, 1EP-352, p. 4.
[1572] «Séance du mercredi 19 décembre 1923», *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, pp. 79-82.
[1573] «Séance du mercredi 19 décembre 1923», *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 80. Sur Paul Ditisheim, voir: Osterhausen Fritz von, *Paul Ditisheim, chronométrier*, Neuchâtel, Éditions Simonin, 2003.
[1574] «Réunion de la commission de l'Observatoire avec les fabricants et les régleurs», 15 février 1925, *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-p. 352, p. 99.
[1575] «Séance du 16 janvier 1924», *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 83.
[1576] «Séance du 5 février 1923», *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 29.

l'Observatoire d'un modèle bureaucratico-industriel où les exigences d'objectivité et de rendement prédominent.

Autre signe du renforcement de son rôle pratique, l'Observatoire est transféré du département de l'Instruction publique à celui de l'Industrie le 22 mai 1922, à la suite du départ du conseiller d'État Quartier-la-Tente[1577]. Bien que, d'un point de vue opérationnel, cette transition n'ait pas profondément modifié la gestion de l'établissement – les deux départements étant toujours représentés au sein de la commission – ce changement souligne l'assimilation croissante de l'Observatoire à un outil stratégique au service de la politique économique.

Après une phase d'expansion axée sur la recherche scientifique, ce sont finalement les missions chronométriques qui émergent consolidées des premières décennies du XX^e^ siècle, recentrant les efforts de l'Observatoire sur ses services pratiques.

8.3.3 Supprimer l'Observatoire

Cette affirmation du rôle pratique de l'Observatoire, au détriment de sa vocation scientifique, soulève des questions cruciales pour son avenir. Si l'Observatoire se limite à un rôle strictement pratique, la possibilité de transférer ses missions aux industriels ou aux bureaux de contrôle des montres devient un débat. Entre le milieu des années 1920 et la fin du mandat de Louis Arndt, l'institution traverse une période particulièrement délicate, devant plus que jamais justifier son utilité[1578]. Cette crise « identitaire » s'inscrit dans un contexte plus large touchant également d'autres observatoires, comme en France, où l'astronomie connaît un « moment critique »[1579] entre 1920 et 1940, et se trouve forcée de se redéfinir et de défendre ses raisons d'être.

L'existence même de l'institution se révèle menacée : « *L'Observatoire constitue* […] *pour l'État une charge importante qui, si elle ne peut être réduite* […]*, doit au moins être compensée par une production scientifique suffisante.* »[1580] Selon le président de la commission, si cette condition

[1577] Sur ce changement, voir l'arrêté du 22 mai 1922 : « Arrêté concernant le transfert de l'Observatoire cantonal dans les attributions du département de l'Industrie », 23 mai 1922*, Recueil officiel des lois, décrets et arrêtés de la République et Canton de Neuchâtel*, 4, Neuchâtel, Borel & Seiler, 1929, p. 8.
[1578] Sur la nécessité de démontrer l'utilité d'un observatoire, voir : Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*…, pp. 76-79. Voir aussi : Aubin David, « L'observatoire. Régimes de spatialité… », p. 56.
[1579] Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*, p. 296 *sq*.
[1580] « Séance du 16 janvier 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 85.

n'est pas atteinte, c'est en raison de l'organisation du travail : « *Dans ces conditions, et puisque chacun s'accorde à dire que notre Observatoire est muni d'instruments et d'appareils perfectionnés – à l'exception peut-être du sismographe –, il semble tout naturel que nous puissions exiger du personnel et des instruments le maximum de rendement. Si tel ne devait pas être le cas, il ne nous serait plus possible d'accepter toutes les responsabilités devant le Grand Conseil et le pays* »[1581].

Samuel de Perrot va lui jusqu'à remettre en question le fondement de l'Observatoire :

« *Maintenant que la télégraphie sans fil donne l'heure avec toute la précision voulue, le service de l'heure de l'Observatoire n'a plus la même importance que lors de sa fondation quand on ne connaissait pas même exactement sa longitude. Ne serait-il pas infiniment préférable de séparer complètement ces deux services, le premier comprenant le service des chronomètres, de la météorologie et des tremblements de terre, soit en un mot, tout ce qui exige de longues, nombreuses et intéressantes correspondances concernant plus particulièrement l'horlogerie et le public ? Quant au second service, il comprendrait plus spécialement l'Observatoire, si on envisage que la valeur des observations et des études qu'on y fait compense son coût d'entretien élevé. Travaillant à tête reposée et n'ayant plus rien pour les déranger, les astronomes seraient à même de travailler à plein rendement, de faire de la science pure, et de justifier ainsi les dépenses considérables qui ont été faites pour le nouvel observatoire. Si ces conditions ne peuvent être obtenues, ne serait-il pas franchement préférable de supprimer complètement la partie scientifique de l'Observatoire, et de transporter ses instruments dans un observatoire national, suffisamment élevé pour obtenir les meilleurs résultats optiques possibles ?* »[1582]

Dans cette perspective, l'Observatoire voit ses services scindés entre des applications « intéressantes » (horlogerie, météorologie et sismologie) et une science dite « pure ». La valeur de l'institution est évaluée en fonction de son rendement, reflétant une approche rationalisée et productiviste de l'activité scientifique. Avec ce raisonnement, la délivrance de certificats ne suffit plus à justifier son existence. Samuel de Perrot remet également en question l'importance de la détermination de l'heure, argumentant que la TSF fournit désormais cette information avec « *toute la précision voulue* ». Selon lui, cette

[1581] « Séance du 16 janvier 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-35, p. 85.
[1582] Samuel de Perrot, 11 septembre 1923, AEN, Fonds de l'Observatoire 401, p. 2.

précision rend obsolète la mesure du temps local, bien que cet avis ne soit pas majoritairement partagé, puisque l'Observatoire conserve ses attributions. Le rôle et les compétences du directeur sont aussi discutés avec la volonté « *d'examiner* […] *si le directeur ne pourrait pas se charger de tout le service chronométrique et de confier les autres travaux à un astronome bien au courant de tout ce qui concerne ce domaine* »[1583]. Ce questionnement met en lumière les doutes concernant les capacités de Louis Arndt en astrophysique.

Le 16 mars 1927, la commission entérine le recentrage des activités sur les services pratiques, affirmant que le « *rôle de l'Observatoire* […] *doit s'exercer davantage dans le domaine de la chronométrie que dans celui de l'astronomie* »[1584]. Elle commande également une expertise fonctionnelle, confiée à Alfred Wolfer (1854-1931), directeur de l'Observatoire de Zurich, et à Manderli[1585]. Tous deux défendent l'établissement dans leur rapport, qui « *réduit à peu de choses les critiques formulées contre la direction de l'Observatoire* »[1586]. Ce document met en avant la qualité du travail accompli, mais relève aussi des insuffisances, notamment en matière d'effectifs et dans la gestion des tâches. À la suite de ce rapport, la commission décide de confier à Odermatt, astronome adjoint, la supervision des instruments du pavillon Hirsch, tandis qu'Arndt prend en charge le service de l'heure et le contrôle des chronomètres, consolidant ainsi la séparation entre les services scientifiques et pratiques, envisagée dès 1901. Cependant, aucune augmentation de personnel n'est envisagée, la commission estimant qu'« *il ne faut pas y songer* […]. *Une demande de cette nature serait fort mal reçue par le Grand Conseil qui poursuit une politique d'économies* »[1587]. L'Observatoire se trouve ainsi face à une contradiction : produire toujours davantage avec des moyens inchangés.

En 1932, au cœur d'une crise économique majeure dans l'Arc jurassien, avec un taux de chômage élevé et des aides fédérales équivalentes au double du budget annuel neuchâtelois, une politique d'austérité est imposée et une analyse du contrôle financier de l'État est menée[1588]. Le 9 mars 1932, ce rapport est examiné par la commission de l'Observatoire qui se compose du conseiller d'État Edgar Renaud ; de son collègue Antoine Borel (1885-1968),

[1583] « Séance du 16 janvier 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 85, p. 86.
[1584] « Séance du 16 janvier 1924 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 16.
[1585] « Réunion du mercredi 16 mars 1927, *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, pp. 14-16.
[1586] « Réunion du mercredi 5 octobre 1927, *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 29.
[1587] « Réunion du mercredi 5 octobre 1927, *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 29.
[1588] « Réunion du mercredi 9 mars 1932, *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 169. Sur le contexte de crise : Garufo Francesco, *L'Emploi du temps*…, p. 33. Sur la chute des effectifs travaillant au sein de l'industrie horlogère : Perrenoud Marc, « Contrastes et paradoxes de la crise dans l'horlogerie », *Traverse*, 1, 1997, p. 110.

du département de l'Instruction publique qu'il dirige de 1925 à 1942, lettré et promoteur du cinéma suisse[1589], de Paul Berner, désormais directeur retraité de l'École d'horlogerie de La Chaux-de-Fonds, de Gustave du Pasquier ; de Marc Inaebnit ; de Charles-Albert Vuille, industriel à La Chaux-de-Fonds ; de Pierre Huguenin, horloger-technicien de Neuchâtel ; et enfin du secrétaire du département de l'Industrie, Auguste Thönen. Cette commission, majoritairement constituée d'horlogers et d'industriels, conclut à la nécessité de proposer des coupes budgétaires, notamment dans les activités astrophysiques, pour répondre aux critiques sur l'Observatoire « *à qui on a souvent reproché une insuffisance de travaux scientifiques* »[1590]. Une étude menée par l'astronome Robert Trümpler met également en cause l'état de certains instruments, comme le réfracteur Zeiss. Cette critique marque un tournant, l'instrumentation de l'Observatoire devenant une cible, alors que les critiques précédentes concernaient principalement la gestion du directeur. La retraite du concierge, âgé de 72 ans, et du directeur, environ 71 ans, est envisagée, mais leur reconduction pour une période administrative de trois ans, courant jusqu'en 1934, conduit à repousser toute décision jusqu'à l'échéance de leurs mandats. Enfin, la commission choisit de « *réduire le service astronomique et en même temps de supprimer un poste, tout en étant unanime à regretter la diminution de ce service* »[1591]. En avril 1932, la commission réitère l'importance de réaliser des économies, en recommandant que le rapport annuel soit réduit, car « *chaque page* […] *coûte Fr. 19.* »[1592] et en exhortant le directeur à restreindre « *l'acquisition* [d'appareils] »[1593].

Malgré cette cure d'austérité, la situation demeure politiquement tendue dans les années suivantes. Cette tension culmine lors de la séance du Grand Conseil du 16 novembre 1936, où la suppression de l'institution astronomique est envisagée dans le cadre de nouvelles restrictions budgétaires[1594]. Cependant,

[1589] Sur Antoine Borel, voir : Bottani Alessia, « Portrait d'Antoine Borel », Maire Frédéric et Tortajada Maria (éd.), *La Collaboration UNIL + Cinémathèque suisse*, www.unil-cinematheque.ch, novembre 2016.

[1590] « Réunion du mercredi 9 mars 1932, *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 170.

[1591] « Réunion du mercredi 9 mars 1932, *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 175.

[1592] « Réunion du mercredi 13 avril 1932, *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, pp. 179-180.

[1593] « Réunion du mercredi 13 avril 1932, *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 180.

[1594] « Rapport du Conseil d'État à l'appui ; 1. D'un projet de décret concernant la suppression de la Station d'essais vinicoles, à Auvernier ; 2. D'un projet de décret concernant la révision de la Convention "académique", séance du 16 novembre 1936 », *BOGC*, 102, 1936-1937, pp. 94-103. La commission chargée d'examiner la proposition du Conseil d'État le fait dans un rapport déposé le 18 mai 1937 : « Rapports de la commission chargée d'examiner les propositions du Conseil d'État au Grand Conseil, relatives à : I. L'Observatoire cantonal, à Neuchâtel. II. L'École cantonale d'agriculture, à Cernier. III. La Station d'essais viticoles, à Auvernier, 18 mai 1937 », *BOGC*, 103, 1937-1938, pp. 77-80. Une première discussion

la commission ad hoc déclare « *que le canton de Neuchâtel est le centre le plus important du monde pour l'horlogerie de haute précision.* […] *Ce n'est pas aujourd'hui* […] *que l'État va porter un coup moral à notre belle industrie en supprimant l'Observatoire…* »[1595]. Grâce à son rôle jugé indispensable pour l'horlogerie, l'Observatoire parvient ainsi à traverser cette période difficile.

*****

Entre les années 1910 et 1940, l'Observatoire se transforme progressivement en une institution bureaucratico-scientifique. L'accomplissement des tâches habituelles de l'établissement ne suffit plus à légitimer son existence, et il doit désormais prouver en permanence son utilité. Cette évolution complique la tâche du directeur, Louis Arndt, un fonctionnaire bureaucratico-scientifique vieillissant et peu charismatique.

Alors qu'au XIX^e^ siècle, l'Observatoire visait à atteindre un niveau maximal de précision et à progresser constamment, le début du XX^e^ siècle marque un changement de paradigme. Le modèle bureaucratico-scientifique privilégie désormais des minima garantissant un seuil de précision acceptable. Ce virage implique le respect strict de règles prédéfinies, reléguant l'amélioration continue des données au second plan. Parallèlement, l'objectivité mécanique se renforce, grâce à l'ajout d'instruments visant à éliminer l'intervention humaine dans l'acte d'observation et à uniformiser les procédures. La détermination de l'heure devient alors une pratique rigoureusement encadrée, témoignant d'une bureaucratisation croissante de cette mission. Réglementation, standardisation des données et mécanisation des observations forment ainsi un triptyque indissociable.

Dans l'organisation disciplinaire de l'Observatoire, la mesure du temps perd en importance, devancée par le développement de l'astrophysique. Cette discipline, initiée par le premier directeur, ambitionne de réaffirmer le rôle scientifique de l'institution, alors que la bureaucratisation s'intensifie. Toutefois, le développement de l'astrophysique bute sur les exigences de la culture bureaucratico-scientifique, qui valorise avant tout un rendement scientifique mesurable. Les ambitions héritées de Hirsch se heurtent violemment à ces nouvelles attentes, plaçant Arndt dans une impasse.

---

sur l'avenir de l'Observatoire et sur sa remise à l'industrie privée a eu lieu, le 26 septembre 1926 : « Réunion du mercredi 22 septembre 1926 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 282 *sq*.

[1595] « Rapports de la commission chargée d'examiner les propositions du Conseil d'État au Grand Conseil, relatives à : I. L'Observatoire cantonal, à Neuchâtel. II. L'École cantonale d'agriculture, à Cernier. III. La Station d'essais viticoles, à Auvernier, 18 mai 1937 », *BOGC*, 103, 1937-1938, pp. 77-80, p. 78.

La petite taille de l'institution constitue une entrave majeure : elle ne permet pas l'utilisation du triple réfracteur Zeiss. En outre, l'absence de soutien de l'industrie horlogère et de l'État, qui rechigne à augmenter la dotation en personnel, confine l'institution à un rôle pratique. Ces contradictions révèlent les tensions inhérentes entre les objectifs ambitieux imposés par le modèle bureaucratico-scientifique et les moyens limités dont dispose l'établissement, tant en matière de personnel que de ressources matérielles. L'inaction d'un État perpétuellement en crise financière et la réticence d'une industrie horlogère, pourtant mieux structurée qu'au XIX^e^ siècle, constituent les entraves principales au développement scientifique de l'institution.

Après une phase de réorganisation et de mise à niveau instrumentale, l'Observatoire se retrouve dans l'incapacité de mener à bien toutes les missions qui lui sont confiées, faute d'une adéquation entre ses objectifs et ses moyens. Les décennies 1920 et 1930 s'avèrent donc particulièrement éprouvantes pour cette institution, prise dans un contexte institutionnel, scientifique et économique en profonde mutation.

Chapitre 9

La troisième chaîne opératoire (1954) ou la résistance du temps astronomique

> « Un être humain est une partie du tout, que nous appelons "l'Univers", une partie limitée dans le temps et l'espace. Il s'éprouve lui-même, ses pensées et ses sentiments, comme quelque chose de séparé du reste – une sorte d'illusion d'optique de sa conscience. Ce délire est une sorte de prison pour nous, nous limitant à nos désirs personnels et à l'affection pour quelques personnes les plus proches de nous. Notre tâche doit être de nous libérer de cette prison en élargissant notre cercle de compassion pour embrasser toutes les créatures vivantes et toute la nature dans sa beauté. Personne n'est capable d'y parvenir complètement, mais l'effort pour un tel accomplissement est en soi une partie de la libération et un fondement de la sécurité intérieure. »
>
> Albert Einstein, *New York Post*, 28 novembre 1972

Au milieu du XX^e^ siècle, les grandes avancées théoriques sur la nature du temps et de l'espace, notamment les théories de la relativité (relativité restreinte en 1905 et générale en 1915) élaborées par Albert Einstein et évoquées dans un article de 1972 publié dans le *New York Post*, ainsi que les recherches sur la mécanique quantique, en particulier de Max Planck, n'ont pas encore profondément influencé les pratiques

de l'Observatoire[1596]. L'institution poursuit ses activités selon un cadre bureaucratico-scientifique solidement établi, rythmé par un travail quotidien routinisé. Cependant, l'introduction progressive de nouvelles technologies amorce des bouleversements, qui culminent avec la modernisation de la chaîne opératoire en 1954. Après une longue période de crise, l'Observatoire retrouve un souffle nouveau sous la direction d'Edmond Guyot, troisième directeur de l'établissement. L'ère Arndt, marquée par des difficultés et une gestion critiquée, se termine péniblement avec un directeur vieillissant, dépassé par les attentes croissantes, mais soutenu par un Conseil d'État hésitant à le destituer[1597]. En 1934, cette situation est réglée par le départ en retraite de Louis Arndt, qui fournit l'opportunité de tourner la page d'une période qui a vu les services pratiques devenir la priorité absolue d'un établissement devant répondre à de nouvelles attentes en matière de productivité scientifique et de missions[1598].

Sous la direction de Guyot, les années suivantes permettent une stabilisation organisationnelle et instrumentale de l'Observatoire. Dès 1946, Guyot propose un ambitieux projet de transformation, qui aboutit en 1954 avec l'introduction d'une nouvelle chaîne opératoire. Cette date correspond à l'installation du Photographic Zenith Tube (PZT) et à l'avènement des horloges à quartz. Toutefois, les innovations techniques et instrumentales de cette période rendent difficile l'identification d'un moment précis comme représentatif des évolutions. En particulier, les horloges à quartz, en constante amélioration tout au long des années 1950, témoignent de ces évolutions rapides[1599]. La complexification de la chaîne opératoire s'accompagne de l'ajout de nombreux appareils techniques, parfois mal documentés ou peu identifiés, nécessitant d'être attentif à ces aspects. Ce tournant technologique reflète les efforts de l'Observatoire pour s'adapter à un contexte en mutation rapide, en tirant parti des avancées dans la mesure du temps et des derniers instruments scientifiques.

Une conjonction de facteurs crée un contexte favorable au renouvellement des instruments de la mesure du temps, basée sur le quartz, la radiodiffusion et

[1596] Sur ce contexte de changement de conceptions autour du temps, voir : Galison Peter, *L'Empire du temps*… Sur la physique quantique : Audoin Claude et Guinot Bernard, *Les Fondements de la mesure du temps. Comment les fréquences atomiques règlent le monde*, Paris, Milan, Barcelone, Masson, 1998 ; Styer Daniel, *The Strange World of Quantum Mechanics*, Cambridge, Cambridge University Press, 2000.

[1597] « Discussion du projet de budget pour 1932 (suite) », séance du 30 novembre 1931, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 97, 1931-1932, pp. 230-231, p. 231.

[1598] La démission de Arndt est effective au 30 juin 1934, voir : « Réunion du mercredi 24 janvier 1934 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 259.

[1599] Sur l'histoire de la mesure du temps au XX^e siècle, voir : Guyot Edmond, *Histoire de la détermination de l'heure*…

le PZT. Tout d'abord, la fin des années 1930 marque le début d'un « âge d'or » pour l'industrie horlogère, un phénomène qui s'intensifie après la Seconde Guerre mondiale[1600]. Cette dynamique repose sur l'étroite collaboration entre l'État et l'industrie, incarnée par la notion d'« État horloger », caractérisant le rôle de l'État de Neuchâtel entre 1919 et 1951[1601]. Dans ce cadre, les ressources financières et humaines de l'Observatoire augmentent, soutenues par un contexte où science et techniques bénéficient d'un appui accru des sphères étatiques et industrielles[1602]. La Seconde Guerre mondiale a démontré le potentiel stratégique de la science et des technologies, illustré notamment par le projet Manhattan et la mise au point de la bombe atomique[1603]. À partir de ce moment, les politiques étatiques de soutien à la recherche se renforcent[1604]. Cette approche techno-scientifique touche également la mesure du temps, qui entre dans une phase de transformations majeures grâce à des innovations comme les horloges à quartz, puis atomiques[1605]. Ces évolutions modifient la dynamique de l'Observatoire : la mise en place de la nouvelle chaîne opératoire dépend désormais davantage d'acteurs industriels et politiques que ce n'était le cas pour les systèmes précédents.

Pour étudier cette période, les principales sources mobilisées incluent les rapports de directeur, les dossiers présentés au Grand Conseil, les procès-verbaux de la commission de l'Observatoire et certains dossiers thématiques des AEN comme celui sur le PZT ou, dans une moindre mesure, sur le quartz[1606]. D'autres fonds enrichissent cette analyse, notamment ceux de

[1600] Garufo Francesco, « Abondances et disettes », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 247-255, pp. 250-252.

[1601] Koller Christophe, « De l'industrialisme à l'étatisme… », pp. 50-58.

[1602] Edgerton David, « L'État entrepreneur des sciences… », pp. 74-77.

[1603] Bonneuil Christophe et Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs…*

[1604] Gugerli David et Tanner Jakob, « Savoir et technologie », Halbeisen Patrick, Müller Margrit et Veyrassat Béatrice (éd.), *Histoire économique de la Suisse au xx^e siècle,* Neuchâtel, Livreo-Alphil, 2021, pp. 283-338.

[1605] Sur l'origine des horloges à quartz, voir les travaux de Shaul Katzir : Katzir Shaul, « Variations and combinations: invention and development of quartz clock technologies at AT & T », *Journal of the International Commitee for the History of Technology*, 22, 2016, pp. 78-114, pp. 98-103 ; Katzir Shaul, « Time standards for the twentieth Century: telecommunication, physics, and the quartz clock », *The Journal of Modern History*, 89, 2017, pp. 119-150. Sur les horloges atomiques : Riley William, « A history of the rubidium frequency standard », *IEEE UFFC-S History*, 2019, pp. 1-35. Sur le xx^e siècle, comme celui de l'atome : Bigg Charlotte, « Le siècle de l'atome en images », Bonneuil Christophe et Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. Tome 3. Le siècle des technosciences*, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 166-185.

[1606] Sur le PZT, voir particulièrement : AEN, 1EP-364 et 2IND-79. Pour le quartz, le fonds 1Ep-364 et 1EP-368. Pour les rapports au Grand Conseil : « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'observatoire cantonal et pour l'achat de divers

l'Observatoire de Greenwich, conservés à la bibliothèque de Cambridge, et ceux de l'entreprise Grubb & Parsons, disponibles aux Tyne & Wear Archives, à Newcastle upon Tyne[1607].

Afin d'aborder cette époque, nous commencerons par présenter le troisième directeur dont le rôle central dans ces transformations est indéniable et dont la personnalité contraste fortement avec celle de son prédécesseur. Nous examinerons ensuite les modalités de la réactualisation de la chaîne opératoire. Cette analyse portera notamment sur le processus ayant conduit au choix d'un PZT pour remplacer le cercle méridien SIP, tout en soulignant que ce dernier reste en usage jusqu'à ce que l'instrument zénithal donne entière satisfaction. Par ailleurs, nous étudierons la mise en place des technologies fondées sur le quartz. Enfin, nous analyserons l'évolution de la transmission de l'heure, sous l'impulsion du développement des télécommunications, en retraçant l'évolution dans ce domaine depuis les années 1930.

9.1 Edmond Guyot (1900-1963), troisième directeur de l'Observatoire

Edmond Guyot est devenu le troisième directeur de l'Observatoire en 1934, d'abord provisoirement, puis de manière définitive (figure 67)[1608].

Né à La Chaux-de-Fonds le 23 janvier 1900, il est le premier Neuchâtelois d'origine à remplir cette fonction[1609]. Il effectue ses classes au Gymnase de Neuchâtel et est licencié ès sciences mathématiques de l'Université de Neuchâtel. Le 1er janvier 1923, il entame son mandat à l'Observatoire en tant qu'assistant à la place de Parel[1610]. En 1931, il obtient son titre de docteur en réalisant une thèse sur l'instrument des passages de Neuchâtel sous la direction de Georges Tiercy (1886-1956), directeur de l'Observatoire de Genève[1611].

instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 113, 1947-1948, pp. 702-740 ; Humbert Jean, « Rapport sur l'état des travaux à fin 1951 des nouvelles installations de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », 12 mars 1952, AEN, 2IND-98.

[1607] Les fonds de l'Observatoire de Greenwich concernant le PZT sont dans les fonds suivants de la Bibliothèque de Cambridge : GBR/0180/RGO 9/110 et GBR/0180/RGO 9/111. Les Tyne & Wear Archives conservent une partie des fonds de l'entreprise Grubb & Parsons : Accession 1919, Accession 1681 et DS.GP/4/PH/1/I.

[1608] RD 1934, p. 3.

[1609] Pour une biographie de Guyot, voir : Fiala Félix, « Edmond Guyot (1900-1963)… ».

[1610] RD 1922, pp. 15-16.

[1611] Guyot Edmond, *Étude sur l'instrument des passages et la détermination de l'heure*, Neuchâtel, Attinger, 1931.

Figure 67. Portrait d'Edmond Guyot. FIALA Félix, « Edmond Guyot (1900-1963) », *BSSNN*, 87, 1964, p. 208.

En 1928, Guyot est nommé chargé de cours en astronomie et géodésie, une chaire réduite après le départ du professeur Gustave Juvet (1896-1936)[1612]. Il devient professeur extraordinaire en 1935[1613], à l'issue d'une nomination qui le place en concurrence avec son collègue Hans Odermatt[1614]. Bien que

[1612] B. G., « Un départ à l'Université », *L'Express*, 30 juillet 1928, p. 6. Juvet quitte l'Université de Neuchâtel pour occuper la chaire d'astronomie de l'Université de Lausanne.
[1613] PERRET Thomas, « La physique… », pp. 508-509.
[1614] PERRET Thomas, « La physique… », p. 552.

ce poste ne soit pas automatiquement lié à la direction de l'Observatoire, Odermatt, après son échec, « *ne veut pas* […] *demeurer à l'Observatoire, sous un directeur plus jeune que lui* » et indique rechercher un autre poste[1615].

Lorsque, en 1934, la question du successeur de Louis Arndt se pose, un recrutement interne en faveur de Guyot divise la commission de l'Observatoire. Certaines voix notent que « *M. Odermatt a plus d'idées que M. Guyot* »[1616]. Initialement, ni l'un ni l'autre n'inspire une forte confiance, comme en témoigne une remarque du conseiller d'État Edgar Renaud en 1923 : « *Chacun est du même avis sur l'impression première* [mauvaise] *causée par l'adjoint et l'assistant.* »[1617] Aux yeux de la commission, le départ d'Arndt doit être l'occasion de repenser le fonctionnement de l'institution. Elle prône une approche plus polyvalente, suggérant « *un programme "interchangeable" pouvant être exécuté indifféremment par l'un ou par l'autre des astronomes* »[1618]. Le modèle organisationnel, inchangé depuis la fondation de l'Observatoire, semble désormais inadéquat pour répondre aux multiples missions de l'institution. Après des années de querelles intestines, ce sont « *une collaboration étroite et beaucoup de bonne volonté qui sont nécessaires à la bonne marche de l'Observatoire* »[1619].

Malgré les diverses réserves exprimées, la commission, après avoir mené des entretiens avec les deux candidats, se range en faveur de Guyot, dont la candidature apparaît plus convaincante. Une fois nommé, Guyot affiche clairement ses intentions et se montre déterminé à insuffler une nouvelle dynamique : « *Il aimerait qu'on lui accorde confiance et qu'il puisse exercer ses fonctions en s'inspirant d'un esprit nouveau.* »[1620] Il demande aussi « *qu'on lui laisse une certaine liberté d'action pour qu'il puisse faire ses preuves et répartir les travaux dans l'intérêt du bon fonctionnement des services de l'Observatoire* »[1621]. L'attitude résolue du directeur finit par convaincre

[1615] « Réunion du mercredi 4 décembre 1929, *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 91. Odermatt demeure toutefois en poste jusqu'en 1935, date à laquelle il obtient un congé pour occuper le poste de directeur de l'Observatoire de Quito : RD 1935, p. 8. Il remet officiellement sa démission en juin 1936 : RD 1936, p. 9.

[1616] « Réunion de la séance de la sous-commission de l'Observatoire pour le remplacement du directeur, le vendredi 13 avril 1934 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 292.

[1617] « Réunion du lundi 5 février 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 35.

[1618] « Réunion de la séance de la sous-commission de l'Observatoire pour le remplacement du directeur, le vendredi 13 avril 1934 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, pp. 294-295.

[1619] « Réunion de la séance de la sous-commission de l'Observatoire pour le remplacement du directeur, le vendredi 13 avril 1934 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 295.

[1620] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 19 décembre 1934 », *PVCOC juin 1934 à décembre 1938*, AEN, 1EP-352, p. 7.

[1621] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 19 décembre 1934 », *PVCOC* juin 1934 à décembre 1938, AEN, 1EP-352, p. 11.

la commission, qui lui accorde progressivement une plus grande marge de manœuvre. L'ère Guyot se caractérise ainsi par un relâchement relatif du contrôle exercé par la commission, bien qu'il ne faille pas surestimer cette autonomie. En effet, toutes les décisions continuent d'être soigneusement examinées et débattues au sein de la commission.

Malgré les ambitions affichées par le nouveau directeur, l'Observatoire subit une réduction de personnel, le poste d'assistant n'étant pas repourvu après la nomination de Guyot[1622]. Cette décision, dictée par des impératifs économiques, reflète les conséquences persistantes de la période de crise, ramenant l'institution à une situation comparable à celle d'avant 1913. Le 3 juillet 1935, la commission propose au Conseil d'État de confirmer Guyot dans ses fonctions de directeur, décision qui coïncide avec la recommandation du Conseil de la Faculté des sciences de l'Université de Neuchâtel pour son poste de professeur extraordinaire d'astronomie et de géodésie[1623]. Parallèlement, Guyot rétablit des liens avec la Société des sciences naturelles de Neuchâtel (SSNN), dont il assure la présidence entre 1936 et 1939[1624]. La période de son mandat marque ainsi un retour à des relations plus étroites entre l'Observatoire et deux piliers majeurs de la vie scientifique neuchâteloise, illustrant sa volonté de rapprocher l'institution de la vie académique et scientifique locale.

Dès sa prise de fonction, Guyot, conscient de l'importance de prouver l'utilité de son établissement pour en assurer la pérennité, initie diverses missions destinées à la population. Il met en place une station de prévision des ouragans afin de prévenir les navigatrices et navigateurs du lac de Neuchâtel en cas de tempête[1625]. Parallèlement, Guyot mène des études climatiques liées à la vigne sur le littoral neuchâtelois[1626]. Durant cette période, l'Observatoire développe aussi une activité régulière d'expertise dans des affaires judiciaires[1627]. Cette expertise porte sur des éléments climatiques tels que l'heure du coucher du Soleil, les températures ou les conditions de visibilité,

[1622] RD 1934, p. 8.

[1623] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 3 juillet 1935 », *PVCOC juin 1934 à décembre 1938*, AEN, 1EP-352, p. 11. Guyot occupe la charge de doyen de la Faculté des sciences à deux reprises : Fiala Félix, « Edmond Guyot (1900-1963) », p. 210.

[1624] Fiala Félix, « Edmond Guyot (1900-1963) », p. 210.

[1625] Guyot Edmond, « Les ouragans et le sauvetage sur le lac », *BSSNN*, 62, 1937, pp. 189-190.

[1626] Guyot Edmond et Godet Charles, « Influence du climat sur le rendement de la vigne », *BSSNN*, 58, 1933, pp. 77-96 ; Guyot Edmond, « Le climat et la vigne », *BSSNN*, 60, 1935, pp. 209-223 ; Guyot Edmond, « Le déplacement des pôles terrestres et l'abaissement progressif de la limite supérieure de la culture de la vigne », *BSSNN*, 61, 1936, pp. 227-228.

[1627] Notons que cette activité d'expertise juridique, dont quelques traces subsistent dans la correspondance, existait déjà auparavant, mais tend à se renforcer à partir de cette période.

notamment dans le cadre d'accidents de la route. Ces initiatives témoignent de l'attention particulière de Guyot à établir des liens étroits avec la société locale, démontrant sa volonté de rendre l'Observatoire indispensable[1628]. Lors de son départ à la retraite en 1955, Guyot résumera son approche en déclarant qu'il a «*cherché à orienter les tâches de l'Observatoire vers des buts pratiques. Si la science pure n'a jamais été négligée chez nous, nous avons cherché à rendre service avant tout*»[1629].

Dans le but de de faire (re)connaître publiquement la valeur socio-économique de son établissement, Guyot s'investit dans une intense activité de communication, donne des conférences publiques et publie régulièrement dans le *BSSNN*[1630]. Ses écrits donnent à voir la diversité de ses centres d'intérêt, avec une attention particulière portée à la vulgarisation des savoirs dans les domaines de la mesure du temps et de l'astronomie méridienne. Parmi ses contributions figure un *Dictionnaire des termes utilisés dans la mesure du temps*[1631], une *histoire de la détermination des longitudes*[1632] et, publiée à titre posthume, une *Histoire de la détermination de l'heure*[1633]. Au-delà de sa passion pour l'astronomie pratique, Guyot explore d'autres disciplines scientifiques. Il rédige des articles sur la météorologie, les phénomènes astronomiques, la sismologie, la chronométrie, le climat et les instruments scientifiques[1634]. Il ne se limite pas aux revues académiques, puisqu'il s'adresse également aux parutions horlogères, en particulier le *Journal suisse de l'horlogerie* (JSH), renforçant ainsi les liens entre l'Observatoire et l'industrie horlogère[1635]. Par ces actions, Guyot s'efforce de donner une plus grande visibilité à son établissement tout en démontrant son rôle crucial au service de la société. Cette stratégie, mêlant vulgarisation scientifique et promotion ciblée, illustre sa volonté de positionner l'Observatoire comme un acteur incontournable de la vie socio-économique et scientifique de l'Arc jurassien.

[1628] Sur la nécessité de repositionner les observatoires à partir du XX^e^ siècle afin de justifier leur existence : Aubin David, «L'observatoire. Régimes de spatialité…», pp. 65-67 ; Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*, pp. 300 *sq* ; Aubin David, «The fading stars…», p. 100.

[1629] S.n. [initiales D. B.], «La retraite d'un savant neuchâtelois : M. Edmond Guyot va quitter la direction de l'Observatoire après trente-deux ans d'activité», *L'Express,* 30 avril 1955, p. 6.

[1630] La liste des publications de Guyot se trouve dans la bibliographie.

[1631] Guyot Edmond, *Dictionnaire des termes utilisés dans la mesure du temps*, La Chaux-de-Fonds, Chambre suisse de l'horlogerie, 1953.

[1632] Guyot Edmond, *Histoire de la détermination des longitudes*, La Chaux-de-Fonds, Chambre suisse de l'horlogerie, 1955.

[1633] Guyot Edmond, *Histoire de la détermination de l'heure…*

[1634] Voir en fin d'ouvrage la liste des publications de Guyot.

[1635] La collection des JSH est conservée au MIH et permet de voir le nombre de publications de Guyot.

De plus, à l'instar de l'engagement observé durant l'ère Hirsch, Guyot s'implique activement dans divers organismes scientifiques. Dès 1948, il rejoint la Commission géodésique suisse et contribue à la Commission de l'heure ainsi qu'à celle consacrée à l'analyse des travaux bibliographiques de l'Union astronomique internationale (IAU, International Astronomical Union). Cette participation témoigne son engagement à replacer l'Observatoire au cœur des réseaux scientifiques internationaux. En 1956, démonstration de sa reconnaissance sur la scène internationale, il reçoit la médaille française pour l'avancement des sciences, distinction soulignant son apport significatif au progrès scientifique[1636].

Guyot s'engage aussi dans certains débats de société, par exemple en prenant position contre l'armement atomique[1637]. Par ailleurs, il joue un rôle actif dans la vie politique locale : en 1944, il est élu au Conseil général de la commune de Neuchâtel, où il obtient le meilleur score sur la liste du parti libéral[1638]. Sur le plan personnel, Guyot est marié avec Marguerite Jacoby (1897-1984), dactylographe à l'Observatoire de janvier 1924 à août 1925[1639]. Le couple a deux enfants : Renée Hélène, née le 17 février 1928, et Suzanne Edmée, née le 14 août 1931[1640]. Sur ce point, Guyot s'inscrit dans la lignée de son prédécesseur en mêlant à l'Observatoire espace familial et professionnel.

Toutefois, malgré le renouveau apporté par Guyot, la fin de son mandat est marquée par des difficultés, témoignant notamment de la complexité d'adapter l'Observatoire dans un contexte où les sciences humboldtiennes se fragmentent et se redistribuent entre différents espaces spécialisés[1641]. Après sa retraite, Guyot fait l'objet de rappels à l'ordre de la part de la commission, qui lui demande de ne plus publier d'articles remettant en question les méthodes et la précision de l'Observatoire, un signe des tensions liées à cette période de transition[1642]. Guyot est également le dernier directeur de l'Observatoire à posséder une formation en astronomie, ce qui marque symboliquement la fin d'une époque. Cependant, la transition complète de l'institution ne se réalise

1636 *L'Impartial*, 3 août 1956, p. 4.
1637 « Comité de patronage recommandant aux électeurs de voter oui les 31 mars et le 1er avril 1962 en faveur de l'initiative contre l'armement nucléaire », *L'Express,* 24 mars 1962, p. 20.
1638 « District de Neuchâtel », *L'Express*, 8 mai 1944, p. 4.
1639 RD 1923, p. 9 et RD 1925, p. 19.
1640 *L'Express*, 18 août 1934, p. 6.
1641 Aubin David, « The fading stars… », p. 100.
1642 « Séance de la commission de l'Observatoire, du mercredi 15 juillet 1959 », *Procès-verbaux des séances de la commission de l'Observatoire – 1956-1959*, AEN, 1EP-353, p. 92. Dans une publication, Guyot indique que l'USNO utilise une meilleure procédure pour déterminer l'heure que Neuchâtel, suscitant l'ire de la commission.

pas immédiatement sous la direction de son successeur, Jean-Pierre Blaser (1923-2019), dont le passage à l'Observatoire est bref. Ce tournant s'amorce véritablement sous la direction de Jacques Bonanomi (1923-2010), cinquième directeur, qui incarne une rupture en tant que physicien à la tête de l'institution, reflétant le basculement vers le temps atomique.

9.2 La détermination de l'heure

Après avoir consolidé la position de l'Observatoire, Edmond Guyot élabore un projet de renouvellement de la chaîne opératoire en intégrant de nouvelles technologies (figure 68). En 1948, un rapport présenté au Grand Conseil établit les fondations de ces transformations, qui s'échelonnent sur une décennie et intègrent de nombreuses adaptations au fil du temps, rendant parfois l'étude de cette période relativement complexe. Ce rapport souligne que « *le progrès continue sa marche et il faut s'efforcer d'avancer pour ne pas être dépassé. Le moyen d'y parvenir est de moderniser et de compléter les installations existantes au fur et à mesure que les circonstances le nécessitent par leurs existences* »[1643]. Ces changements sont ainsi justifiés par une concurrence interinstitutionnelle, où il s'agit de ne pas être distancé dans une course au progrès[1644]. Cette stratégie discursive, visant à légitimer les transformations, devient une constante de cette chaîne opératoire. Plus que par le passé, la culture de la précision se définit en comparaison avec d'autres institutions, rendues directement comparables grâce à la radiodiffusion et au Bureau international de l'heure (BIH)[1645]. Ce nouveau cadre joue un rôle déterminant dans la conception et les contours de la chaîne opératoire.

[1643] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 703.

[1644] Notons qu'il n'est jamais explicitement précisé qui pourrait « dépasser » l'Observatoire de Neuchâtel. Toutefois, les Genevois, considérés comme les principaux concurrents horlogers de l'époque, semblent être une cible implicite. Plusieurs commentaires suggèrent que l'Observatoire de Genève est en premier lieu visé dans cette dynamique de rivalité interinstitutionnelle.

[1645] Sur l'histoire du BIH, voir : Guinot Bernard, « History of the bureau international de l'heure », Dick Steven, McCarthy Dennis et Luzum Brian (eds.), *Polar Motion: Historical and Scientific problems. ASP Conference Series,* 208, 2000, pp. 175-184.

9.2.1 Origine des instruments zénithaux

Après trois décennies d'utilisation du cercle méridien SIP et de l'instrument des passages Bamberg, l'Observatoire de Neuchâtel s'oriente vers une nouvelle génération d'instrument méridien avec le Photographic Zenith Tube (PZT). Cet appareil améliore la détermination de l'heure en réduisant plusieurs sources d'erreurs, notamment l'équation personnelle. Véritable pierre angulaire de la chaîne opératoire, le PZT suscite une communication abondante, justifiant qu'on lui consacre une analyse approfondie. Avant de détailler le processus de concrétisation de l'instrument et de décrire son fonctionnement, retraçons ses origines, qui remontent, comme celles des cercles méridiens, au XVII^e siècle. Cette contextualisation permet de mieux comprendre la place de cet instrument astronomique, resté jusqu'ici relativement peu étudié, malgré son importance dans l'évolution des pratiques de mesure du temps au milieu du XX^e siècle.

Le PZT s'inscrit dans une longue évolution technique, issue du développement des méthodes d'observation zénithale, qui consistent à étudier le passage des astres à proximité du zénith. Cette approche trouve son origine dans les tentatives de validation de la théorie héliocentrique de Copernic (1473-1543). Dans son *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, Galilée (1564-1642) suggère de mesurer la parallaxe annuelle d'une étoile visible au zénith, bien qu'il demeure incertain qu'il ait réellement mis cette idée en pratique[1646]. La première tentative documentée revient à Robert Hooke (1635-1703), savant et expérimentateur anglais, qui conçoit un instrument pour observer le passage de l'étoile Gamma Draconis, laquelle chemine au zénith du ciel londonien[1647]. Cependant, cette tentative semble avoir été infructueuse. Elle inspire néanmoins John Flamsteed (1646-1719), premier astronome royal – titre officiel du directeur de l'Observatoire de Greenwich –, qui, vers 1676, réalisa un instrument installé dans une tour, connu sous le nom de « Well Telescope »[1648]. Toujours à Greenwich, Samuel Molyneux (1689-1728) utilise

[1646] Satterthwaite Gilbert, « Airy's zenith telescopes and "the birth-star of modern astronomy" », *Journal of Astronomical History and Heritage*, 6, 1, 2003, pp. 13-26, p. 13. Pour le travail original de Galilée : Galilei Galileo, *Dialogo sui due massimi sistemi del mondo*, 1632.

[1647] Chapman Allan, *England's Leonardo: Robert Hooke and the Seventeenth-Century Scientific Revolution,* Londres, Institute of Physics Publishing, 2005, particulièrement les pages 102 à 105. Chapman Allan, « Dr Robert Hooke and the origins of engineering science », *Engineering and Computational Mechanics*, 164, EM4, 2011, pp. 189-205. Pour la source première, voir : Hooke Robert, *An Attempt to Prove the Motion of the Earth from Observations*, Londres, 1674.

[1648] Sur John Flamsteed : Birks John, *John Flamsteed, the First Astronomer Royal,* Londres, Avon Books, 1999 ; Forbes Eric, « John Flamsteed and the origins of the Greenwich astronomical tradition », *The Journal*

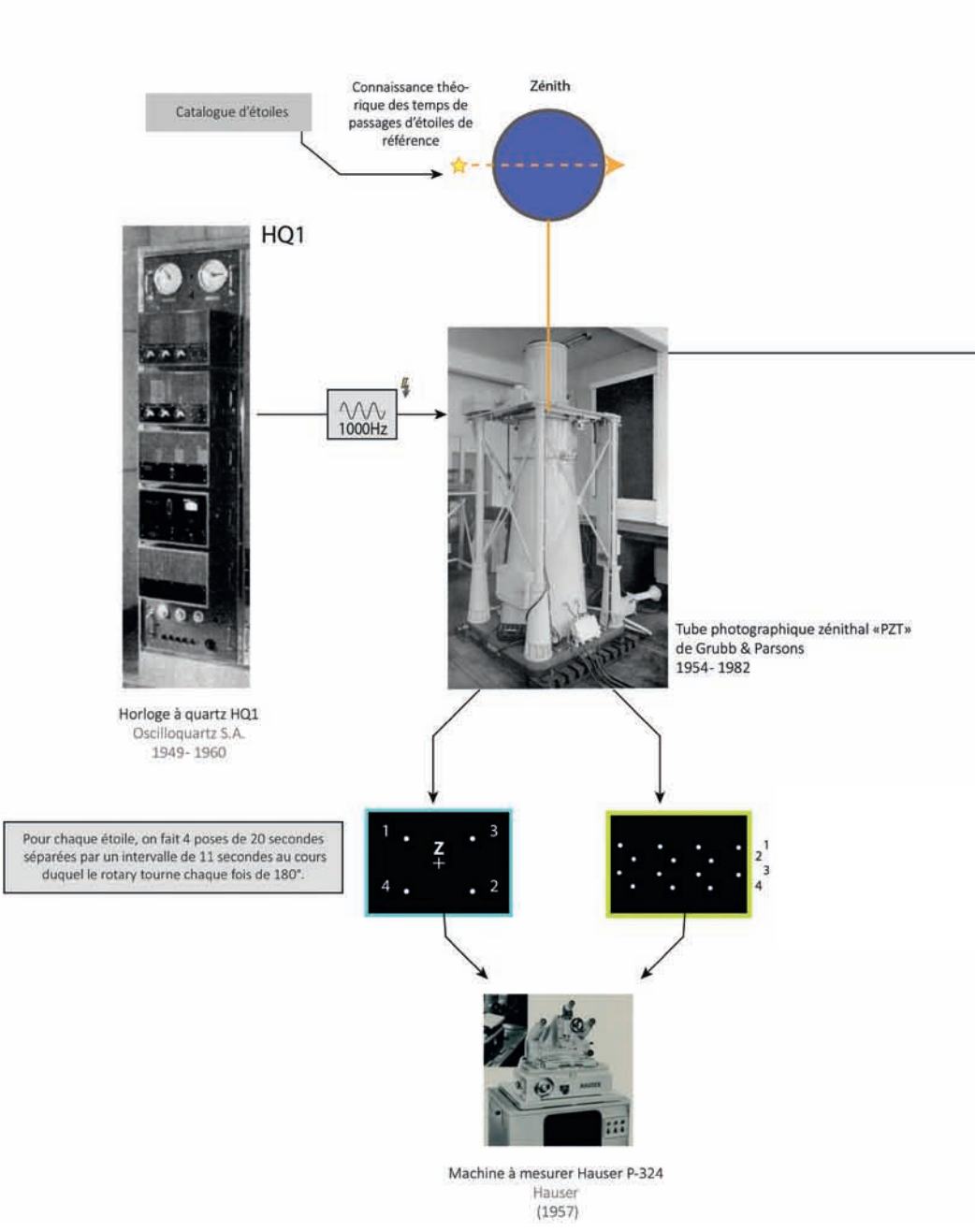
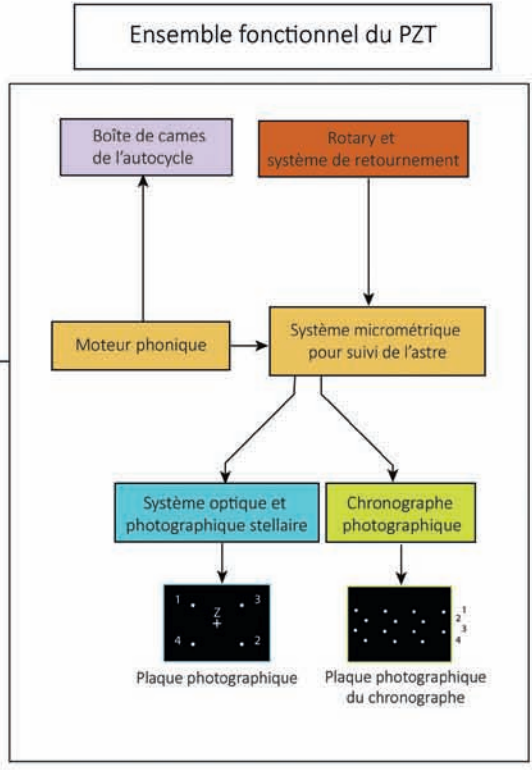


Figure 68. Chaîne opératoire de la détermination de l'heure, 1954 – première partie. Julien Gressot et Romain Jeanneret.



La plaque photographique du chronographe reçoit, toutes les deux secondes, la lumière d'une lampe à éclairs lui parvenant par un petit trou percé dans un écran. Ce dernier se déplace en même temps que le chariot portant la plaque photographique stellaire.

un instrument zénithal, sans doute fabriqué par George Graham (1673-1751), horloger et géophysicien anglais[1649]. Par la suite, Nevil Maskelyne fait installer un cercle mural destiné à la mesure de distances zénithales, qui fut principalement exploité par son successeur John Pond (1767-1836)[1650]. En 1851, George Bidell Airy (1801-1892), septième astronome royal, marque un tournant en développant un instrument connu sous le nom de Reflex Zenith Tube (RZT) et dont le concept pava la voie à des innovations futures, dont le PZT[1651].

Après plusieurs années d'utilisation, le RZT est abandonné, ses résultats étant jugés imprécis. Ce n'est qu'à la fin du XIX^e siècle, dans le cadre de recherches sur le mouvement d'oscillation de l'axe de la Terre, que l'intérêt pour les instruments zénithaux connaît un renouveau. Ce phénomène, désormais connu sous le nom d'oscillation de Chandler (C*handler Wobble*), est constaté simultanément à la fin des années 1880 par l'astronome allemand Friedrich Küstner (1856-1936) à Berlin et par l'astronome américain Seth Carlo Chandler (1846-1913)[1652]. Chandler, qui eut accès aux données obtenues avec le RZT d'Airy, déclare que « *rien dans l'astronomie moderne n'est un témoignage aussi désolant du résultat vain d'un projet prometteur* […] *poursuivi avec une persévérance admirable dans des circonstances décourageantes, que l'histoire du* [RZT] *de Greenwich* »[1653]. Cependant, une fois l'oscillation de Chandler mieux comprise, les résultats du RZT furent recalculés, révélant la précision de cet instrument. Sa valeur fut ainsi reconnue a posteriori, grâce à l'élucidation d'un phénomène physique jusque-là inconnu. Cet épisode illustre comment la pratique instrumentale peut précéder la théorie scientifique : c'est en maîtrisant les principes physiques sous-jacents que l'on parvient à exploiter pleinement un artefact technique. Cela met en lumière le fait que la précision des résultats ne dépend pas uniquement des

of Navigation, 28, 3, 1975, pp. 251-262. Sur le « Well Telescope » de Flamsteed, voir : Howse Derek, *Greenwich Observatory: The Buildings and Instruments*, Londres, Taylor & Francis, 1975, pp. 58-60 ; Laurie P., « Flamsteed's well », *The Observatory,* 76, 1956, pp. 24-25 ; Hunter A. et Martin E., « The flamsteed 90-foot lens », *The Observatory,* 76, 1956, pp. 25-26.

[1649] Satterthwaite Gilbert, « Airy's zenith telescopes… », p. 14. Derek Price mentionne toutefois que le fabricant serait Robert Smith : Price Derek, « The early observatory instruments of trinity college, Cambridge », *Annals of Science*, 8, 1, pp. 1-12.

[1650] Sur la construction de l'instrument de Maskelyne, voir : Reeves Nicky, *Constructing an Instrument: Nevil Maskelyne and the Zenith Sector, 1760-1774*, Université de Cambridge : thèse de doctorat, 2008.

[1651] Satterthwaite Gilbert, « Airy's zenith telescopes… », p. 14.

[1652] Satterthwaite Gilbert, « Airy's zenith telescopes… », p. 20. Pour la découverte de ce phénomène, voir : Carter M. et Carter W., « Seth Carlo Chandler Jr.: the discovery of variation of latitude », *Polar Motion: Historical and Scientific Problems. ASP Conference Series*, 208, 2000, pp. 109-119.

[1653] Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Médecine & Hygiène, 1967, p. 6.

méthodes employées ou de la qualité des instruments, mais également des connaissances théoriques nécessaires pour corriger les erreurs systématiques dans la production des données. Au tournant du XX^e siècle, de nouveaux appareils, comme ceux fabriqués par Julius Wanschaff (1844-1903), fabricant berlinois, poursuivent le développement des instruments zénithaux dans le but de confirmer et d'étudier l'oscillation de Chandler[1654].

Aux États-Unis, l'intégration de la photographie dans les instruments d'observation zénithale marque une étape décisive avec la création du premier PZT. En 1909, l'Association internationale de géodésie accorde une subvention pour l'installation d'un Photographic Reflex Zenith Tube à l'International Latitude Observatory, de Gaithersurg[1655]. Cette station collabore avec d'autres observatoires situés sur la même latitude (Carloforte en Italie, Mizusawa au Japon, Tschardjui en Russie et Ukiah en Californie) afin d'étudier la variation des latitudes. L'instrument fabriqué par William Gaertner & Co, une entreprise spécialisée dans la production d'instruments scientifiques située à Chicago, est livré à Gaithersburg en 1911. En 1915, il est transféré à l'Observatoire naval des États-Unis (USNO) de Washington[1656].

Au début des années 1920, John Willis (1901-1979), astronome à l'USNO, propose d'adapter le PZT à la détermination de l'heure. À partir de 1934, une série continue de mesures est effectuée[1657]. Du 7 au 12 mars 1946, à Copenhague, ces observations sont présentées lors d'une réunion de l'IAU, attirant l'attention de la communauté scientifique. Le compte-rendu de la commission 19 sur la variation des latitudes reflète cet intérêt : « *Le grand intérêt qu'il y aurait à établir des lunettes photographiques zénithales en différents points de la Terre, non seulement pour améliorer nos connaissances sur le mouvement du pôle, mais aussi pour recueillir les données indispensables relativement aux mouvements propres en déclinaison, ainsi que des données utiles pour la détermination des constantes du système solaire* »[1658].

[1654] Pour les développements au tournant du XX^e siècle, voir : Ross Frank, *Geodesy. Latitude Observations*…, pp. 9-11.

[1655] Ross Frank, *Geodesy. Latitude Observations*…, p. 7.

[1656] Pour l'histoire de l'USNO, voir : Dick Steven, *Sky and Ocean Joined. The U.S. Naval Observatory (1830-2000)*, Cambridge, The Cambridge University Press, 2002. Pour le PZT, consulter particulièrement les pages 458-461 Nous remercions ici vivement Morgan Aronson Black de la bibliothèque de l'USNO pour son aide précieuse. Sur William Gaertner & Co : O'Connor R., « William Gaertner 1864-1948 », *Popular Astronomy,* 57, 1949, pp. 65-68.

[1657] Dick Steven, *Sky and Ocean Joined*…, pp. 458-459.

[1658] Oort J. H. (ed.), *Transactions of the International Astronomical Union*, 7, 1950, Cambridge, Cambridge University Press, p. 64. Pour un descriptif de l'instrument de Washington voir : Hayner Ruth, « Modern time determination », *Leaflet*, 223, 1947, pp. 194-201.

Cet avantage astrométrique est consolidé par les résultats prometteurs obtenus dans la détermination de l'heure, grâce à l'élimination de diverses erreurs instrumentales, telles que celles liées à la collimation, au niveau, à l'azimut, à l'irrégularité des tourillons, ou encore à la flexion. En outre, la possibilité d'éliminer l'équation personnelle représente un avantage majeur[1659].

9.2.2 La fin de l'âge d'or des cercles méridiens

Durant l'ère Guyot, la mesure du temps occupe une place centrale, réaffirmée à plusieurs reprises. En 1934, la commission évoque que « *de tous les travaux de l'Observatoire, c'est le service de l'heure qui en est le principal et c'est celui-là qui doit être développé* »[1660]. Cette orientation est corroborée par le conseiller d'État Jean Humbert, qui attribue directement la renommée de l'institution à cette activité : « *Il résulte de renseignement sérieux que l'Observatoire de Neuchâtel est avantageusement connu dans le monde entier, que sa détermination de l'heure est la meilleure ; il faut chercher à maintenir cette excellente réputation.* »[1661] Bien que l'origine des « *renseignements sérieux* » ne soit pas spécifiée, ils reflètent une concurrence croissante entre observatoires, accentuée par le développement des télécommunications, qui permettent de comparer les performances horaires des différentes institutions. Des travaux tels que ceux de Nicolas Stoyko (1894-1976), astronome à l'Observatoire de Paris, illustrent cette dynamique en proposant des tableaux comparatifs fondés sur les signaux horaires transmis au BIH[1662]. Dès 1924, l'Observatoire de Neuchâtel commence à transmettre ses résultats au BIH. Les classements montrent que l'établissement neuchâtelois figure en bonne place : « *Les dix Observatoires présentant les plus petites valeurs pour l'erreur accidentelle d'une observation astronomique, pour la variation accidentelle de marche des garde-temps, pour l'erreur de réception des signaux et pour l'erreur accidentelle de conservation de l'heure sont : Greenwich, Hambourg,*

[1659] Dick Steven, *Sky and Ocean Joined…,* pp. 459-460.

[1660] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 19 décembre 1934 », *PVCOC juin 1934 à décembre 1938*, AEN, 1EP-352, pp. 10-11.

[1661] « Réunion de la séance de la sous-commission de l'Observatoire pour le remplacement du directeur, le vendredi 13 avril 1934 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 294.

[1662] Lambert Armand, Dubois Pierre et Stoyko Nicolas, *La Deuxième Opération internationale des longitudes*, Paris, Hermann et Cie, 1938.

Leningrad, Moscou (géodésique), Neuchâtel, Paris, Poulkovo, Tachkent, Uccle et Washington. »[1663]

Ce passage est cité par Edmond Guyot lors d'une séance de commission, illustrant l'attention portée par le personnel et les autorités à ces classements flatteurs. Ces derniers mettent en lumière la capacité d'un petit établissement comme celui de Neuchâtel à se hisser parmi les grands observatoires mondiaux. Le rang obtenu devient ainsi un objectif mesurable qui certifie la valeur scientifique de l'institution. Aux yeux des autorités politiques et des acteurs de l'industrie horlogère, ces classements ne sont pas seulement un motif de fierté : ils justifient la nécessité de maintenir, voire d'améliorer cette performance remarquable, impliquant d'investir dans de nouveaux instruments scientifiques.

Depuis son entrée en fonction, Guyot exprime des réserves sur les performances du cercle méridien SIP. En 1936, il déplore les « *mauvais résultats donnés* » par cet instrument, malgré une récente réparation de son micromètre impersonnel effectuée par la SIP[1664]. L'année suivante, en 1937, les observations révèlent des variations significatives dans les données fournies par le cercle méridien et l'instrument des passages de Bamberg, selon les périodes observées : + 0,051 s le 10 décembre, – 0,003 s le 27 décembre, et +0,028 s le 13 janvier 1938[1665]. Ces fluctuations introduisent une incertitude incompatible avec une détermination précise de l'heure, ce qui conduit à une intervention de l'astronome adjoint Raoul Zimmerli en 1940 pour remettre l'instrument méridien en état de fonctionnement[1666]. Malgré ces efforts, le cercle méridien continue de montrer des irrégularités inexpliquées. Face à cette situation, l'Observatoire est contraint d'envisager des alternatives pour préserver la qualité de sa chaîne opératoire[1667].

[1663] Lambert Armand, Dubois Pierre et Stoyko Nicolas, *La Deuxième Opération internationale des longitudes*, Paris, Hermann et Cie, 1938, p. 35. Cet ouvrage est cité par Guyot lors de la séance de commission du 21 décembre 1938 : « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 21 décembre 1938 », *PVCOC juin 1934 à décembre 1938*, AEN, 1EP-352, p. 2. Le classement est établi sur la base d'un travail réalisé en 1935 par l'astronome Nicolas Stoyko : Stoyko Nicolas, « Conservation de l'heure dans les stations internationales », *Annales françaises de Chronométrie*, 6, 1936, pp. 31-39.

[1664] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 25 novembre 1936 », *PVCOC juin 1934 à décembre 1938*, AEN, 1EP-352, p. 51. Pour le niveau qui est examiné à l'Observatoire de Zurich : RD 1936, p. 3.

[1665] « Rapport sur les instruments en 1937 », AEN, FO-616, p. 2.

[1666] Sur les résultats insatisfaisants du cercle méridien SIP : RD 1939, p. 3. Voir également une discussion en commission indiquant que le cercle méridien contient des erreurs inexplicables, rendant impossible son usage pour la détermination de l'heure : « De la commission de l'Observatoire, du jeudi 10 juillet 1947 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, 104-105 ; RD 1940, p. 3.

[1667] En 1949, des améliorations sont apportées au cercle méridien. Le tambour du micromètre impersonnel est équipé d'un vernier, permettant une lecture plus précise, et les tourillons sont soigneusement rôdés

Le 12 mars 1947, la commission de l'Observatoire aborde la question du PZT à la suite de la publication d'un article d'Edmond Guyot dans le *JSH* sur « Une nouvelle méthode de détermination de l'heure avec la lunette zénithale photographique »[1668]. Dans cet article, Guyot partage ses impressions sur l'instrument, qu'il a découvert lors de la réunion de l'IAU à Copenhague en mars 1946. Il y souligne les mérites du PZT, affirmant qu'il peut atteindre une précision de l'ordre du millième de seconde[1669]. Une telle assertion doit cependant être interprétée avec prudence, car elle reflète généralement les performances théoriques d'un instrument dans des conditions idéales. Malgré cette réserve, Guyot insiste sur l'importance de cette technologie, qu'il considère comme un tournant majeur dans la détermination de l'heure. Selon lui, le PZT est appelé à remplacer les cercles méridiens traditionnels :

« *Le succès de la lunette zénithale photographique est reconnu par de nombreux observatoires qui ont décidé de faire l'acquisition d'un tel instrument.* […] *Il est facile de prévoir qu'à l'avenir, la nouvelle méthode de détermination de l'heure supplantera peu à peu la méthode des passages de sorte que les instruments méridiens ne seront bientôt plus employés que pour la détermination des positions d'étoiles* […]. *L'Observatoire de Neuchâtel, qui s'est toujours efforcé de maintenir son service de l'heure à la hauteur des exigences modernes, ne peut ignorer ce nouveau progrès dans le domaine qui lui est cher.* »[1670]

Ainsi, l'évolution technique, perçue comme inéluctable – notamment en ce qui concerne le remplacement des cercles méridiens –, et la nécessité de

par l'École de mécanique de Neuchâtel afin de réduire leurs inégalités (RD 1949, pp. 3-4). À partir de cette transformation, le cercle méridien SIP devient l'instrument principal pour les déterminations de l'heure, remplaçant progressivement l'instrument des passages de Bamberg, qui cesse d'être mentionné dans les rapports annuels.

[1668] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 12 mars 1947 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 4. Guyot Edmond, « Une nouvelle méthode de détermination de l'heure avec la lunette zénithale photographique », *JSH*, 7-8, 1946, pp. 333-334. Guyot a également fait un rapport de son voyage à Copenhague dans lequel il décrit le PZT sans envisager explicitement une acquisition future et conseille d'attendre de voir l'évolution de cette technologie : « Séance de la commission de l'Observatoire, du mercredi 8 mai 1946 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 2. Pour le rapport de Guyot sur sa visite à Copenhague, voir : Guyot Edmond, « Rapport sur le voyage à Copenhague du président du Comité national suisse d'astronomie, délégué officiel de la Suisse à la réunion des délégués de l'Union astronomique internationale, du 7 au 12 mars 1946, 19 avril 1946 », AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955.

[1669] Guyot Edmond, « Une nouvelle méthode de détermination de l'heure avec la lunette zénithale photographique », *JSH*, 7-8, 1946, pp. 333-334, p. 333.

[1670] Guyot Edmond, « Une nouvelle méthode de détermination de l'heure avec la lunette zénithale photographique », *JSH*, 7-8, 1946, p. 334.

préserver une position favorable dans les classements internationaux de la mesure du temps légitiment, aux yeux d'Edmond Guyot, l'attention portée au PZT. Lors de la séance de la commission, le directeur met à nouveau en avant les perspectives qu'offre cet instrument :

« *La lunette zénithale est ce qu'on fait de mieux actuellement pour déterminer l'heure ; l'Observatoire de Neuchâtel ne peut pas s'y désintéresser. Cette lunette à l'avantage d'éliminer complètement l'influence de l'observateur parce que l'heure du passage est obtenue photographiquement. Elle a de plus l'avantage de servir aussi à déterminer la latitude ; il y aurait là un domaine de recherches très intéressantes pour notre Observatoire.* »[1671]

Le PZT offre la possibilité d'étudier la variation des latitudes tout en s'intégrant dans un réseau international, ce qui renforce considérablement son intérêt. Ce point est jugé essentiel par Jean Humbert, qui souligne qu'il « *y aurait grand intérêt à ce que notre observatoire soit compris [dans ce réseau]* »[1672]. À sa fonction pratique s'ajoute une dimension de recherche scientifique, faisant du PZT un instrument capable de mobiliser l'intérêt des scientifiques, des responsables politiques et des industriels. Il constitue ainsi un point de convergence techno-scientifique dans le domaine de la mesure du temps. Guyot résume finalement les arguments en faveur du PZT :

« [Il] *déclare que l'instrument Bamberg peut toujours être utilisé ; il n'a pas démérité. Quant à la lunette méridienne, on constate des différences difficiles à expliquer ; inconvénient de la colimaçon* [sic : collimation]. *Les deux appareils nécessitent un observateur et il y a des différences entre observateurs qui ont une équation personnelle. La lunette zénithale supprime ces inconvénients puisqu'elle élimine l'observateur, la colimaçon* [sic] *; elle a plus de stabilité que la lunette méridienne. D'autre part, la lunette zénithale servira également pour l'horloge à quartz (déplacement de la plaque), et à déterminer la latitude avec précision. Le domaine est aussi important pour*

[1671] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 12 mars 1947 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 4. Notons que cette perception du PZT demeure d'actualité, le PZT étant considéré, avec l'astrolabe de Danjon, comme l'un des instruments les plus avancés de son époque : Beutler Gerhard, *Methods of Celestial Mechanics. Vol. I: Physical, Mathematical, and Numerical Principles*, Berlin, Heidelberg, New York, Springer, 2005, p. 33 ; Gurfil Pini et Seidelmann Kenneth, *Celestial Mechanics and Astrodynamics: Theory and Practice,* Berlin, Heildeberg, Springer, 2016, pp. 19-20 ; Sutton Edmund, *Observational Astronomy: Techniques and Instrumentation*, Cambridge, Cambridge University Press, 2012, pp. 46-47.

[1672] Lettre de Jean Humbert à Edmond Guyot, 30 septembre 1947, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955.

la réputation de notre observatoire. La lunette méridienne continuera à être utilisée pour les catalogues d'étoiles. »[1673]

La stratégie consistant à dévaloriser la culture matérielle préexistante pour justifier l'adoption d'une nouvelle instrumentation est une fois de plus mise en œuvre. Cette remarque confirme la dégradation du statut des cercles méridiens au XX^e^ siècle, désormais considérés comme équivalents aux instruments des passages. Ce constat est également relayé par Guyot dans sa thèse de doctorat : « *L'expérience a du reste prouvé que les petits instruments des passages sont aussi précis que les grandes lunettes méridiennes.* »[1674] Ainsi, pour un astronome travaillant sur la détermination de l'heure dans les années 1930, la supériorité du cercle méridien ne va plus de soi, notamment en raison de la taille de l'instrument, qui amplifie les sources potentielles d'erreurs. À Neuchâtel, on ne peut pas non plus exclure une construction défaillante par la SIP, peu expérimentée dans la fabrication de ce genre d'instruments[1675]. Bien qu'il soit difficile d'émettre un constat définitif, il apparaît que le cercle méridien ne bénéficie plus du statut d'instrument scientifique central dans la culture de la précision à Neuchâtel, son rôle étant désormais remis en question.

Afin de démontrer que son établissement est idéalement positionné dans le domaine de la mesure du temps, Guyot compare la situation de l'Observatoire de Neuchâtel à celle de Greenwich, qui « *n'a pas encore sa lunette zénithale ; les observations se font encore avec l'instrument Bamberg* »[1676]. À Greenwich, l'utilisation du cercle méridien Airy a été interrompue en 1937, après la découverte d'erreurs systématiques perturbant les observations astronomiques, un signe supplémentaire que la grande période des cercles méridiens touche à sa fin[1677]. De manière similaire, en 1925, l'Observatoire de Paris a retiré

[1673] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 12 mars 1947 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, pp. 5-6.

[1674] Guyot Edmond, *Étude sur l'instrument des passages et la détermination de l'heure*, Neuchâtel, Attinger, 1931, p. 22.

[1675] Soulignons que le cercle méridien SIP n'est pas soumis aux mêmes conditions que le cercle méridien Ertel & Sohn, car l'installation du chauffage central en 1910 dans le bâtiment principal a modifié l'environnement de l'instrument. Ces changements peuvent entraîner des perturbations et des variations dans les parties mécaniques, affectant potentiellement la stabilité et la précision de l'instrument : RD 1910, p. 4.

[1676] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mardi 14 octobre 1947 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 3.

[1677] Sur cet aspect, voir le rapport annuel de l'Observatoire de Greenwich : *Report of the Astronomer Royal to the Board of Visitors of the Royal Observatory,* Greenwich, 1938, pp. 38-39. Ce rapport se trouve dans la dernière section de l'ouvrage : *Observations Made at the Royal Observatory, Greenwich in the Year* 1937, Londres, His Majesty's Stationery Office, 1951. Le cercle méridien sera ensuite réutilisé

deux instruments méridiens de son service, dont son instrument principal, « le Grand Cercle Méridien », illustrant également un changement de statut de ces appareils[1678].

Les arguments en faveur du PZT convainquent la commission, qui soutient unanimement ce projet ambitieux, notamment par l'intermédiaire de Sydney de Coulon (1889-1976). Acteur clé de la réorganisation de l'établissement, de Coulon affirme que « *l'Observatoire de Neuchâtel doit être le mieux installé pour donner l'heure avec la plus grande précision* »[1679]. Directeur général d'Ébauches SA, une holding horlogère fondée en 1926 et spécialisée dans la production d'ébauches et de pièces détachées, il préside aussi le successeur du LRH, laboratoire mis en place par les faîtières horlogères et l'État de Neuchâtel, pour faire de la recherche dans des domaines techniques et scientifiques[1680]. Parallèlement, de Coulon est un homme politique influent, membre du parti libéral, élu au Grand Conseil neuchâtelois de 1941 à 1954, puis au Conseil national de 1947 à 1949, et enfin au Conseil des États de 1949 à 1963. Participant à la commission de l'Observatoire dès 1943, il incarne le rapprochement entre les sphères techno-scientifiques, industrielles et politiques. Grâce à ses nombreux mandats, il joue un rôle déterminant dans l'élaboration de la troisième chaîne opératoire[1681].

Pour obtenir un PZT, l'Observatoire de Neuchâtel prend contact avec l'USNO, institution relevant du département militaire américain, ce qui

---

après la destruction de l'Observatoire de Pulkovo pendant la Seconde Guerre mondiale. Pour les dernières années d'utilisation du cercle méridien d'Airy, voir : Belteki Daniel, *Overseeing the Production of Space and Time*…, pp. 267-273.

1678 « Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris pour l'année 1925 », Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, 1926, p. 11.

1679 « Séance de la commission de l'Observatoire, le mardi 14 octobre 1947 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 3. Pour une biographie de Sydney de Coulon, voir : Barrelet Jean-Marc, « Sydney de Coulon. Industriel, homme politique (1889-1976) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises. De 1950 au seuil du xxie siècle, tome 5,* Hauterive, Neuchâtel, Gilles Attinger, 2008, pp. 81-85.

1680 Sur Ébauches SA, voir : Vogt German, « Ébauches », *DHS*, version du 02.07.2009, traduit de l'allemand. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/041960/2009-07-02/, consulté le 14.10.2022 ; S.n., « L'importance d'Ébauches S.A., son expansion et sa croissance », *Le Monde diplomatique*, avril 1959), Online : https://www.monde-diplomatique.fr/23019, consulté le 5 juin 2022 ; Coulon Philippe de, *Les Ébauches : deux siècles d'histoire horlogère. Ouvrage publié à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire d'Ébauches SA*, Neuchâtel, s.n., 1951. Sur cet aspect, voir : Perret Thomas, « Un institut de recherche communautaire entre industrie et État : le Laboratoire suisse de recherches horlogères (LSRH) de Neuchâtel, 1921-1984 », *Schweizerische Gesellschaft für Wirtschafts-und Sozialgeschichte* [Société suisse d'histoire économique et sociale], 17, 2001, pp. 385-402.

1681 Sur la nomination de Sydney de Coulon au sein de la commission de l'Observatoire : « Séance de la commission de l'Observatoire du mercredi 17 mars 1943 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 42.

nécessite des démarches diplomatiques[1682]. Le 12 août 1947, l'Observatoire de Washington informe qu'il a fabriqué son propre PZT et qu'aucune version commercialisée n'existe[1683]. Toutefois, face aux nombreuses demandes provenant d'autres observatoires, l'USNO se déclare disposé à fournir des données techniques et les plans de l'instrument[1684]. Cependant, une lettre de 1948 de Michel de Coulon, fils du président du LSRH, révèle que « *l'Observatoire naval est en pourparlers avec quelques maisons de l'industrie privée américaine, pour leur vendre les brevets et les droits de fabrication* »[1685]. Cette information suggère que, malgré une apparente bonne volonté, l'USNO temporise afin d'évaluer les retombées économiques potentielles suscitées par le PZT au sein de la communauté astronomique.

Après la réunion de Copenhague, Guyot estime l'investissement à 130 000 francs suisses pour un PZT[1686]. Face à cette somme importante, l'industrie horlogère suisse est sollicitée par l'intermédiaire de Sydney de Coulon. Celui-ci s'adresse à cinq organisations (Chambre suisse de l'horlogerie [CSH], Fédération suisse des associations de fabricants d'horlogerie [FH], Union des branches annexes de l'horlogerie [UBAH], Association d'industriels suisses de la montre Roskopf et Ébauches SA) en leur demandant un soutien de 10 000 francs chacune[1687]. Pour justifier cette aide, de Coulon souligne « *que l'industrie horlogère, dans son ensemble, a un intérêt primordial, au point de vue de la réclame que cela peut faire pour notre horlogerie, à ce que l'Observatoire de Neuchâtel soit dans le circuit des différents observatoires qui s'organisent pour la détermination de l'heure exacte* »[1688]. L'argument

[1682] Lettre d'Edmond Guyot à Jean Humbert, 2 juillet 1947, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955. Le 10 juillet, Humbert demande à la division des Affaires étrangères d'intervenir par l'entremise de la légation à Washington : Jean Humbert au département politique fédéral, division des Affaires étrangères, 10 juillet 1947, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955.

[1683] Lettre du département fédéral de l'Économie publique à Jean Humbert, 12 août 1947, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955.

[1684] Lettre du département fédéral de l'Économie publique à Jean Humbert, 12 août 1947, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955.

[1685] Double de la lettre de Michel de Coulon à Ébauches SA, 7 mai 1948, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955.

[1686] Lettre d'Edmond Guyot à Jean Humbert, 30 avril 1947, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955.

[1687] Lettre de Sydney de Coulon au président de la Chambre suisse de l'horlogerie, au président de la Fédération suisse des associations de fabricants d'horlogerie (FH), au président de Union des branches annexes de l'horlogerie (UBAH), au président de l'Association d'industriels suisses de la montre Roskopf et au président d'Ébauches SA, 5 août 1947, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955.

[1688] Lettre de Sydney de Coulon au président de la Chambre suisse de l'horlogerie, au président de la Fédération suisse des associations de fabricants d'horlogerie (FH), au président de Union des branches annexes de l'horlogerie (UBAH), au président de l'Association d'industriels suisses de la montre Roskopf

de l'avantage concurrentiel offert par l'Observatoire convainc les faîtières horlogères, qui acceptent de contribuer financièrement à ce projet[1689].

Le 15 mars 1948, bien que le dossier reste encore relativement incomplet – conséquence de la volonté de ne pas être « en retard » –, un rapport est présenté au Grand Conseil portant sur l'acquisition d'un PZT, le développement d'une batterie d'horloges à quartz, ainsi que sur l'agrandissement de l'Observatoire[1690]. Comme le précise le rapport, « *l'achat d'une lunette zénithale fait partie du programme de modernisation de l'observatoire qui forme un tout* »[1691]. Ainsi, le PZT n'est pas envisagé comme un élément isolé, mais comme une composante d'un projet global visant à moderniser la chaîne opératoire. Ce rapport s'appuie sur une annexe datée du 2 décembre 1947, qui détaille les avantages de l'instrument zénithal :

« *1. Élimination de l'équation personnelle. 2. La lunette est beaucoup plus stable qu'un instrument des passages ou une lunette méridienne. 3. La lunette a une grande distance focale. 4. L'observation laisse un document qu'on peut en tout temps consulter et vérifier, ce qui n'est pas le cas des observations visuelles. 5. On élimine une grande partie des corrections instrumentales dont la détermination n'est pas toujours très exacte : la collimation (déviation de l'objectif) par le retournement, l'inclinaison par le bain de mercure, la déviation azimutale en observant au zénith où elle est nulle. Il n'est plus nécessaire de tenir compte de la flexion de la lunette et de l'inégalité des tourillons.* »[1692]

et au président d'Ébauches SA, 5 août 1947, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955, pp. 1-2.

[1689] Le rapport de 1948 indique que les faîtières ont validé un apport de 40 000 à 50 000 francs et qu'Ébauches participera aussi au financement pour un moment encore indéterminé : « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 715.

[1690] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 113, 1947-1948, pp. 702-740.

[1691] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 113, 1947-1948, p. 708.

[1692] « Rapport du directeur de l'Observatoire sur le projet d'achat d'une lunette zénithale photographique pour l'Observatoire de Neuchâtel », 2 décembre 1947, Annexe 1 au « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 719.

L'objectif du PZT est donc à la fois d'améliorer la précision des données, de réduire un certain nombre d'erreurs et d'éliminer l'influence de l'observateur. Cet instrument s'inscrit parfaitement dans la culture de la précision bureaucratico-scientifique, en favorisant la standardisation des données, l'interchangeabilité du personnel et l'automatisation de la production de l'heure[1693]. À ce titre, il constitue l'aboutissement d'un siècle de développements techniques et méthodologiques à l'Observatoire, visant à minimiser les effets du facteur humain sur la production des données. Cependant, comme nous le verrons, son utilisation introduit également de nouvelles problématiques. Par ailleurs, l'intégration de la photographie dans le PZT fournit un document tangible contenant l'inscription physique des données, permettant leur vérification et renforçant ainsi la crédibilité des mesures de l'institution[1694]. Si l'Observatoire ne peut se désintéresser de ce projet, c'est principalement en raison des gains significatifs attendus en matière de précision et d'objectivité.

Signe d'une position plus stable de l'Observatoire et d'une amélioration des finances cantonales – l'exercice 1947 ayant généré un boni de 330 000 francs – le projet de décret est adopté à l'unanimité par le Grand Conseil[1695].

Une fois le soutien politique acquis, Edmond Guyot intensifie ses démarches pour obtenir un PZT. Face à l'absence de réponses claires de Washington, il se tourne vers l'Observatoire de Greenwich, en relation depuis 1943 avec l'entreprise Sir Howard Grubb, Parsons and Co. Ltd. (ci-après Grubb & Parsons), située à Newcastle upon Tyne, pour la fabrication d'un PZT[1696]. Aux XIXe et XXe siècles, cette entreprise, irlandaise d'origine, est réputée pour ses instruments astronomiques, principalement pour

[1693] Sur l'interchangeabilité, voir : Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*…, p. 277.

[1694] Sur le lien entre photographie et objectivité : Maresca Sylvain, « Les apparences de la vérité ou les rêves d'objectivité du portrait photographique », *Terrain*, 30, 1998, pp. 83-94 ; Matul Katarzyna, « Entre subjectivité et objectivité. Wojciech Zamecznik et la photographie appliquée au graphisme », *Décadrages*, 37-38, 2018, pp. 176-189.

[1695] « Rapport du directeur de l'Observatoire sur le projet d'achat d'une lunette zénithale photographique pour l'Observatoire de Neuchâtel », 2 décembre 1947, Annexe 1 au « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 739. Les seules observations formulées par le Grand Conseil portent sur la nécessité d'obtenir des subventions fédérales et d'assurer une participation financière accrue de l'industrie horlogère.

[1696] Les archives de l'Observatoire de Greenwich concernant ces échanges sont conservées à la Cambridge Library, dans le fonds dévolu : Correspondence on Photographic Zenith Tube, 1943-1954, cote GBR/180/RGO-9-110 et Correspondence on the Photographic Zenith Tube, 1955-1963, cote GBR/180/RGO-9-111. Un télégramme daté du 20 septembre 1943, envoyé par Grubb & Parsons à l'astronome royal Harold Spencer Jones, indique que les autorisations nécessaires ont été obtenues pour entamer le processus

des observatoires anglo-saxons, tels ceux de Greenwich, Melbourne ou Armagh[1697]. Greenwich cherche également à développer un PZT de haute précision, inspiré de celui de Washington[1698]. Cependant, bien que l'origine de l'instrument soit américaine, les informations disponibles restent partielles. Comme l'explique le Dr Respect, un acteur clé dans le développement du PZT britannique : « *Il convient de noter que tant les descriptions que les dessins de Washington sont insuffisants pour permettre la construction d'une copie exacte de l'instrument.* »[1699] Ainsi, bien que le PZT s'appuie sur le principe développé aux États-Unis, sa conception résulte d'une étroite collaboration entre Grubb & Parsons et Greenwich[1700]. Dans une lettre datée du 19 juillet 1943, le dixième astronome royal, Harry Spencer Jones (1890-1960) précise les objectifs de ce partenariat :

« *La réalisation d'un télescope zénithal photographique de 10 pouces est requise afin d'augmenter la précision des déterminations de l'heure. Il s'agit d'une étape nécessaire pour atteindre une haute précision dans les signaux horaires radio distribués par l'Observatoire royal. Un grand pas en avant a été fait dans cette direction depuis le début de la guerre par l'utilisation d'horloges à quartz pour la prédiction, le contrôle minutieux des retards de ligne, l'élimination des relais mécaniques, etc. Ce sont les erreurs inhérentes à la détermination de l'heure par des observations visuelles à l'aide d'un instrument de transit qui imposent actuellement la limite à la précision que l'on peut atteindre.* »[1701]

---

de fabrication d'un PZT : Télégramme de Grubb & Parsons à Harold Spencer Jones, 20 septembre 1943, Cambridge Library, GBR/180/RGO-9-110, Correspondence on Photographic Zenith Tubes, 1943-1954.

[1697] Sur Grubb & Parsons, voir : Glass Ian, *Victorian Telescope Makers. The Lives and Letters of Thomas and Howard Grubb*, Bristol et Philadelphie, Institute of Physics Publishing, 1997 ; Sisson George, « Mirror Images », *Vistas in Astronomy,* 35, 1992, pp. 345-397.

[1698] Sur les discussions pour mettre au point l'instrument, voir notamment : Respect Dudley S., « Supplementay report on the design of the Photographic Zenith Tubes », 3 janvier 1944, Cambridge Library, GBR/180/RGO-9-110, *Correspondence on Photographic Zenith Tubes*, 1943-1954. Voir aussi : Gressot Julien, « Automating time determination. The Photographic Zenith Tube (PZT) of the Neuchatel Observatory », *Bulletin of the Scientific Instrument Society,* 156, 2023, pp. 16-23.

[1699] Respect Dudley S., « Supplementay report on the design of the Photographic Zenith Tubes », 3 janvier 1944, Cambridge Library, GBR/180/RGO-9-110, *Correspondence on Photographic Zenith Tubes*, 1943-1954, p. 1.

[1700] La source principale de Respect est le rapport de 1915 de Frank Ross déjà évoqué : Ross Frank, *Geodesy. Latitude Observations…*, et une note que nous n'avons pas retrouvée de l'USNO sur les altérations du PZT.

[1701] Lettre d'Harry Spencer Jones à C. S. Wright, 19 juillet 1943, Cambridge Library, GBR/180/RGO-9-110, Correspondence on Photographic Zenith Tubes, 1943-1954.

Tout comme l'Observatoire de Neuchâtel, celui de Greenwich cherche principalement à perfectionner la détermination de l'heure afin de la maintenir au niveau des performances des garde-temps. Les deux institutions partagent une démarche commune, caractérisée par un processus technique dynamique au sein de leur chaîne opératoire, nécessitant l'adaptation des éléments les moins fiables pour améliorer la précision globale. Greenwich et Neuchâtel ne sont pas les seuls établissements intéressés par le PZT. À la même période, plusieurs autres observatoires entrent en relation avec Grubb & Parsons, notamment l'Observatoire de Mount Stromlo en Australie et celui de l'Union en Afrique du Sud[1702].

Pour approfondir leurs réflexions, le département de l'industrie du canton de Neuchâtel et Ébauches SA organisent, en marge du congrès de l'IAU à Zurich du 11 au 18 août 1948, une rencontre avec Paul Sollenberger (1891-1995), chef de la division de l'heure à l'USNO, et George Sisson (1914-2005), directeur du secteur astronomique de Grubb & Parsons[1703]. À cette occasion, Guyot recueille l'avis de plusieurs astronomes sur le PZT : « *En dehors des séances, nous avons eu l'occasion de nous entretenir avec M. Moreau, de l'Observatoire d'Uccle, et Barros, astronome espagnol, qui estiment tous deux qu'il ne faut pas négliger les efforts de l'Observatoire de Paris pour construire une lunette zénithale visuelle. Ils reprochent à la lunette photographique d'être trop compliquée* »[1704].

La lunette visuelle zénithale développée à Paris, connue sous le nom d'astrolabe Danjon, sur lequel nous reviendrons, a aussi été envisagée par l'Observatoire de Neuchâtel. Cependant, son directeur souligne qu'il « *est clair qu'un instrument visuel aura toujours l'inconvénient d'introduire l'équation personnelle de l'Observateur, ce qui n'arrive pas avec la photographie* »[1705]. Cette remarque corrobore le fait que l'élimination du facteur humain est bien

[1702] Les Tyne & Wear Archives conservent des informations relatives aux commandes de PZT effectuées par Greenwich, Mount Stromlo et Neuchâtel, répertoriées sous les références *Accession 1919*, *Accession 1681* et *DS.GP/4/PH/1/I*. Nous tenons à remercier la Scientific Instrument Society pour l'octroi d'une bourse qui a permis de consulter les fonds des Tyne & Wear Archives, de la Cambridge Library, ainsi que les dépôts de l'Observatoire de Greenwich, en mars 2022. Pour les discussions entre l'Observatoire de l'Union et Grubb & Parsons, voir : Lettre de George Sisson à Harold Spencer Jones, 22 mars 1950, Cambridge Library, GBR/180/RGO-9-110, Correspondence on Photographic Zenith Tubes, 1943-1954.

[1703] Lettre de Jean Humbert à Edmond Guyot, 9 juin 1948, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique.

[1704] « Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 3 mars 1949 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 3.

[1705] Lettre d'Edmond Guyot à Jean Humbert, 3 novembre 1947, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955.

le socle épistémique de cette chaîne opératoire. Ainsi, la lunette visuelle zénithale n'est pas retenue comme une alternative, car elle ne permet pas d'objectiver complètement l'acte de la mesure aux yeux du directeur[1706]. Les enjeux associés au PZT sont donc multiples : scientifiques (avec l'ouverture à un nouveau domaine de recherche), techniques (par l'élimination de plusieurs sources d'erreurs), épistémiques (par la suppression du facteur humain), industriels (grâce au développement d'innovations techniques), économico-politiques (pour éviter un retard face à d'autres institutions) et enfin, liés à la précision (par l'amélioration de la qualité des données).

9.2.3 La grande individualité des astronomes en matière de lunettes astronomiques

L'avis mitigé de plusieurs astronomes concernant la complexité excessive du PZT ne dissuade visiblement pas la commission de l'Observatoire, qui poursuit ses échanges avec Grubb & Parsons. Le 13 mai 1949, George Sisson transmet un devis proposant deux modèles différents : le premier, une lunette « type Greenwich », est estimé à 28 000 livres sterling, tandis que le second, une version simplifiée, est évalué à 22 000 livres[1707]. Ces montants provoquent de vives réactions, notamment de la part de Guyot, qui souligne que « *le prix de revient fixé par le constructeur anglais pour une lunette zénithale s'élève à un demi-million de francs suisses, ce qui est fortement exagéré* »[1708], un montant près de quatre fois supérieur à l'estimation initiale[1709]. Le fabricant justifie ce dépassement par l'évolution du produit, encore en phase de développement : « *Vous vous rendrez compte que l'amélioration progressive des performances de l'instrument, qui s'est avérée nécessaire depuis 1946, a complètement bouleversé nos idées initiales concernant la fabrication du PZT. Il ne fait*

[1706] Sur cet instrument permettant de déterminer les hauteurs égales : Debarbat Suzanne, « Méthode de Gauss et astrolabe à prisme », *Revue d'histoire des sciences*, 36, 3-4, 1983, pp. 249-263.
[1707] Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 13 mai 1949, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique.
[1708] « Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 6 octobre 1949 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 4.
[1709] « Rapport du directeur de l'Observatoire sur le projet d'achat d'une lunette zénithale photographique pour l'Observatoire de Neuchâtel », 2 décembre 1947, Annexe 1 au « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 708.

aucun doute que nous n'avions pas alors apprécié le type de précision qui serait nécessaire pour tirer le meilleur parti du principe du PZT »[1710].

Il est notable que Grubb & Parsons établisse une corrélation directe entre le prix et le niveau de précision de l'instrument. L'établissement neuchâtelois, ne pouvant consentir à une dépense aussi élevée, demande à l'entreprise anglaise de revoir son devis à la baisse. Cette requête semble réalisable, selon les propres termes du fabricant, qui reconnaît que « *les intentions de Greenwich* [lui] *paraissent quelque peu compliquées* »[1711].

Face à l'ampleur du devis présenté par Grubb & Parssons, la sous-commission chargée de la question du PZT décide de « *momentanément différer* » son acquisition[1712]. Elle explore la possibilité d'améliorer le cercle méridien existant, notamment par l'ajout d'une cellule d'enregistrement photoélectrique, tout en confirmant « *la décision d'achat d'une lunette zénithale photographique* »[1713] à terme. Malgré les coûts élevés et l'existence de solutions techniques alternatives, l'achat d'un PZT reste l'objectif principal. Parallèlement, Adrien Jaquerod, professeur de physique à l'Université de Neuchâtel et fondateur du LSRH, profite d'un voyage aux États-Unis pour se renseigner sur le PZT. Il partage ensuite ses réflexions et interrogations concernant cet instrument :

« *J'ai entendu dire à plusieurs reprises que le P.Z.T. permettait de déterminer l'heure à la précision d'un millième de seconde. J'ai tenu à avoir sur ce point l'opinion du professeur Sollenberger, directeur du département du temps au Naval Observatory, ainsi que celle d'un autre astronome, M. Chester B. Watts, du même observatoire. Le premier m'a dit que cette précision extrême d'un millième de seconde ne pouvait s'obtenir que sur des moyennes ; il a parlé d'une vingtaine d'étoiles observées par nuit et d'une dizaine de nuits. Le second a l'impression que la précision du P.Z.T. ne dépasse pas beaucoup celle d'une lunette méridienne bien installée et bien conduite. Dans ces conditions on peut se demander si l'acquisition d'un appareil aussi coûteux*

[1710] Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 2 août 1949, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons Company de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954.

[1711] Lettre de Grubb Parsons Company à Edmond Guyot, 13 mai 1949, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons Company de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954.

[1712] « Rapport n° 1 de la sous-commission à la commission de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 13 septembre 1949 », AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique.

[1713] « Rapport n° 1 de la sous-commission à la commission de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 13 septembre 1949 », AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique, p. 8.

est bien indiquée, et je suggérerais qu'en tous cas on devrait, par prudence, attendre les résultats obtenus en Angleterre. »[1714]

Une fois encore, cet appel à la prudence et ces doutes concernant le gain réel de précision offert par le PZT ne freinent pas les démarches. Celles-ci sont facilitées par l'assurance d'un soutien financier accru de l'industrie horlogère, désormais porté à 163 000 CHF[1715]. Ce soutien témoigne non seulement du pouvoir économique des horlogers, mais également de leur volonté de doter l'Observatoire d'une technologie de pointe, dans un contexte marqué par une intensification de la concurrence économique internationale[1716].

Le 13 janvier 1950, Sisson transmet une nouvelle proposition pour un PZT de type II, une version simplifiée de l'instrument de Greenwich, identique à celui commandé par l'Observatoire de Mount Stromlo[1717]. La correspondance de Grubb & Parsons révèle que ces simplifications ont été qualifiées de « *drastiques* » par l'Observatoire de Greenwich, lequel conserve un droit de regard sur tout nouveau modèle de PZT[1718]. Ce contrôle s'explique par le rôle central joué par Greenwich dans le développement du PZT, une situation soulignée par Dudley Perfect (1896-1964), responsable du projet visant à améliorer la version du PZT développée par l'USNO, depuis 1943, à l'Observatoire de Greenwich[1719]. Perfect note « *qu'en tant que "père du PZT"* [Harold Spencer Jones]*, l'astronome royal n'est pas désintéressé* [par ses différentes évolutions] »[1720]. Par ailleurs, une autre lettre confirme que Greenwich participe au développement du PZT en contrepartie d'un droit sur

[1714] Lettre d'Adrien Jacquerod à Sydney de Coulon, 19 décembre 1949, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique.

[1715] Lettre de la Chambre suisse d'horlogerie à Sydney de Coulon, 21 novembre 1949, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique. La demande de Sydney de Coulon à l'industrie horlogère d'un complément se trouve dans une lettre du 21 juillet 1949 : Lettre de Sydney de Coulon au président de la Chambre suisse d'horlogerie, 21 juillet 1949, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique.

[1716] Voir : Landes Daniel, *L'Heure qu'il est*…, p. 451 *sq*.

[1717] Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 13 janvier 1950, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954. Sur les différences entre les modèles, voir les plans conservés aux Tyne & Wear Archives, notamment le fonds DS.GP/4/PH/1/I. Sur le PZT du Mount Stromlo : Bomford Anthony, *The Geodetic Adjustment of Australia, 1963-1966*, *Survey Review*, 19, 144, 1967, pp. 52-71. Sur le fonctionnement du PZT australien, voir : Miller Michael Joseph, *Technical report 15: Photographic Zenith Tube Observations at Mount Stromlo*, 1973, Xnatmap, https://www.xnatmap.org/.

[1718] Lettre de George Sisson à Harold Spencer Jones, 11 avril 1951, Cambridge Library, GBR/180/RGO 9-110, Correspondence on Photographic Zenith Tubes, 1943-1954.

[1719] Baker Timothy, « Dudley perfect and the royal observatory's pPhotographic Zenith Tubes », *The Antiquarian Astronomer*, 16, 2022, pp. 79-91.

[1720] Lettre de D. S. Perfect à Harold Spencer Jones, 4 avril 1951, C Cambridge Library, GBR/180/RGO 103, Photographic Zenith Tube: Records, c. 1940's-1980's.

chaque vente : 1 000 livres sterling pour les modèles de type I et 500 livres pour les autres versions[1721].

Grubb & Parsons considère que le modèle II correspond approximativement au PZT de Washington et reflète leur approche pour produire l'instrument de la « *plus simple des manières* »[1722]. L'Observatoire de Greenwich, interpellé par la différence de prix significative entre les modèles I (27 000 livres sterling) et II (12 000 livres sterling), presse Grubb & Parsons d'accélérer le développement pour ne pas perdre de potentielles commandes[1723]. En juin 1950, Grubb & Parsons soumet une nouvelle proposition à l'Observatoire de Neuchâtel, introduisant un modèle 1A (figure 69), un compromis entre le modèle I et II, afin de répondre aux critiques de Greenwich, considérant que le modèle II supprime un trop grand nombre de fonctionnalités[1724]. Greenwich insiste notamment sur l'utilisation d'un chronographe photographique, d'un autocollimateur à la place des microscopes pour déterminer la position du *rotary* – la partie rotative située sur la partie supérieure du PZT –, et d'une liaison différente entre le chariot et la plaque photographique[1725]. D'autres recommandations, comme un obturateur plus large et un niveau différent, sont jugées secondaires[1726]. Grubb & Parsons déplore la nécessité de fabriquer plusieurs versions du PZT, déclarant qu'« *il est regrettable que nous soyons confrontés à la perspective de fabriquer trois types différents de PZT, mais, bien sûr, les astronomes sont tous des hommes d'une grande individualité en matière de lunettes astronomiques* »[1727]. Cette remarque souligne que les exigences élevées de Greenwich en matière de précision rendent toute tentative de standardisation difficile et freinent l'industrialisation du PZT. Cet épisode met également en lumière qu'au milieu du xx^e^ siècle, les grands instruments

[1721] Lettre de George Sisson à Harold Spencer Jones, 11 avril 1951, Cambridge Library, GBR/180/RGO 9-110, Correspondence on Photographic Zenith Tube, 1943-1954.
[1722] Lettre de George Sisson à Harold Spencer Jones, 6 février 1950, Cambridge Library, GBR/180/RGO 9-110, Correspondence on Photographic Zenith Tube, 1943-1954.
[1723] Lettre d'Harold Spencer Jones à George Sisson, 13 février 1950, Cambridge Library, GBR/180/RGO 9-110, Correspondence on Photographic Zenith Tube, 1943-1954.
[1724] Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 30 juin 1950, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954.
[1725] Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 30 juin 1950, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954.
[1726] Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 30 juin 1950, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954.
[1727] Lettre de George Sisson à D. S. Perfect, 3 avril 1951, Cambridge Library, GBR/180/RGO 103, Photographic Zenith Tube Records: c. 1940's-1980's.

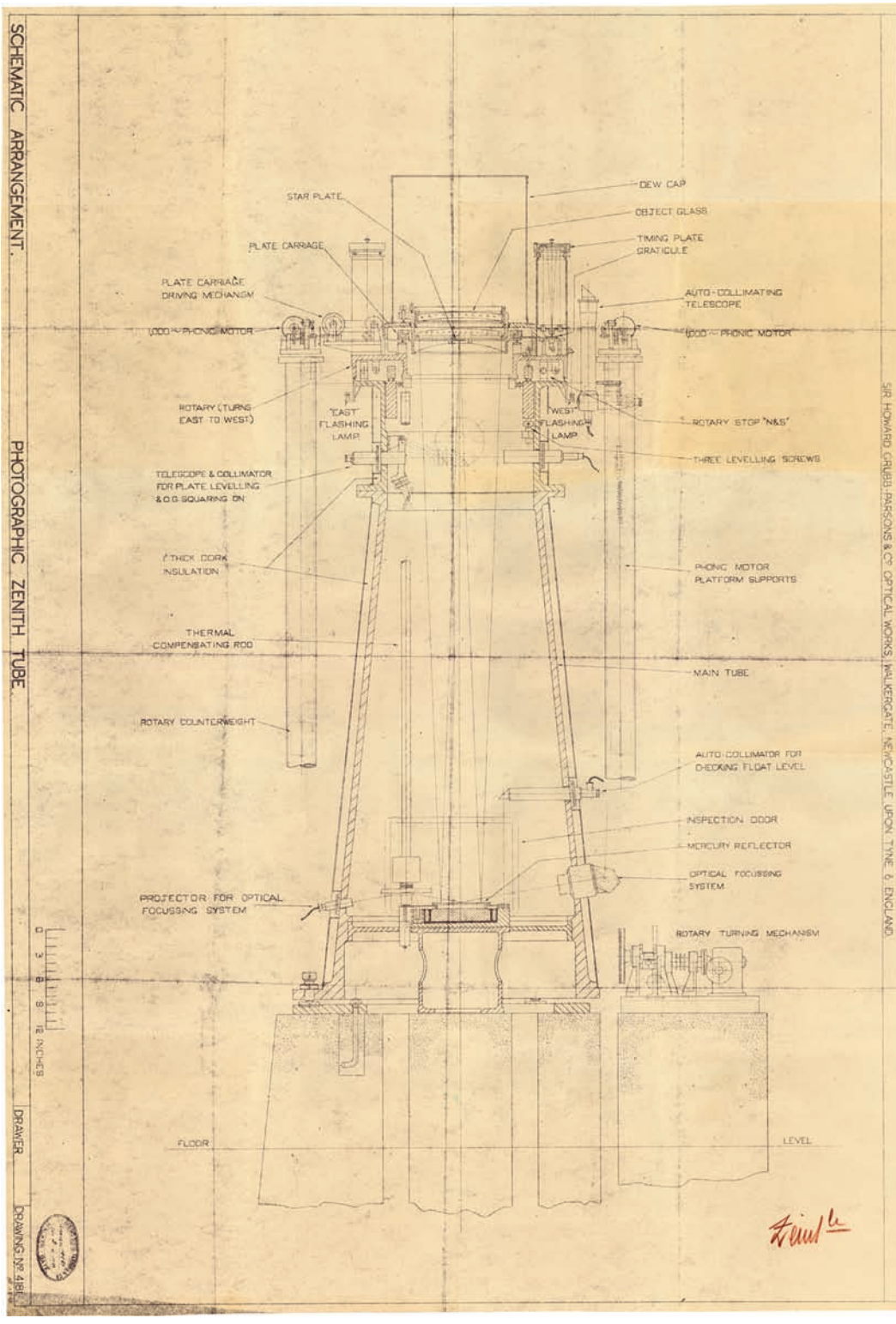


Figure 69. Plan du Photographic Zenith Tube, modèle 1A, dessin nº 4181. Collection Musée international d'horlogerie, © Photo MIH.

astronomiques nécessitent toujours une prise en compte du contexte local, en termes de précision, d'environnement ou financières.

Le 5 juillet 1950, face aux différentes contraintes, la commission de l'Observatoire considère «*que l'acquisition d'une lunette zénithale pour Neuchâtel est prématurée. Il faudrait attendre* […] *les résultats obtenus en Angleterre puisque Greenwich étudie l'installation d'une telle lunette*»[1728]. Il est toutefois décidé de ne pas attendre «*trop longtemps, pour ne pas être à la remorque d'autres observatoires*»[1729].

Le 18 septembre 1950, Sydney de Coulon écrit à Jean Humbert pour l'informer de son absence à la prochaine séance de la commission et l'exhorter à faire valider la commande du PZT. Il justifie l'urgence en déclarant qu'il est crucial que «*notre Observatoire ne soit pas devancé par d'autres institutions de ce genre*»[1730] et l'informe que les horlogers genevois cherchent également à acquérir un PZT[1731]. Cette lettre a l'effet escompté : lors de la séance du 20 septembre 1950, Jean Humbert reprend les arguments de de Coulon et propose de passer commande sans délai, affirmant : «*Si nous ne voulons pas nous trouver devancés par d'autres institutions, en particulier par l'Observatoire de Genève.* […] *Le Canton de Genève a voté récemment un crédit pour l'achat d'une lunette zénithale photographique.*»[1732] De plus, Humbert rapporte que la Société des horlogers de Genève a saisi les organisations horlogères pour «*obtenir un subside pour l'acquisition d'une lunette zénithale destinée à l'Observatoire de Genève*»[1733]. Sydney de Coulon joue ici un rôle central dans l'accélération du dossier du PZT, utilisant la concurrence horlogère comme levier d'influence. Par son réseau, il réunit des fonds, finance des voyages de recherche via Ébauches SA, et exerce une pression politique décisive sur les autorités et la commission.

Lors de la même séance, Guyot recommande de confier la fabrication du PZT à Grubb & Parsons, arguant que «*les Américains* […] *ne répondent plus*»[1734].

[1728] «Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 5 juillet 1950», *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 7.

[1729] «Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 5 juillet 1950», *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 7.

[1730] Lettre de Sydney de Coulon à Jean Humbert, 18 septembre 1950, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique.

[1731] Lettre de Sydney de Coulon à Jean Humbert, 18 septembre 1950, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique.

[1732] «Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 20 septembre 1950», *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 4.

[1733] «Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 20 septembre 1950», *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 5.

[1734] «Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 20 septembre 1950», *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 5.

Humbert soutient cette proposition, avançant que « *les Anglais construisent un instrument plus précis* »[1735]. Un dernier argument vient appuyer cette décision : les Américains « *devraient solliciter l'autorisation de leur gouvernement* [pour] *pouvoir* […] *livrer la lunette* »[1736]. Face à ces considérations, l'Observatoire de Neuchâtel décide de se tourner vers le fabricant britannique[1737].

Le 21 novembre 1950, la commande d'un PZT 1A est officiellement passée auprès de Grubb & Parsons pour un montant de 13 700 livres sterling, équivalent à environ 152 000 francs suisses au 1er décembre 1950[1738]. Dans sa lettre d'accompagnement, Guyot insiste sur l'importance de garantir des critères stricts de précision, écrivant à l'entreprise anglaise : « *Un dernier point sur lequel nous insistons concerne la précision de l'instrument. Nous espérons qu'il vous sera possible d'assurer les diverses opérations effectuées par la lunette sans que chacune d'elles influence le résultat de plus d'un millième de seconde.* »[1739] Grubb & Parsons répond positivement à cette exigence, estimant que cette condition pourra être satisfaite :

« *On peut naturellement s'attendre à ce que les déterminations de l'heure avec le P.Z.T. de type 1 de Greenwich soient plus exactes que celles obtenues avec le Type 1A et cette précision supplémentaire se reflète dans le prix des*

[1735] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 20 septembre 1950 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 5.

[1736] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 20 septembre 1950 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 5.

[1737] Une lettre du 3 janvier 1951 permet de constater le démantèlement de l'atelier de réparation de l'institution américaine au 1er janvier 1951 : Lettre du département de la Navy à l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 3 janvier 1951, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954.

[1738] Sur la commande, voir : Lettre d'Edmond Guyot, à George Sisson, 21 novembre 1950, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954. Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 15 novembre 1950, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique. Le prix atteint finalement 16 027 livres sterling au moment de la livraison : Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 1er décembre 1953, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954. Sur le taux de change, voir : Notes d'Edmond Guyot au département de l'Industrie, 1er décembre 1950, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique. Il est alors demandé de régler 90 % du montant immédiatement, contrairement aux dispositions initiales qui prévoyaient un paiement de 10 %. Cependant, les dévaluations successives de la livre sterling incitent l'État de Neuchâtel à récupérer ce montant afin de procéder à un paiement différé. Sur ce point, voir la lettre du 27 novembre 1951 : Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 27 novembre 1951, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique. Le 3 décembre 1951, Sisson indique que Grubb & Parsons est d'accord pour que 60 % du montant soient récupérés par Neuchâtel afin d'être payé plus tard : Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 3 décembre 1951, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique.

[1739] Lettre d'Edmond Guyot, à George Sisson, 21 novembre 1950, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954.

deux instruments […]. *La mesure des plaques stellaires elles-mêmes est une partie vitale de la détermination de l'heure et si elle peut être effectuée avec une précision similaire à celle de l'instrument, il offre ainsi un moyen de détermination de l'heure plus précis que tout autre instrument connu. Avec la pire tolérance individuelle, qui s'élève à environ 5 millisecondes, il y a des raisons satisfaisantes de croire que vous obtiendrez une détermination statistique de l'heure de l'ordre de 1 milliseconde.* »[1740]

Ainsi, selon le fabricant, le niveau de précision de l'instrument est directement corrélé à son prix, dans lequel il « se reflète ».

Une fois la commande confirmée, Guyot, fidèle à une tradition déjà observée à plusieurs reprises, effectue une visite d'inspection du PZT dans les ateliers de Grubb & Parsons à Newcastle upon Tyne en juillet 1953[1741]. Bien qu'il ne puisse tester l'instrument dans des conditions réelles d'observation, il note que « *que toutes les fonctions se font normalement et que la précision des différents ajustements est satisfaisante* »[1742]. Le PZT est expédié à Neuchâtel en février 1954[1743]. Le 8 mars 1954, Broadbent, un ingénieur de Grubb & Parsons, se rend à Neuchâtel pour procéder à l'installation du PZT, qui est mis en service le 3 avril 1954 (figure 70)[1744].

En mai 1954, après un examen réalisé avec George Sisson, Guyot annonce que le PZT est prêt à être utilisé[1745]. Cependant, un délai d'environ deux ans est nécessaire pour calibrer pleinement l'instrument[1746]. Soulignons que Grubb & Parsons ne construit finalement que trois instruments avec le modèle 1A de Neuchâtel (1954), celui de Greenwich (1955) et celui du Mount Stromlo (1956)[1747].

[1740] Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 28 novembre 1950, AEN, 2IND-79,_lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954.

[1741] Sur ce point, voir : « Rapport sur un voyage en Angleterre pour contrôler la lunette zénithale photographique de l'Observatoire de Neuchâtel », 17 août 1953, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique.

[1742] « Rapport sur un voyage en Angleterre pour contrôler la lunette zénithale photographique de l'Observatoire de Neuchâtel », 17 août 1953, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique, p. 1.

[1743] RD 1954, p. 4.

[1744] Lettre d'Edmond Guyot à Sisson, 26 février 1954, AEN, 2IND-79. Lettre de Sydney de Coulon à la Chambre suisse d'horlogerie, 2 avril 1954, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique.

[1745] RD 1954, p. 3.

[1746] RD 1956, p. 5.

[1747] Voir le catalogue de Grubb & Parsons sur la liste et les dates des différentes livraisons : Grubb and Parsons, « Astronomical instruments », 17, 1956, Tyne & Wear Archives, Accession 5350, catalogues, dépliants, articles, etc.

Figure 70. PZT de l'Observatoire de Neuchâtel in situ.
© Bibliothèque de la Ville de La Chaux-de-Fonds, Département audiovisuel (DAV), Fonds Fernand Perret, FP-NEG-5322-3.

9.2.4 De l'observateur à l'opérateur

Le PZT constitue l'instrument central de la nouvelle chaîne opératoire, transformant radicalement les pratiques liées à la détermination de l'heure (figure 71). Pour mieux comprendre son fonctionnement, une étude interdisciplinaire a été réalisée en collaboration avec le MIH, la HE-Arc CR et l'Université de Neuchâtel[1748]. Cette recherche s'est appuyée sur l'analyse

[1748] Pour le rapport d'étude des étudiants en master, voir : Berberat Julien, Dujardin François, Lannaz Benoît et Papacella Irena, *L'Objet comme document : Techniques d'enquête et production de savoirs. Le Tube Photographique Zénithal (PZT) de l'Observatoire de Neuchâtel*, travail de séminaire de master.

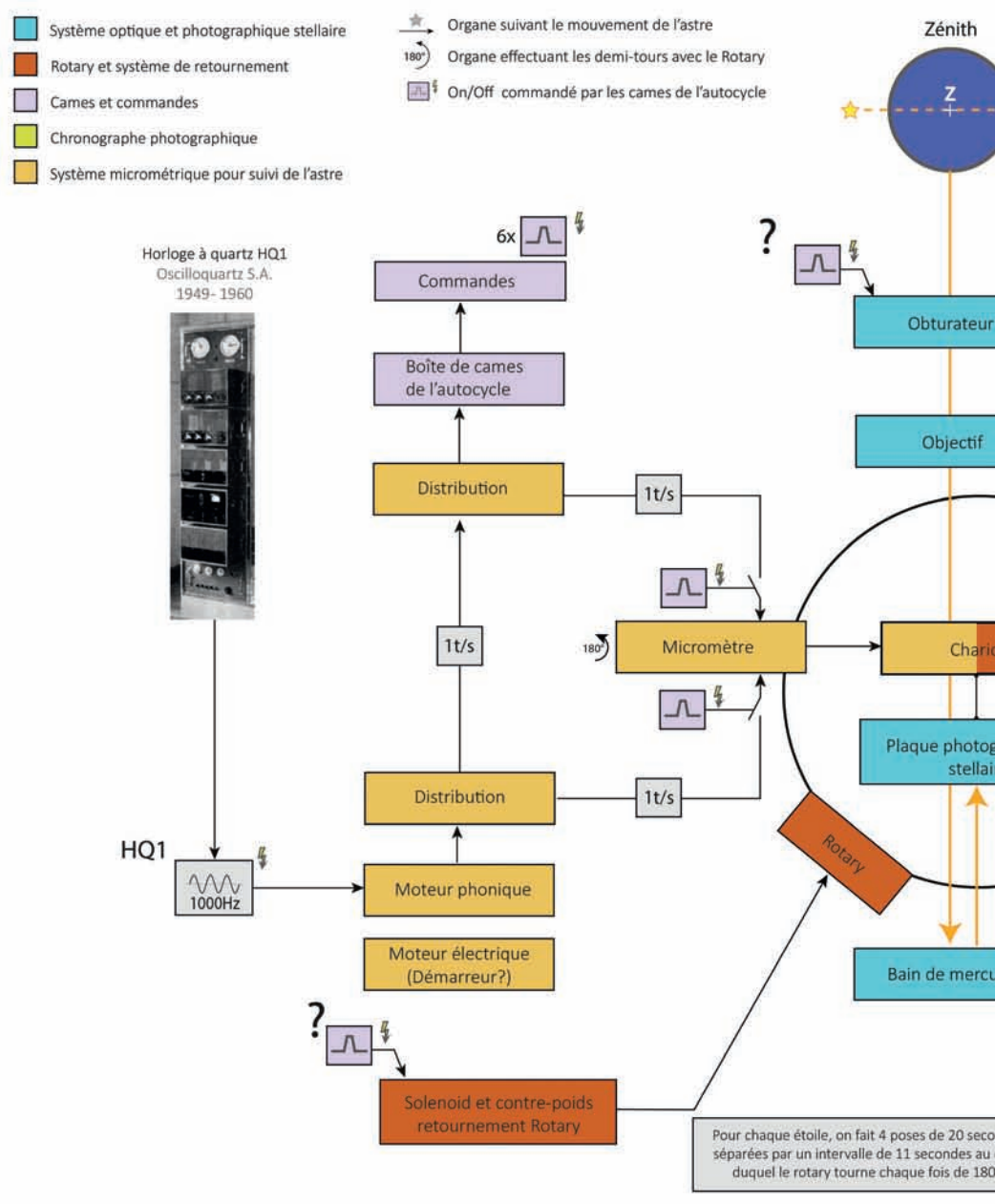
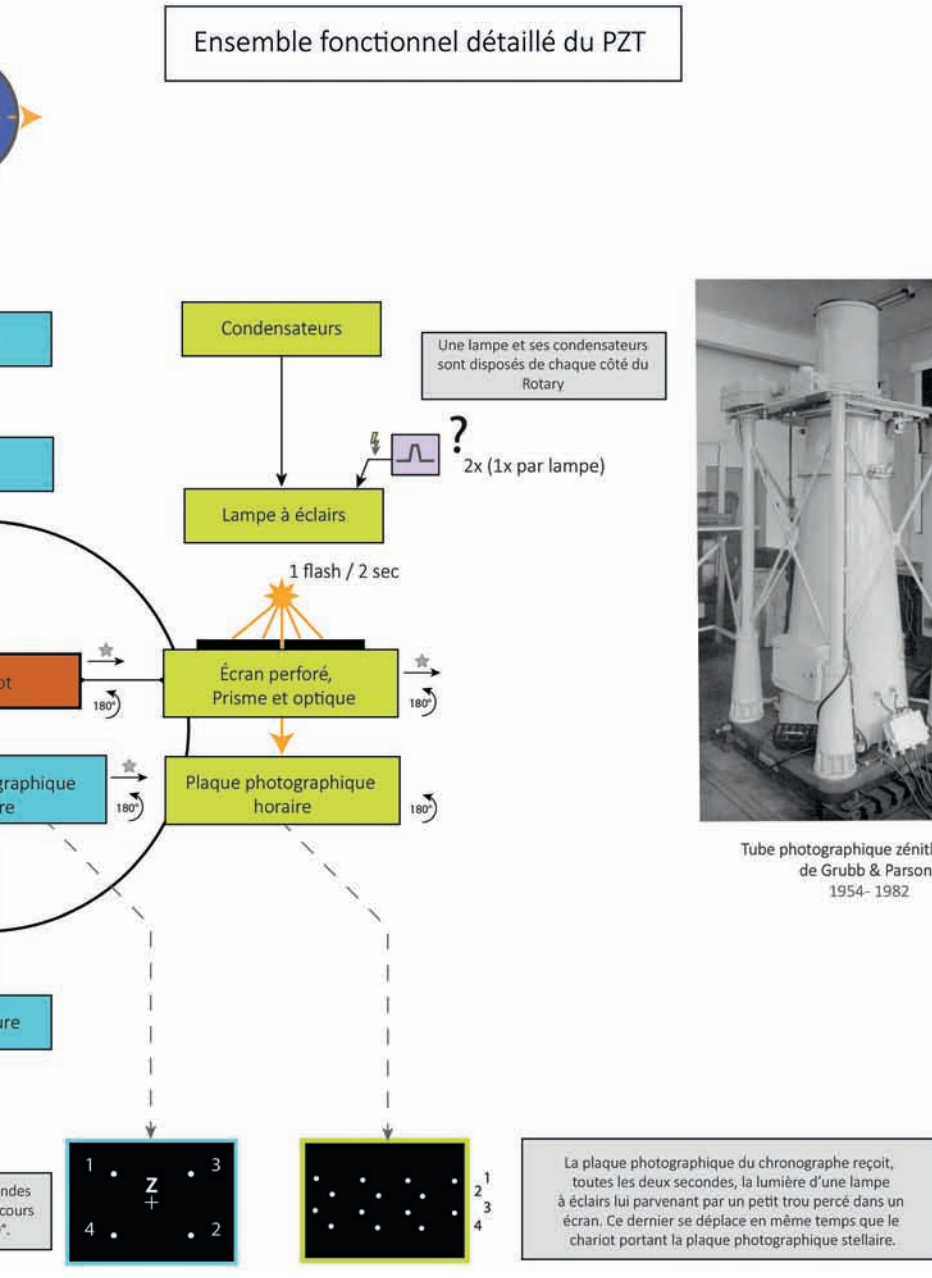


Figure 71. Chaîne opératoire de la détermination de l'heure, 1954 – deuxième partie.
© Julien Gressot et Romain Jeanneret.



Tube photographique zénithal «PZT»
de Grubb & Parsons
1954- 1982

des sources disponibles, enrichie par une étude matérielle de l'instrument[1749]. Cependant, les descriptions parfois incomplètes et l'absence de certains éléments du PZT limitent la reconstitution précise de certaines étapes de la chaîne opératoire, obligeant à formuler des hypothèses sur certains aspects de son fonctionnement.

Commençons par les caractéristiques générales du PZT. L'instrument se compose d'un tube vertical d'environ deux mètres de longueur, solidement arrimé sur un socle en béton[1750]. Dans la partie supérieure du tube se trouve un élément mobile, appelé *rotary*, constitué d'un second tube de taille plus petite, qui supporte à la fois l'objectif et les plaques photographiques.

Le principe fondamental de la détermination méridienne de l'heure repose sur l'observation du passage d'un astre au méridien local et sur la comparaison de cet instant avec l'heure conservée par un garde-temps de référence. Le PZT applique cette méthode en photographiant le passage d'un astre au zénith. Cette pratique est rendue possible par un obturateur monté sur deux rails indépendants de l'instrument, dont la rotation est assurée par un ressort activé par un moteur électrique. Cette séparation mécanique a pour but d'éviter que les vibrations de l'obturateur n'affectent la stabilité du bain de mercure. Une fois réfléchie, la lumière est captée par une plaque photosensible orientée vers le nadir (le bas) (figure 72). L'astre est photographié deux fois avant son passage au zénith et deux fois après, formant théoriquement les quatre sommets d'un rectangle sur la plaque photographique. Toutefois, en raison de légers décalages, le résultat obtenu est généralement un parallélogramme. Pour que l'image forme un rectangle parfait, l'astre devrait passer exactement au zénith au milieu du cycle d'enregistrement. En 1954, Guyot décrit le fonctionnement du PZT :

« *Son objectif a 25 cm d'ouverture et 3,43 m de distance focale. Le tube principal de l'instrument supporte à son extrémité supérieure une partie qui peut tourner de 180° autour d'un axe vertical : le rotary. L'objectif et la plaque sont solidaires du rotary et se retournent en même temps que lui. L'appareil qui travaille comme un robot est construit de telle manière qu'une seule pression sur un bouton déclenche le cycle automatique des poses. Pour chaque étoile, on fait 4 poses de 21 secondes séparées par un intervalle de 11 secondes au cours duquel le rotary tourne chaque fois de*

[1749] Sur cette coopération, voir : Gressot Julien et Jeanneret Romain, « Dialogue interdisciplinaire entre l'objet et l'archive ».

[1750] Pour la description et le fonctionnement du PZT, le manuel de l'instrument constitue une source de premier ordre : PZT Type 1A manuel, AEN, 2IND-79.

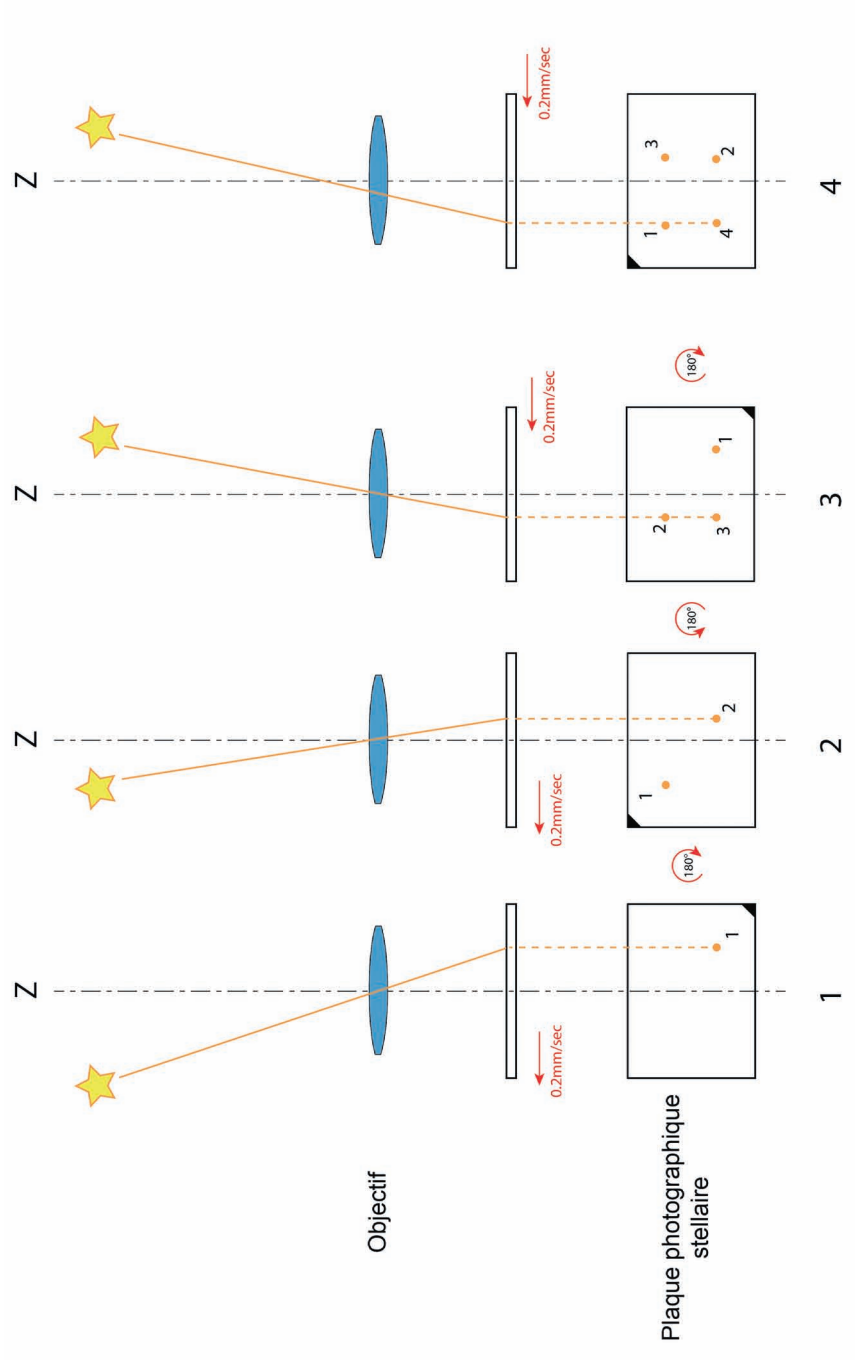


Figure 72. Séquence des quatre étapes de la prise de vue du passage de l'astre au zénith. © Romain Jeanneret.

180°. On s'arrange autant que possible pour que les instants des 4 poses soient symétriques deux à deux par rapport à l'heure du passage par le méridien. »[1751]

Quatre points sont enregistrés sur une plaque photographique correspondant à quatre moments distincts du passage d'un astre. Contrairement aux cercles méridiens, où la lumière de l'étoile est perçue par la rétine de l'astronome, qui appuie ensuite sur un bouton pour transmettre les données sur une feuille de papier, cette étape est ici entièrement automatisée par l'instrument. Après chaque pose, le *rotary* pivote de 180° pour préparer la prise suivante. Le rythme nécessaire à l'exposition de la plaque photographique est assuré par un moteur phonique, qui transmet son mouvement rotatif à une vis micrométrique. Cette dernière effectue un tour par seconde, tandis que « *le support de plaque se meut à une vitesse de 0,170979 mm* », synchronisé avec le déplacement apparent de l'astre dans le ciel[1752].

Durant la séquence, le *rotary* réalise un demi-tour, entraînant avec lui la plaque photographique, son chariot et le micromètre. Dans le but de garantir la netteté de la prise de vue, le cycle se poursuit avec le suivi de l'astre par le chariot durant vingt et une secondes, avant que le *rotary* n'exécute un demi-tour inverse, complétant ainsi l'opération. Pendant cette séquence, une seconde plaque photographique, dite chronographique, enregistre la position du chariot. Cet ajout, introduit par l'Observatoire de Greenwich, remplace le chronographe enregistreur classique utilisé par l'USNO. Avec le PZT, l'instrument zénithal intègre directement le chronographe, jusque-là un dispositif séparé dans les chaînes opératoires précédentes. Des flashs électroniques enregistrent la position du chariot en créant une série de points sur la plaque photographique. À chaque retournement du *rotary*, cette plaque se déplace perpendiculairement, formant une figure en W. Selon Sisson, ce chronographe « *donne plus de sécurité, mais complique vraiment le travail* »[1753]. Cette complexité, combinée à l'usage de la photographie, rend les calculs de réduction des données plus fastidieux, comme nous le verrons ultérieurement.

Pour fournir la donnée temporelle, le PZT exige un niveau de précision supérieur à celui des pendules mécaniques, qui s'avèrent insuffisantes.

[1751] Guyot Edmond, « À l'Observatoire cantonal de Neuchâtel. De la lunette méridienne à la lunette zénithale photographique », *La Suisse horlogère*, 32 et 33, 1954, pp. 779-780 et pp. 811-812.
[1752] Manuel du PZT, AEN, 2IND-79, p. 33.
[1753] « Notes de Pierre Huguenin, Entretien au sujet d'une lunette zénithale », 18 août 1948, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique.

Comme l'indique le rapport de 1948 : « *Le fonctionnement d'une lunette zénithale photographique nécessite une horloge à quartz. C'est la seule espèce d'horloge qui soit en mesure d'entraîner la plaque photographique de la lunette tout en assurant à cet entraînement la précision voulue.* »[1754] Ainsi, une horloge à quartz, baptisée HQ1 (figure 73), est directement reliée au PZT. Cette horloge, que nous examinerons plus en détail ultérieurement, est réglée sur le temps moyen et, depuis novembre 1951, également sur le temps sidéral grâce à un dispositif mécanique de conversion de l'heure[1755]. Elle fournit une fréquence stable de 1 000 hertz (Hz) par seconde au moteur phonique, un moteur synchrone entraîné par un oscillateur à quartz, dont la fréquence est constante. Une roue phonique réduit cette fréquence de 1 000 Hz à une vitesse d'un tour par seconde (1 Hz). L'horloge à quartz remplit une double fonction : elle participe à la fois à la détermination et à la conservation de l'heure. L'introduction du PZT accroît donc les besoins en matière de garde-temps, nécessitant de nouvelles innovations techniques pour répondre aux exigences de précision et de fiabilité.

Pour automatiser le cycle du PZT, un boîtier situé sur la partie supérieure de l'instrument abrite sept cames – des pièces mécaniques conçues pour transmettre et transformer le mouvement. Ces cames sont positionnées de manière à activer des interrupteurs électriques qui, à leur tour, commandent des électro-aimants disposés dans le PZT. Ces électro-aimants déclenchent, avec une précision millimétrée, les différentes étapes de la séquence de prise de vue. La séquence peut être décomposée en plusieurs opérations : l'ouverture de l'obturateur, l'activation des flashs du chronographe optique, le retournement de la plaque photographique stellaire, et l'embrayage du micromètre pour déplacer la plaque photographique afin de suivre le mouvement apparent de l'astre. Ce boîtier est directement couplé à un moteur phonique, dont la précision, assurée par l'horloge à quartz, permet de garantir un synchronisme de l'ordre de la milliseconde[1756].

Signalons une différence notable par rapport aux précédentes chaînes opératoires : le PZT ne produit plus directement une donnée destinée à être conservée sur des pendules fondamentales. Désormais, il sert à vérifier a posteriori la marche des garde-temps. Cette inversion de fonction n'intervient

[1754] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 708.

[1755] RD 1951, p. 4.

[1756] Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Médecine & Hygiène, 1967, p. 26.

Figure 73. Deux premières horloges à quartz de l'Observatoire de Neuchâtel (HQ1 et HQ2). © Bibliothèque de la Ville de La Chaux-de-Fonds, Département audiovisuel (DAV), Fonds Fernand Perret, FP-NEG-5322-1.

qu'à partir du moment où les horloges à quartz atteignent un niveau de fiabilité jugé suffisant et où le PZT a été correctement calibré.

9.3 La conservation de l'heure

L'usage du PZT est intrinsèquement lié à celui des horloges à quartz qui occupent une position centrale dans la nouvelle chaîne opératoire (figure 74). Cette relation est réciproque : le PZT requiert l'utilisation des horloges à

quartz, ces dernières justifient également l'acquisition de l'instrument zénithal. La précision accrue des horloges à quartz, exige une augmentation des moyens de contrôle de leur marche, renforçant ainsi la nécessité d'un instrument zénithal comme le PZT. En quelques années seulement, les garde-temps quartziques vont profondément transformer la conservation de l'heure, initiant une transformation technique majeure durant les années 1950 qui va toucher les institutions spécialisées dans la mesure du temps.

Dans cette sous-partie, nous nous concentrerons sur l'introduction des horloges à quartz, sans détailler le fonctionnement des pendules mécaniques, qui demeure similaire à celui de la deuxième chaîne opératoire.

9.3.1 Plus précis que la rotation de la Terre

Pour aborder l'origine de l'horloge à quartz, une utile publication est *The Evolution of the Quartz Crystal Clock,* tirée d'une conférence donnée en 1947 par Warren Marrisson (1896-1980) au British Horological Institute de Londres[1757]. Marrisson, ingénieur au Laboratoire Bell, est l'un des développeurs de la première horloge à quartz en 1927[1758]. Cette technologie repose sur le même principe que les pendules mécaniques : le décompte d'un mouvement régulier et répétitif se produisant dans un laps de temps donné, généralement une seconde. Cependant, alors que les pendules mécaniques oscillent une à deux fois par seconde, le quartz vibre à des fréquences beaucoup plus élevées, ce qui en améliore la précision[1759]. On parle ici de fréquence, définie comme le nombre de cycles par seconde (c/s désormais connu sous le nom de l'unité de mesure hertz dans le Système international d'unités). L'augmentation de la fréquence des oscillations présente l'avantage de réduire les effets d'irrégularités ponctuelles : une variation sur un petit nombre d'oscillations a des conséquences plus importantes que lorsqu'elle

[1757] Marrisson Warren, « The evolution of the crystal quartz clock », *The Bell System Technical Journal,* 27, 3, 1948, pp. 510-588. *La Suisse horlogère* publie une traduction française de cet article entre le 29 décembre 1949 et le 13 juillet 1950 : Marrisson Warren, « L'évolution de l'horloge à quartz », *La Suisse horlogère*, n[os] 52, 2, 4, 6, 7, 14, 16, 18, 19, 25, 28.

[1758] Sur l'origine des horloges à quartz, voir : Katzir Shaul, « Variations and combinations… », pp. 98-103; Katzir Shaul, « Time standards for the twentieth century… » ; Lombardi Michael, « The evolution of time measurement, Part 2: quartz clocks », *IEEE Instrumentation and Measurement Magazine*, 2011, pp. 41-48 ; Stephens Carlene, « Reinventing accuracy: the first quartz clock of 1927 », Graf Johannes (Hrsg.), *Die Quarzrevolution: 75 Jahre Quarzuhr in Deutschland 1932-2007*, Furtwangen, Deutschen Uhrenmuseum, 2008, pp. 12-23.

[1759] Sa vitesse de déplacement diffère selon le type de cristaux utilisés et par la manière de le tailler.

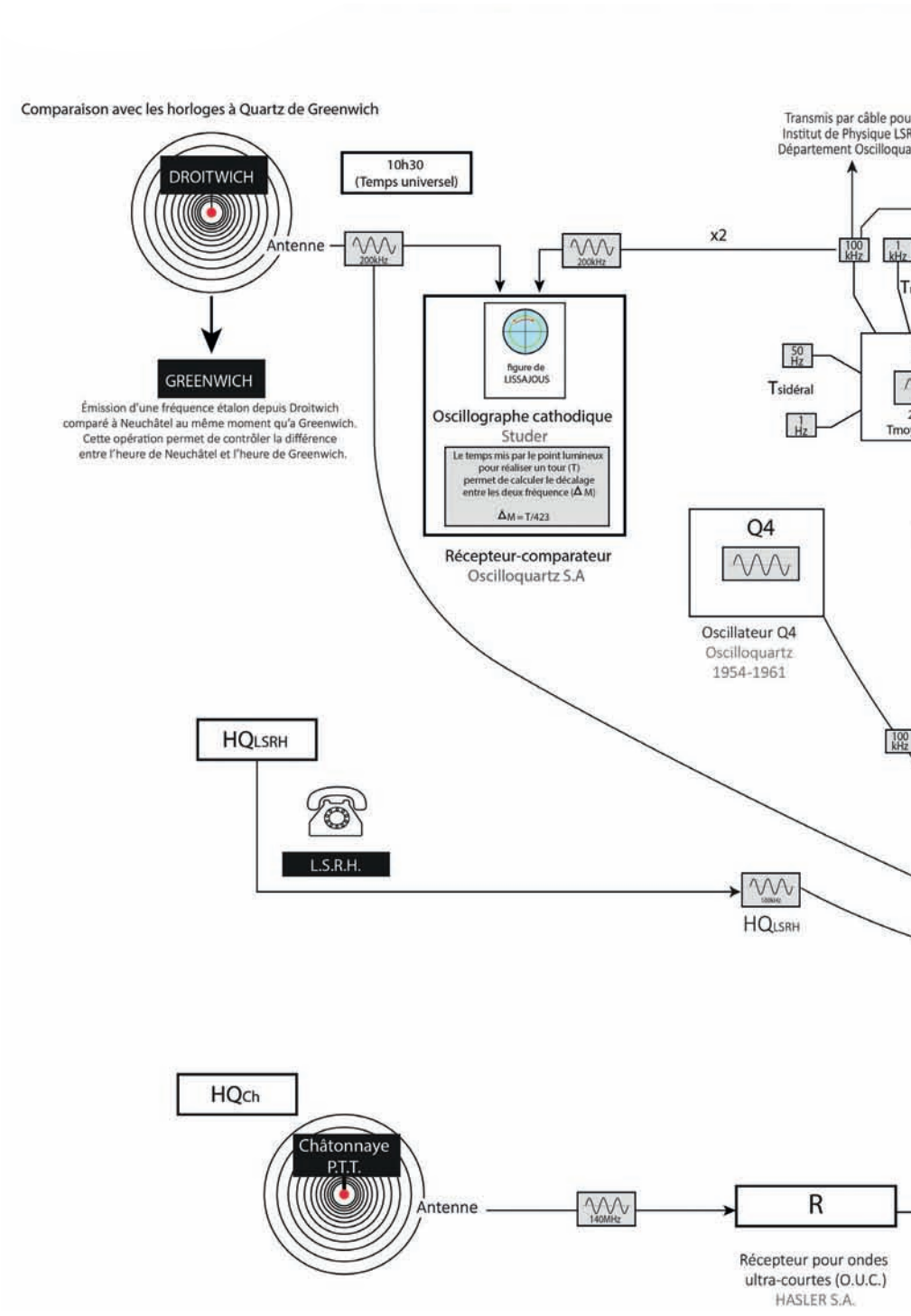
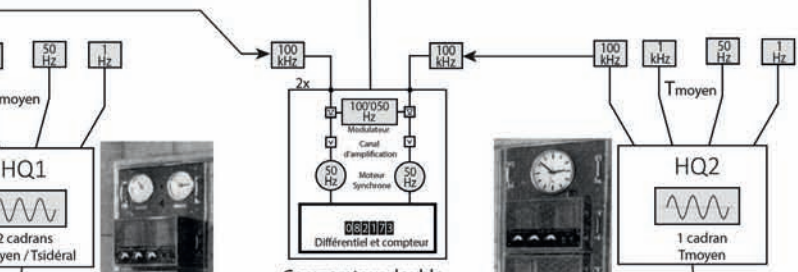


Figure 74. Chaîne opératoire de la conservation de l'heure et de la réception des signaux horaires, 1954 – première partie. © Julien Gressot et Romain Jeanneret.

Principe

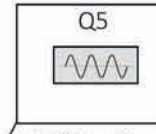
On retranche des deux fréquences à contrôler qui sont d'environs 100kHz
la fréquence d'un oscillateur auxillaire qui vaut environ 100'050Hz.
On obtient ainsi deux fréquence de 50Hz qui font tourner un moteur synchrone.
Ces derniers agissent sur un différentiel qui transmet leur différence à un compteur de tours
possèdant 6 chiffres, le dernier correspondant à 1 cent-millièmes de seconde.
Si l'on relève le compteur tous les jours à la même heure, la différence de deux lectures consécutives
donne la marche journalière relative d'une des horloges par rapport à l'autre.



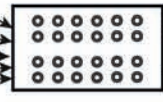
Comparateur double de fréquence
Oscilloquartz S.A
1951

Horloge à quartz HQ1
Oscilloquartz
1948- 1960

Horloge à quartz HQ2
Oscilloquartz
1950- 1960



Oscillateur Q5
Oscilloquartz S.A.
1954-1960



2 tableaux de commutation
Oscilloquartz S.A

2 Tableaux de commutation
qui permettent, grâce à des jack,
de brancher la fréquence
de n'importe quel oscillateur
avec n'importe quel autre
ou par rapport
à la fréquence de Droitwich
sur les comparateurs.

Comparateurs doubles de fréquence
Oscilloquartz
1949

concerne plusieurs centaines de milliers de cycles. Cette propriété est désormais connue sous le nom de facteur de qualité. En métrologie, on ne parle plus uniquement de précision, mais également d'exactitude de la mesure, définie par l'« *étroitesse de l'accord entre le résultat d'un mesurage et une valeur vraie du mesurande* »[1760] et d'incertitude de mesure, qui correspond au « *paramètre, associé au résultat d'un mesurage, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande* »[1761]. Dans le domaine de la mesure du temps, la réduction de l'incertitude repose sur deux principes fondamentaux : l'augmentation de la fréquence des oscillations et la multiplication des garde-temps ; ce dernier principe étant au cœur des trois chaînes opératoires.

Dès le milieu des années 1930, Guyot suit attentivement l'évolution des horloges à quartz. Le 20 mars 1935, il qualifie ces dispositifs d'« *instruments de laboratoire fort coûteux* »[1762]. À cette époque, les horloges à quartz sont encore en phase de développement et très coûteuses. En 1937, le sujet refait surface lorsque Guyot déclare qu'il « *n'est pas possible de donner des résultats avec les horloges à quartz pour le moment* »[1763]. Cette prudence vis-à-vis du quartz n'est pas spécifique à l'Observatoire de Neuchâtel, puisque, par exemple, Greenwich obtient sa première horloge à quartz uniquement en 1939 et mettra plusieurs années avant de s'orienter résolument vers cette technologie[1764]. À Neuchâtel, il faudra encore une dizaine d'années pour voir une avancée concrète sous l'impulsion d'Ébauches SA, qui cherche à mettre en place un réseau d'horloges à quartz et intervient « *financièrement en faveur des acquisitions projetées par l'Observatoire* »[1765]. En janvier 1946, Guyot annonce qu'« *Ébauches SA fera don à l'Observatoire de trois pendules à quartz qui seront probablement terminées à fin mars 1946* »[1766]. Un

[1760] Joint Committee for Guides in Metrology, *Évaluation des données de mesure – Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*, 100, septembre 2008 [1re édition], p. 37.
[1761] Joint Committee for Guides in Metrology, *Évaluation des données de mesure – Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*, 100, septembre 2008 [1re édition], p. 38
[1762] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 20 mars 1935 », *PVCOC juin 1934 à décembre 1938*, AEN, 1EP-352, p. 18.
[1763] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 8 décembre 1937 », *PVCOC juin 1934 à décembre 1938*, AEN, 1EP-352, p. 5.
[1764] Sur les horloges à quartz de l'Observatoire de Greenwich, voir : Smith Humphry, « Quartz clocks of the Greenwich time service », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 113, 1, 1953, pp. 67-80.
[1765] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 708.
[1766] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 23 janvier 1946 », *PVCOC juin 1934 à décembre 1938*, AEN, 1EP-352, p. 9.

phénomène similaire s'observe à Greenwich, où, durant les années 1940, le Post Office Radio Branch Laboratories s'engage pour augmenter le nombre d'horloges à quartz de l'institution anglaise, reflétant l'intérêt croissant pour cette technologie dans les milieux scientifiques et horlogers.

Les trois premières horloges à quartz de l'Observatoire font partie d'un lot de six, conçues par Ernst Baumann (1909-1980), professeur et responsable de l'Institut pour la technique des courants faibles à l'EPFZ, avec son collaborateur Francis Berger, ingénieur, et en collaboration avec Ébauches SA. Les trois autres horloges de ce lot sont réparties entre l'EPFZ, les PTT et le LSRH[1767]. L'EPFZ, dans le contexte de difficultés d'approvisionnement durant la Seconde Guerre mondiale, cherche à utiliser du quartz helvétique pour la fabrication de ces dispositifs[1768]. Afin de vérifier la qualité des horloges, une collaboration avec l'Observatoire est jugée opportune, comme le précise le rapport du Conseil d'État de 1948 citant Ernst Baumann : « *Pour essayer les cristaux, comme pour mesurer les fréquences avec précision, il est nécessaire de posséder un étalon de fréquence. L'étalon de fréquence est aussi un étalon de temps. Comme la base de temps est la durée de la rotation terrestre, il est nécessaire de s'y référer. Comme en Suisse, le temps le plus exact est donné par l'Observatoire de Neuchâtel, il était naturel d'établir une liaison avec lui.* »[1769]

Ainsi, l'expertise de l'Observatoire de Neuchâtel dans la mesure du temps est reconnue par les acteurs impliqués dans le développement du quartz, faisant de l'institution le lieu idoine pour expérimenter cette technologie. Cette démarche s'inscrit dans une continuité avec l'activité historique de certification des produits horlogers par l'établissement neuchâtelois. Le lien

[1767] Lettre de Sydney de Coulon au président de la Chambre suisse de l'horlogerie, au président de la Fédération suisse des associations de fabricants d'horlogerie (F.H.), au président de Union des branches annexes de l'horlogerie (UBAH), au président de l'Association d'industriels suisses de la montre Roskopf et au président d'Ébauches SA, 5 août 1947, AEN, 1EP-364, lunette zénithale photographique 1947-1955. Sur le réseau neuchâtelois d'institutions concernées par le développement microtechnique, voir : Richter Yann, Busca Giovanni, Debély Pierre et Perret Thomas, « Une institution au service d'une industrie : le Laboratoire suisse de recherches horlogères (LSRH), Perret Thomas, Beyner André, Debély Pierre, Tissot Laurent et Jeanneret François, *Microtechniques et mutations horlogères. Clairvoyance et ténacité dans l'Arc jurassien*, Hauterive, Gilles Attinger, 2000, pp. 91-134, notamment pp. 105-112, et pour le lien avec l'Observatoire : pp. 127-130. Signalons que si trois horloges à quartz sont évoquées, les différents rapports annuels de l'Observatoire n'en mentionnent que deux.

[1768] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, pp. 702-740, pp. 708-709.

[1769] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, p. 709.

étroit avec l'horlogerie est aussi souligné par Baumann, qui affirme qu'en tant que « *pays horloger, nous ne pouvons pas nous dispenser de posséder des garde-temps de la plus haute précision et nous devons les construire nous-mêmes* »[1770]. Cet argument repose sur un double enjeu : maintenir la position de référence de la Suisse dans la conservation de l'heure et assurer une indépendance nationale dans la fabrication de garde-temps. Avec l'avènement du quartz, la position de l'Observatoire évolue, offrant une opportunité de justifier son existence après des années de crise tout en renforçant son rôle comme acteur scientifique au niveau helvétique. La recherche sur les horloges à quartz repose sur des collaborations interdisciplinaires réunissant des physiciens, des ingénieurs, ainsi que des institutions variées – laboratoires industriels, écoles polytechniques et l'Observatoire. Cette dynamique place l'Observatoire au centre d'un réseau d'innovation technologique[1771]. En retour, l'établissement se transforme, tout comme sa culture de la précision, qui est de plus en plus influencée par une épistémê physicienne.

Ces nouvelles dispositions sont exposées dans le rapport de 1948, dont la deuxième annexe traite spécifiquement des horloges à quartz[1772]. Ce rapport esquisse les grandes lignes du projet, plutôt qu'une version définitive. Comme le souligne Jean Humbert lors des débats parlementaires, cette flexibilité est essentielle pour répondre aux avancées constantes du domaine : « *Dans toutes les questions qui touchent à l'Observatoire, nous sommes dans un domaine tout à fait nouveau et qu'il n'est pas possible d'établir, de façon précise, les possibilités de rendement. Les instruments dont il s'agit constituent également de nouvelles applications, de sorte qu'il est même impossible de garantir que les devis seront tenus exactement* »[1773].

Le conseiller d'État justifie cette approche en réitérant l'argument selon lequel on « *ne pouvait attendre indéfiniment, car nous serions arrivés les*

[1770] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, p. 709.

[1771] Sur ces relations entre projets de recherche et cadres institutionnels autour de la mise au point de la technologie du quartz, voir : Katzir Shaul, « Pursuing frequency standards… ».

[1772] « Rapport de la commission de l'Observatoire cantonal sur les décisions concernant l'aménagement d'une nouvelle salle des pendules », 11 décembre 1947, Annexe 2, Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, pp. 702-740, pp. 721-728.

[1773] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 737.

derniers»[1774]. Cette notion de crainte d'un retard, régulièrement évoqué, est un leitmotiv dans les discussions sur la modernisation de l'Observatoire à ce moment.

Signe des doutes entourant cette innovation à ses débuts, les pendules mécaniques sont conservées au sein de la chaîne opératoire. Comme le souligne le rapport : «*Il serait prématuré d'affirmer qu'elles seront éliminées. Il convient avant de se prononcer d'attendre que les horloges à quartz, après leur installation, soient mises au point et donnent toutes les garanties de bon fonctionnement et d'exactitude.*»[1775] Ainsi, les horloges à quartz et les pendules mécaniques œuvrent de concert à cette période. Pour ne pas ébranler la confiance dans les pendules mécaniques, le Conseil d'État s'empresse de préciser que «*les installations actuelles fonctionnent d'ailleurs à notre entière satisfaction*»[1776]. Les possibilités techniques du quartz semblent néanmoins prometteuses, le rapport affirmant que «*la précision d'un bon oscillateur à quartz dépasse nettement la précision des meilleures pendules à gravitation*»[1777]. Cependant, l'inconnue principale réside dans la capacité des horloges à quartz à assurer un fonctionnement fiable sur le long terme. Si, à court terme, leur précision surpasse celle des pendules mécaniques, elles sont sujettes à des pannes fréquentes. La qualité exacte des performances demeure en questionnement : «*Cette installation de pendules à quartz présente évidemment une inconnue*»[1778], mais ambitionne d'atteindre une «*précision telle que l'écart sera inférieur à 1/100 s par 24 heures*»[1779]. Cela représente une amélioration d'un facteur 10 par rapport aux performances des meilleures pendules mécaniques. Par exemple, en 1947, la pendule Leroy varie de 0,08 s entre deux déterminations de l'heure, tandis que la pendule Riefler connaît des résultats très inégaux : de mauvaises marches avec des écarts d'un dixième de seconde alternent avec des périodes excellentes où

[1774] «Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments», séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 737.

[1775] «Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments», séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, pp. 721-722.

[1776] «Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments», séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, p. 722.

[1777] «Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments», séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, p. 709.

[1778] «Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 13 mai 1948», *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 2.

[1779] «Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 13 mai 1948», *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 2.

elle ne varie que d'un centième de seconde, ce qui limite sa fiabilité pour la conservation de l'heure. Pour illustrer les bénéfices attendus pour l'ensemble de la chaîne opératoire, le rapport du Conseil d'État cite l'astronome royal Harold Spencer Jones, qui décrit des transformations similaires opérées dans son propre établissement :

« *Lorsque l'installation à l'Observatoire royal* [de Greenwich] *des dix-huit horloges à quartz prévues sera terminée et que l'on pourra mettre en service le télescope* [sic : lunette] *zénithal photographique (PZT), l'erreur probable des déterminations de temps* [sic : de l'heure] *sera réduite jusqu'à être de deux à trois millièmes de seconde seulement, et l'heure pourra être déterminée avec une précision qui n'a encore jamais été obtenue jusqu'ici.* »[1780]

À Neuchâtel, malgré un nombre plus limité de garde-temps qu'à l'Observatoire de Greenwich, les choix technologiques adoptés s'en rapprochent notablement. Cela témoigne de l'ambition certaine du petit établissement neuchâtelois de se maintenir parmi les références internationales en matière de mesure du temps.

9.3.2 Le développement des horloges à quartz

Avant de présenter le fonctionnement des horloges à quartz, quelques mots sur leurs principes généraux. Constatons que les pratiques, les réparations et ajustements sont désormais, au mieux, évoqués de manière succincte dans les rapports du directeur, ce qui complique l'analyse de la chaîne opératoire et de son évolution.

Au sein d'une horloge à quartz, le quartz remplace le pendule des garde-temps mécaniques[1781]. Le régulateur de l'horloge n'est donc plus le mouvement oscillatoire d'un pendule, mais celui du quartz. L'intérêt principal du quartz réside dans sa capacité à osciller à une haute fréquence, laquelle peut être stabilisée lorsqu'un courant électrique est appliqué. Cette propriété, appelée piézoélectrique, correspond à la faculté du quartz de se polariser

[1780] Harold Spencer Jones est cité dans : « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 710. La source originale est : Spencer Jones Harold, « La mesure du temps », *Revue technique suisse*, 47, 1947.

[1781] Decaux B., « Les horloges à quartz et leurs applications », Conférence du 29 mai 1948, *Société suisse de chronométrie*, pp. 266-275.

électriquement sous une contrainte mécanique et, inversement, de se déformer sous l'effet d'un champ électrique.

Dans une horloge à quartz, une lame de quartz est placée dans un tube, entre la grille et la cathode d'un petit oscillateur. Ce dispositif permet à la lame d'imprimer « *100 000 vibrations à la seconde* », produisant ainsi un courant alternatif[1782]. Cette fréquence, bien trop élevée pour faire tourner directement un moteur synchrone, est réduite à l'aide d'un diviseur de fréquence ou démultiplicateur, ramenant la fréquence à mille périodes-seconde (1 000 Hz). Ce courant entraîne ensuite une roue phonique à cent dents qui joue également le rôle d'un moteur synchrone, effectuant dix rotations par seconde. Par analogie, le mouvement du moteur synchrone, directement lié à la fréquence du quartz, remplit une fonction similaire à celle de la roue des secondes dans une horloge mécanique, qui est entraînée par le mouvement du pendule. Les horloges à quartz permettent d'éliminer plusieurs inconvénients des pendules mécaniques, comme le souligne le rapport de 1948 : « [Les] *nouvelles horloges présentent sur les anciennes l'avantage d'être plus précises. Elles ne sont pas influencées par les secousses séismiques ou autres. On peut les mettre à l'heure sans perturber leur marche.* »[1783] Ces aspects réduisent l'effet des conditions environnementales sur les garde-temps et évitent des manipulations toujours délicates sur les pendules mécaniques. L'introduction de cette technologie marque une transformation profonde de la conservation de l'heure, qui s'opère toutefois sur une période relativement longue d'une dizaine d'années.

La première horloge à quartz de l'Observatoire (HQ1) arrive en juillet 1948[1784]. Elle est équipée de deux cadrans permettant d'afficher simultanément le temps moyen et le temps sidéral, pour accompagner le PZT[1785]. La deuxième horloge à quartz (HQ2) est livrée le 21 juillet 1950 et dispose d'un seul cadran réglé au temps moyen[1786]. Ces deux garde-temps sont munis de cadrans (figure 73), à l'instar des pendules mécaniques, bien

[1782] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 722. Il est possible de tailler le quartz de diverses manières, ce qui modifie le nombre des vibrations.

[1783] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, p. 728.

[1784] RD 1948, p. 6.

[1785] Humbert Jean, « Rapport sur l'état des travaux à fin 1951 des nouvelles installations de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », 12 mars 1952, AEN, 2IND-98, p. 6.

[1786] RD 1950, p. 6.

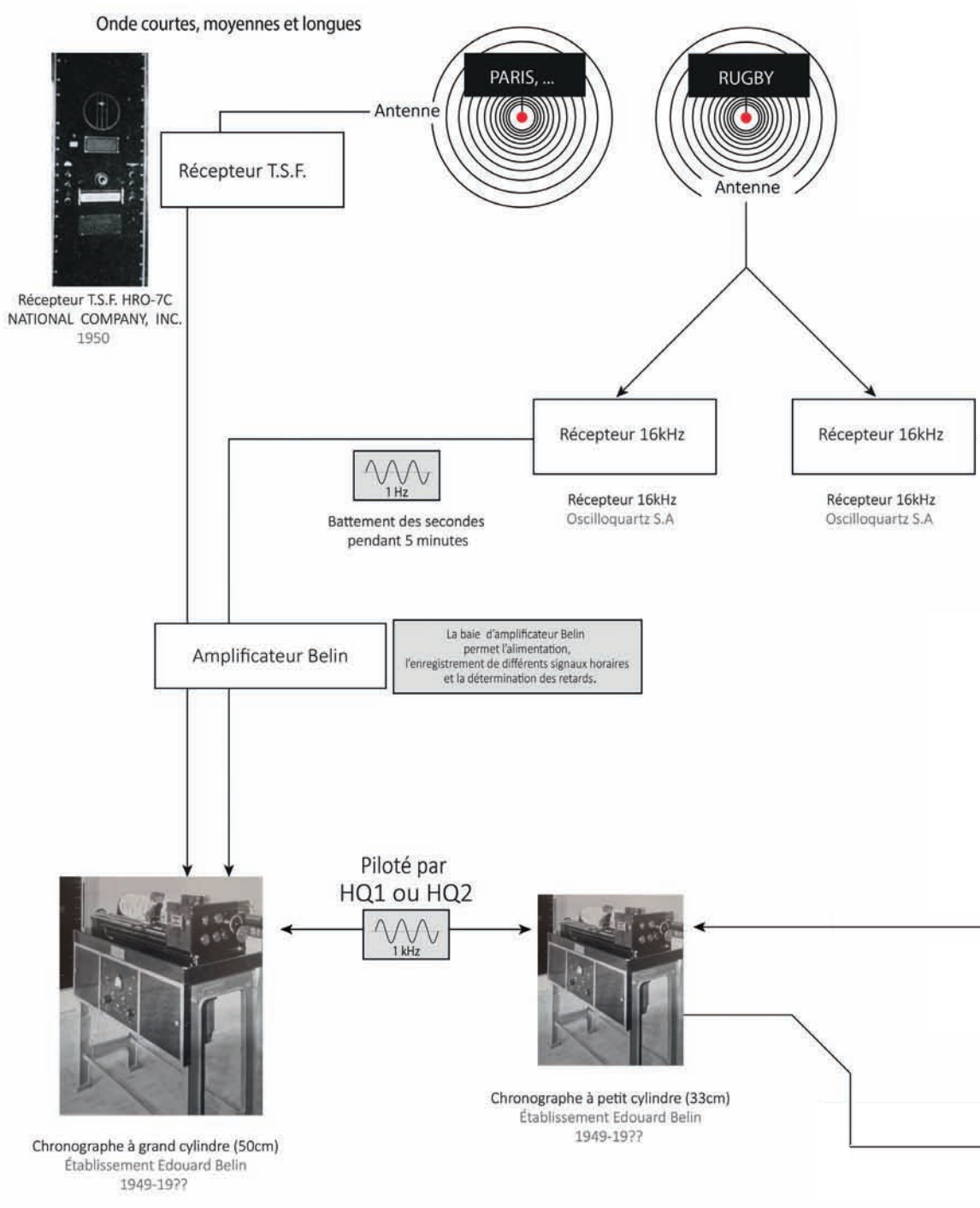


Figure 75. Chaîne opératoire de la conservation de l'heure et de la réception des signaux horaires, 1954 – deuxième partie. © Julien Gressot et Romain Jeanneret.

09h55 à 10h00
(Temps universel)

Pendule d'enregistrement
HQ1?

?

1 Hz

1 Hz

Battement des secondes
pendant 5 minutes

Chronographe imprimant
Oméga
1955-196?

4 pendules fondamentales

Pendule Zénith III
Charles Rosat
1925-1961

Pendule Leroy
L1 (n°1448)
Louis Leroy & Cie
1931-1961

Pendule Leroy
L2 (n°1756)
Louis Leroy & Cie
1949-1961

Pendule Leroy
L3 (n°1667)
Louis Leroy & Cie
1952-1961

L'aiguille du chronographe commandées par les tops des pendules enlève la paraffine pour faire apparaitre le papier rouge en dessous. Toutes les pendules commandent la même aiguille.

que l'heure soit fournie par un comparateur de fréquence double. Cette particularité, qui disparaîtra pour la génération suivante d'horloges à quartz, témoigne du caractère encore hybride de cette innovation qui conserve des traces des pendules mécaniques pour indiquer leur fonction.

L'emploi du quartz requiert une multiplication d'appareils de contrôle, comme le stipule Guyot dans son rapport annuel de 1950 :

« *La surveillance des horloges à quartz nécessite l'emploi d'un grand nombre d'appareils électriques des mesures. Au cours de l'année 1949, nous avons fait l'acquisition des instruments suivants : 1 voltmètre (Metrohm AG), 1 voltmètre-ohmmètre (Jacques Baerlocher), 2 appareils de mesures Elmes 1 et Elmes 2, 1 oscillographe, 1 générateur Philips, 1 appareil cartomatic GM 7633 pour contrôler les lampes.* »[1787]

L'obsolescence rapide et la fabrication sérielle caractérisent la culture matérielle de la chaîne opératoire de 1954. Les instruments portent désormais un numéro plutôt que le nom du fabricant. Si cette numérotation existait déjà pour certaines pendules, comme celles de l'Association ouvrière (1 et 2 ; plus tard appelées pendule Dubois), celles de Zénith (Zénith 1 ou Z1, et Zénith 3 ou Z3) et de Leroy (L1, L2 et L3), le constructeur restait auparavant mentionné dans la dénomination. Virginie Babey interprète ce phénomène par une transition du statut d'instruments à celui d'appareils. Les instruments, dotés d'un cycle de vie long, seraient associés à une « *attitude teintée d'anthropomorphisme* », se constatant par la présence du nom du fabricant (« La Winnerl, la Houriet…). En revanche, les appareils, au cycle de vie plus court et sans adaptations significatives, ne bénéficieraient pas de ce lien[1788]. Cependant, ces assertions posent plusieurs problèmes. La première difficulté réside dans l'absence de définitions précises pour distinguer instruments scientifiques et appareils techniques[1789]. Paolo Brenni souligne que cette distinction devient encore plus complexe au XX^e^ siècle, avec la multiplication des objets techniques, et insiste sur l'importance du contexte d'usage pour définir un artefact comme

[1787] RD 1949, p. 4.

[1788] Babey Virginie, « L'observatoire chronométrique de Neuchâtel… », p. 329.

[1789] Gaulon Pierre-André, « Les instruments scientifiques – Définition et historique », *Bulletin de la Sabix,* 18, 1997, pp. 1-8 ; Warner Deborah Jean, « What is a scientific instrument, when did it become one, and why? », *British Journal of History of Science*, 23, 1990, pp. 83-89 ; Daumas Maurice, *Les Instruments scientifiques aux XVII^e^ et XVIII^e^ siècles*, Paris, Presses universitaires de France, 1953. Un récent numéro d'*Artefact* traite de cette question : Lamy Jérôme (éd.), « Le renouveau de l'histoire des instruments scientifiques », *Artefact*, 17, 2022.

un instrument scientifique[1790]. La numérotation semble plutôt refléter un éloignement progressif du scientifique par rapport à l'objet, un phénomène visible dès la fin du XIXe siècle. L'astronome devient davantage chargé de vérifier les données produites par un artefact que de l'opérer directement[1791]. Les objets portent désormais un nom lié à leur fonction plutôt qu'à leur fabricant, ce qui témoigne de la moindre nécessité de s'appuyer sur un constructeur prestigieux pour certifier la qualité des données produites et peut être considéré comme un marqueur d'une évolution de la culture de la précision de l'institution.

L'introduction des horloges à quartz ne produit pas immédiatement les résultats escomptés, suscitant des inquiétudes quant à la crédibilité de cette innovation. Le rapport des instruments de 1949 souligne les difficultés rencontrées avec la pendule à quartz HQ1 et exprime l'espoir d'« *un meilleur système dans la seconde horloge à quartz et espère que nous n'aurons pas les mêmes ennuis. Malgré les arrêts et les perturbations dans le chauffage, l'horloge à quartz a conservé une marche relativement constante. Cependant, le phénomène de vieillissement se manifeste très nettement* »[1792]. Ce phénomène de vieillissement traduit l'effet du temps sur les performances des matériaux ou dispositifs, entraînant une altération progressive de la marche de l'horloge. Cette instabilité soulève des doutes quant à la fiabilité des nouveaux garde-temps et suscite des préoccupations au sein de l'Observatoire. Huguenin, membre de la commission, «*ne cache pas que, lorsqu'il a lu le rapport de M. Guyot, il a eu de grandes inquiétudes, car il laissait l'impression catastrophique des débuts des horloges à quartz*»[1793]. Un autre membre appelle à la prudence, déclarant qu'il «*faut être discret sur les résultats actuels, la pendule* [à quartz] *n'en laisse pas moins les plus grands espoirs*». Pour préserver la confiance dans ces nouveaux instruments, la commission demande à Guyot d'édulcorer son rapport, afin que la «*confiance en la pendule à quartz ne soit pas ébranlée ensuite du rapport sur les instruments*»[1794]. Ces échanges illustrent les incertitudes qui entourent encore à cette époque la capacité des horloges à quartz à supplanter les pendules mécaniques, un point également souligné par Decaux lors d'une conférence : «*En ce qui concerne les précisions, les spécialistes sont d'accord pour estimer qu'à l'heure*

[1790] Brenni Paolo, «Un siècle d'instruments. La transformation des appareils scientifiques et leur utilisation pendant le XXe siècle», *Sartoniana*, 14, 2001, pp. 13-56.
[1791] Lamy Jérôme, «Transmissions et usages des outils scientifiques…», p. 95.
[1792] «Rapport sur les instruments en 1949», AEN, 1EP-362, p. 2.
[1793] «Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 13 mars 1949», *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 5.
[1794] «Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 13 mars 1949», *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 5.

actuelle les meilleures pendules et les meilleurs quartz sont sensiblement équivalents au point de vue de la conservation du temps à longue échéance. Des perfectionnements sont en cours pour les quartz, mais les pendules ont-elles dit leur dernier mot ? »[1795]

Dès lors, l'Observatoire s'efforce de maintenir la confiance dans ces innovations technologiques, à une période où les horlogers suisses se montrent très sceptiques quant au potentiel du quartz[1796]. Dans le rapport annuel 1948, Guyot, tout en reconnaissant les défis posés par cette technologie, met l'accent sur les perspectives positives. Il présente l'arrivée de HQ1 comme un tournant majeur pour l'instrumentation de l'Observatoire :

« *Au mois de juillet, la première horloge à quartz construite pour l'Observatoire et qui avait figuré à l'exposition du centenaire fut installée provisoirement dans un des locaux de la bibliothèque. Il y eut au début de nombreux arrêts nécessités par la mise au point des différents organes, mais les premiers essais sont satisfaisants et nous ne doutons pas que les horloges à quartz prévues permettront d'augmenter sensiblement la précision de la conservation de l'heure à l'Observatoire. L'installation de cette horloge marque le début des transformations destinées à moderniser le service de l'heure.* »[1797]

À ce stade, l'introduction du quartz demeure un pari sur l'avenir, plutôt qu'une technologie bien maîtrisée. En 1950, l'incertitude persiste, comme l'indique Guyot devant la commission de l'Observatoire : « [Les] *deux horloges sont construites. La première, qui était à l'Observatoire est chez M. Berger ; la seconde ne marche pas encore. M. Berger a eu quelques ennuis. Il n'est pas possible de donner des résultats actuellement, de juger la pendule elle-même* […]. *Le quartz est en tous cas excellent.* »[1798] Ces doutes sur les performances des horloges à quartz se traduisent par l'acquisition

[1795] Decaux B., « Les horloges à quartz et leurs applications… », p. 274.

[1796] Soulignons que l'industrie horlogère, à la sortie de la Seconde Guerre mondiale, adopte une posture plutôt conservatrice et ne considère pas le quartz comme un axe de développement prioritaire. Cette réticence sera mise à rude épreuve sous l'impulsion de l'industrie japonaise, qui introduit massivement le quartz, provoquant une crise profonde pour l'horlogerie mécanique, désormais connue sous le terme de « crise du quartz ». Pour approfondir ces aspects, voir notamment : Perret Thomas, « Un canton chahuté », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel…*, pp. 301-305 ; Pasquier Hélène, « Une industrie remodelée », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel…*, pp. 307-315 ; Perret Thomas, « L'horlogerie électronique », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel…*, pp. 317-326 ; Landes Daniel, *L'Heure qu'il est…*, pp. 451-487.

[1797] RD 1948, p. 6.

[1798] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 27 septembre 1950 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 6.

d'une deuxième pendule Leroy en 1949, puis d'une troisième en 1952[1799]. Ainsi, les technologies quartzique et mécanique continuent à se développer parallèlement au sein de la chaîne opératoire. Comme le note Guyot, il « *croit à l'avenir des horloges à quartz ; les progrès sont très rapides actuellement, mais nous ne pouvons pas encore assurer la continuité* »[1800]. En 1954, les marches moyennes des horloges à quartz oscillent entre 0,028 s et 0,005 (HQ1) et 0,01 à 0,008 s (HQ2), tandis que celles des pendules mécaniques sont généralement moins bonnes : L2 (0,041 à 0,007), Z3 (0,25 à 0,16), L1 (0,1 à 0,053) et L3 (0,116 à 0,000)[1801]. Malgré des variations relativement importantes, les horloges à quartz présentent de meilleurs écarts moyens et sont donc plus fiables pour conserver l'heure. Les progrès rapides des horloges à quartz renforcent rapidement leur stabilité. En 1954, cet aspect est mis en avant par la commission lors d'un retard de livraison d'une nouvelle horloge à quartz par Oscilloquartz, division d'Ébauches SA. Jean Rossel (1918-2006)[1802], professeur de physique à l'Université de Neuchâtel, souligne le côté positif de cet état de fait : « *Le département Oscilloquatz* [sic] [après] *avoir été en butte à de grandes difficultés techniques inhérentes à toute création nouvelle, a obtenu de grands progrès dans la précision, ce qui fait que l'Observatoire se trouvera au moment voulu en possession d'appareils bien en point.* »[1803]

En 1952, l'Observatoire vise à garantir une haute précision en se dotant d'un « *groupe complet* [de] *neuf horloges à quartz* »[1804]. Toutefois, cet objectif initial n'est jamais pleinement atteint, en raison de l'évolution rapide des techniques et de l'usure des composants des horloges à quartz, qui nécessitent des ajustements constants. Comme le souligne Roger Payot, directeur adjoint de l'institution entre 1956 et 1959, « *le vieillissement des tubes électroniques et des condensateurs électrolytiques entraîne des variations grandissantes de la marche après une année de fonctionnement sans pour autant que l'horloge s'arrête* »[1805]. Loin de diminuer le besoin en matière de maintenance, les horloges

[1799] RD 1949, p. 6 ; RD 1952, p. 4.
[1800] « Séance de la commission de l'Observatoire, du mercredi 12 mars 1952 », *Séances de la commission et procès-verbaux 1949-1955*, AEN, 1EP-352, p. 5.
[1801] RD 1954, pp. 6-7.
[1802] Sur Jean Rossel : Jeannet Éric, « Jean Rossel, un homme de science et de conscience », *BSSNN*, 130, 2007, pp. 123-124.
[1803] « Séance de la commission de l'Observatoire, de mercredi 3 février 1954 », *Séances de la commission et procès-verbaux 1949-1955*, AEN, 1EP-352, p. 3.
[1804] Payot Roger, « Amélioration de la conservation de l'heure à l'Observatoire de Neuchâtel », *Journal suisse d'horlogerie,* 11-12, 1952, pp. 347-350, p. 349.
[1805] Payot Roger, « Amélioration de la conservation de l'heure à l'Observatoire de Neuchâtel », *Journal suisse d'horlogerie,* 11-12, 1952, p. 350.

à quartz accentuent le besoin de calibrations, d'entretien et de réparations. Elles exigent une surveillance accrue, rendue possible par l'utilisation de comparateurs de fréquence et des chronographes Belin, qui succèdent au chronographe Peyer-Favarger. Nous reviendrons plus en détail sur ces dispositifs ultérieurement. Les horloges à quartz introduisent une exigence encore plus élevée en matière de précision dans les comparaisons. Le comparateur de fréquence remplit à cet égard le rôle qu'avait le chronographe dans les chaînes opératoires précédentes. Cet instrument permet de détecter les variations de marche des horloges à quartz avec une précision de l'ordre du centième de seconde par jour, offrant une lecture directe et continue de ces écarts (figure 76)[1806].

Grâce à cette innovation, les comparaisons entre pendules mécaniques, autrefois réalisées par des procédures complexes avec un chronographe, deviennent obsolètes. Désormais, un opérateur peut simplement observer les écarts de marche entre les horloges à quartz. L'amélioration de la précision des garde-temps entraîne simultanément celle des moyens de comparaison. Ce processus dynamique, observé à plusieurs reprises dans l'évolution des chaînes opératoires, se poursuit ici, incitant à des adaptations régulières. La troisième chaîne opératoire se révèle ainsi non seulement hybride, en intégrant des systèmes techniques très différents, mais aussi marquée par des tâtonnements et des ajustements fréquents, témoins d'une période de transition technologique.

Les horloges mécaniques sont conservées pendant quelques années supplémentaires pour pallier d'éventuelles défaillances de la batterie d'horloges à quartz. Cependant, en 1959 et 1961, elles sont cédées à des institutions muséales, marquant leur transition du statut d'instruments scientifiques à celui d'objets patrimoniaux[1807]. Entre-temps, les premières horloges à quartz tombent rapidement en obsolescence, victimes à leur tour de l'accélération technologique. En 1954, des oscillateurs Q4 et Q5, fabriqués par Oscilloquartz, sont installés[1808]. En 1956, les horloges Q6 et Q7 (plus tard renommée Q3) viennent les compléter[1809]. Entre la fin de l'année 1959 et le début 1960, deux nouveaux instruments, Q9, de fabrication anglaise, et Q10 (qui remplace Q8) conçue aux États-Unis, sont mis en place[1810]. Parmi elles, Q10 fournit des résultats particulièrement précis. Parallèlement, plusieurs des premières horloges à quartz, dont HQ1, HQ2, Q5 et Q6, sont désaffectées. En 1961, le

[1806] Humbert Jean, « Rapport sur l'état des travaux à fin 1951 des nouvelles installations de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », 12 mars 1952, AEN, 2IND-98, p. 6.
[1807] RD 1959, p. 14 et RD 1961, p. 12.
[1808] RD 1954, p. 6.
[1809] RD 1955, p. 6.
[1810] RD 1960, p. 6.

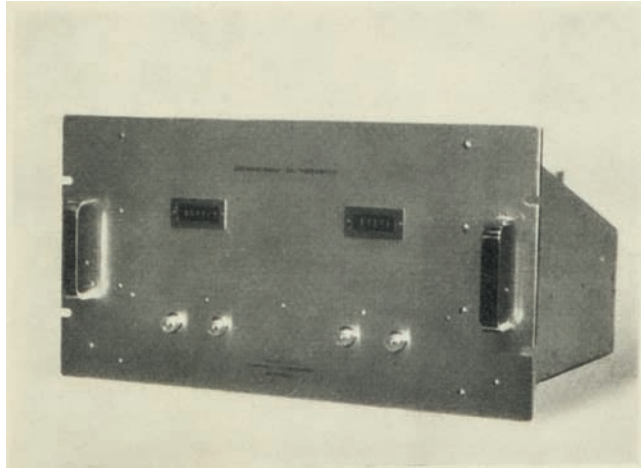


Figure 76. Comparateur de fréquence. HUMBERT Jean, « Rapport sur l'état des travaux à fin 1951 des nouvelles installations de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », 12 mars 1952. © AEN, 2IND-98, p. 7.

directeur souligne que « *les deux autres horloges en fonctionnement, Q7 et Q9, sont 5 à 10 fois moins bonnes, de sorte que la conservation de l'heure de l'Observatoire repose sur une seule horloge* [Q10] »[1811]. Après des années de recherche pour renforcer la batterie d'horloges à quartz, le rapport annuel de 1963 annonce un changement de stratégie : « *La qualité remarquable de l'horloge Q10 par rapport à d'autres horloges disponibles sur le marché nous a fait abandonner notre projet de compléter notre batterie d'horloges à quartz par des achats ultérieurs. Nous pensons en effet que la prochaine étape sera l'acquisition d'un étalon à rubidium ou à césium à marche permanente.* »[1812] Ainsi, la suprématie du quartz aura été de courte durée. En une décennie les horloges à quartz cèdent leur place aux horloges atomiques[1813].

[1811] RD 1961, p. 6.
[1812] RD 1963, p. 5.
[1813] Sur les horloges atomiques : RILEY William, « A history of the rubidium frequency standard… » ; CUTLER Leonard, « Fifty years of commercial caesium clocks », *Metrologia*, 42, 2005, pp. 90-99 ; RAMSEY Norman, « History of early atomic clocks », *Metrologia*, 42, 2005, pp. 1-3 ; FORMAN Paul, « The first atomic clock program: NBS, 1947-1954 », *Proceedings of the 17th Annual Precise Time and Time Interval Systems and Applications Meeting, Washington DC*, 1985, pp. 1-18.

9.4 La transmission de l'heure et les télécommunications

Durant la première partie du XXe siècle, les télécommunications connaissent un essor considérable, transformant la transmission de l'heure à l'Observatoire de Neuchâtel[1814]. Initialement réservée à des utilisateurs spécifiques, la diffusion de l'heure se démocratise progressivement, augmentant l'utilité sociale de l'établissement scientifique. Cette évolution accroît l'importance de cette partie de la chaîne opératoire, nécessitant l'introduction de nouveaux dispositifs techniques. La mise en réseau, la collaboration interinstitutionnelle et la concurrence croissante imposent un repositionnement stratégique de l'Observatoire pour adapter sa chaîne opératoire. La comparaison des données entre différentes institutions spécialisées devient désormais possible, mais elle exige un équipement à la pointe des avancées technologiques, plaçant l'Observatoire sous pression pour rester à la hauteur des attentes.

Dans ce sous-chapitre, nous explorerons l'évolution de la transmission de l'heure à l'Observatoire de Neuchâtel entre 1913 et 1954, en analysant les principes généraux et les transformations majeures qui ont marqué la diffusion de l'heure durant cette période (figure 77).

9.4.1 Diffuser l'heure, non pas de la musique

À l'origine, le développement de la transmission de l'heure par TSF suscite une certaine appréhension à l'Observatoire de Neuchâtel. La réception de l'heure de Paris est perçue comme une menace pour la pérennité de l'institution. Ce point est particulièrement sensible, car l'exemple de l'Observatoire de Kew – spécialisé dans la métrologie et la chronométrie – montre qu'il est tout à fait possible de remplir ces missions sans déterminer sa propre heure, l'institution anglaise recevant télégraphiquement celle de Greenwich[1815].

[1814] Sur ce développement, voir Potter Simon, *Wireless Internationalism*… ; Rikitianskaia Maria, Balbi Gabriele et Lobinger Katharina, « The mediatization of the air… ».

[1815] Sur l'Observatoire de Kew, voir : MacDonald Lee, *Kew Observatory and The Evolution of Victorian Science, 1840-1910,* Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 2018. Concernant la connaissance de ce fait à Neuchâtel, voir notamment le rapport de visite de Stroele et de Matthey qui souligne cet aspect : « Rapport sur la visite d'observatoires anglais et français présenté aux départements des Travaux publics et de l'Instruction publique par Charles-Henri Matthey, intendant des bâtiments de l'État, et Hermann Stroele, astronome adjoint à l'Observatoire de Neuchâtel », 25 septembre 1907, AEN, 1TP-794, Bâtiments de l'État : Observatoire, travaux divers, correspondance 1906-1918 ; 1920-1928 ; 1928-1936 ; 1938-1939 ; 1942-1961, p. 4.

En 1925, Arndt justifie les raisons du maintien de la détermination de l'heure à Neuchâtel, en axant son argumentaire sur le manque de précision des signaux du BIH :

« *Les signaux horaires du Bureau international de l'heure, transmis par radiotélégraphie, remontent à 1912 déjà. Si ces signaux étaient exacts, nous pourrions nous dispenser de faire des déterminations de l'heure, mais ces signaux ne sont pas exacts et leurs corrections, qui atteignent parfois 3/10 de seconde, sont publiées par le B.I.H. seulement trois ou quatre mois plus tard. Il est donc indispensable que nous continuions à faire des déterminations de l'heure au moyen de nos instruments pour notre service chronométrique.* »[1816]

La commission de l'Observatoire partage ces préoccupations, car la perspective d'un arrêt de la détermination de l'heure n'est pas envisagée, confirmant que cette partie de la chaîne opératoire est toujours considérée comme essentielle pour préserver la réputation de l'Observatoire et, par extension, de l'horlogerie neuchâteloise.

Une autre source d'inquiétude liée à la transmission du signal horaire de Paris est la baisse potentielle d'intérêt pour le service télégraphique neuchâtelois, puisque l'heure de Paris pourrait être reçue directement par tout utilisateur. Face à ces défis, l'Observatoire cherche à s'adapter aux besoins de ses usagers. L'horaire de transmission de l'heure, fixé entre 13 h 31 et 13 h 34 en 1919, ne répond plus aux attentes de certains clients, notamment de l'industrie et des écoles d'horlogerie, qui souhaitent disposer de l'heure dès le début de la journée. Le directeur ajoute que modifier l'horaire ne présente aucune difficulté : « *À l'avenir, le signal pourrait être transmis, par exemple, à 9 heures du matin ; le calcul et les opérations à faire étant les mêmes, quel que soit le moment de la journée choisi pour cette transmission.* »[1817] La remarque du directeur dénote un changement significatif par rapport aux débuts de l'Observatoire, lorsque l'émission du signal horaire nécessitait de compléter les calculs de réduction des observations astronomiques de la nuit précédente. Désormais, l'heure diffusée est celle conservée sur les garde-temps sans qu'une détermination préalable de l'heure ne soit nécessaire pour en contrôler la précision. Cette évolution témoigne d'une inversion dans la hiérarchie matérielle : les garde-temps mécaniques, autrefois subordonnés aux instruments optiques, deviennent les garants de l'heure à transmettre. Par ailleurs, le choix du moment de la transmission devient une question

[1816] « Réunion du mercredi 6 mai 1925 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 203.
[1817] « Séance du 17 avril 1919 », *PVCOC 1901-*..., AEN, 1EP-352, p. 145.

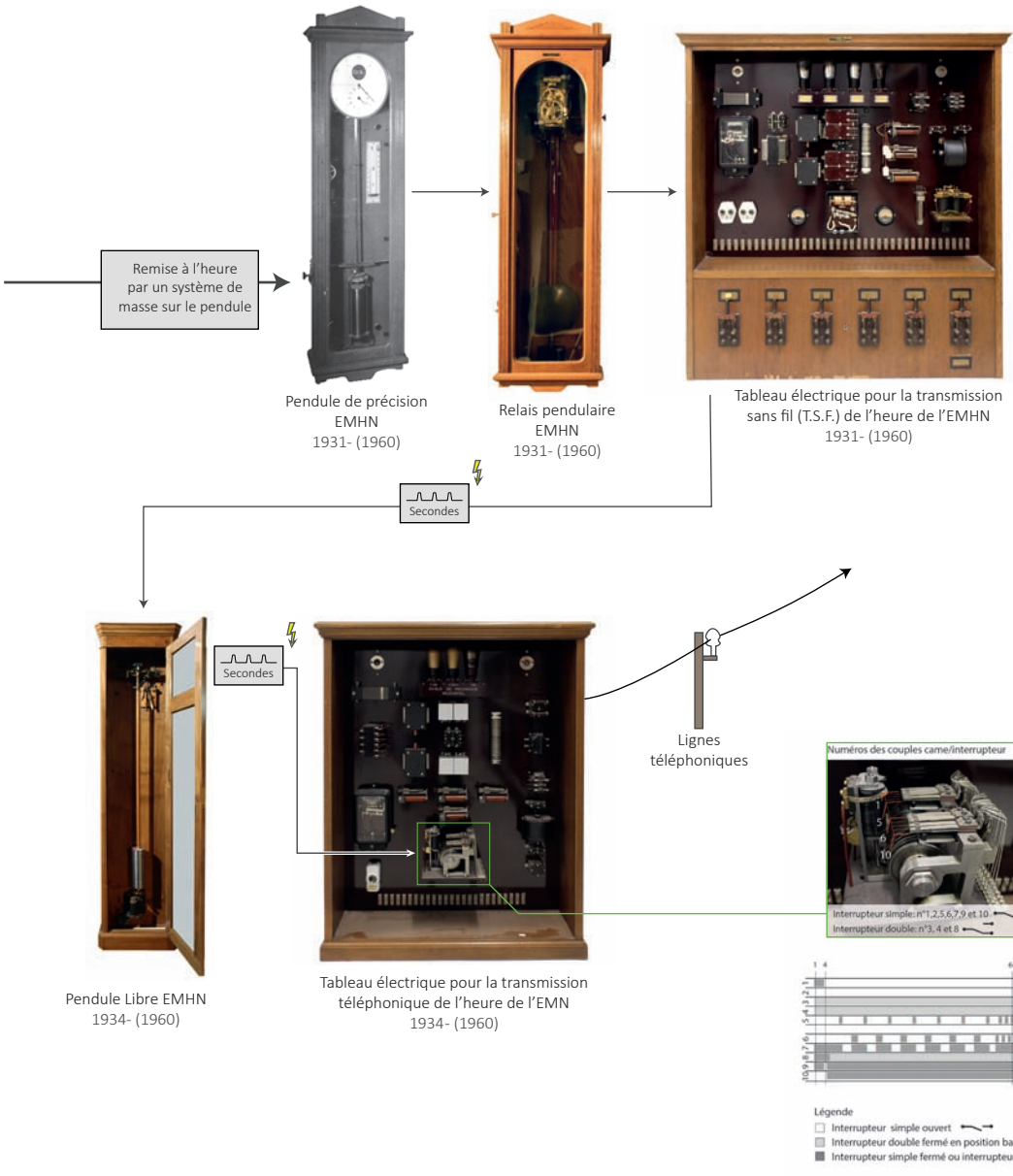
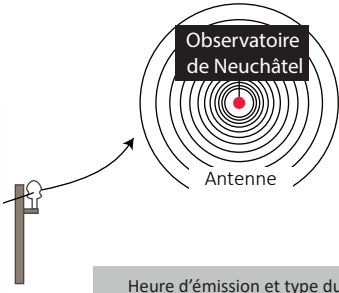
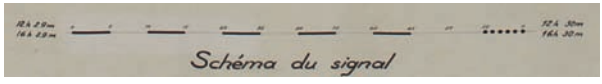


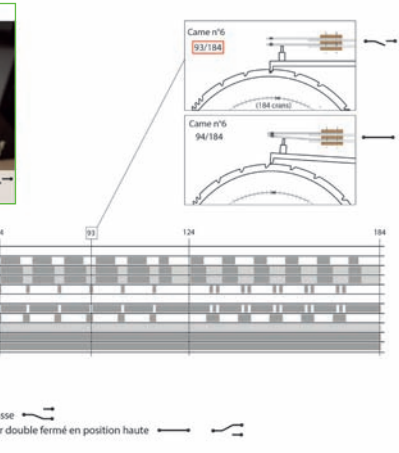
Figure 77. Chaîne opératoire de la transmission de l'heure,1954.
© Julien Gressot et Romain Jeanneret.



Heure d'émission et type du signal électrique pour la transmission sans fils

de 12h29m30s à 12h30, de 12h44m30s à 12h45 et de 16h29m30s à 16h30m,
aux postes émetteurs nationaux
de Beromünster, Sottens et Monte-Ceneri
pour la transmission par T.S.F.



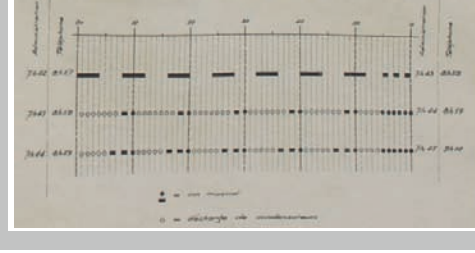


Heures d'émission et type des signaux électriques envoyés par téléphone

à 8h57m,
à l'administration des téléphones
pour les abonnés au téléphone
et à la télédiffusion

de 8h31 à 8h34, par fil,
aux régulateurs communaux
(Le Locle, La Chaux-de-Fonds, Le Sentier et St-Imier)

à 7h42, par fil,
à l'administration des télégraphes à Berne



purement administrative, dictée par les besoins des utilisateurs, et non plus un impératif scientifique[1818].

À cette période, le nombre d'usagers du service de transmission de l'heure diminue progressivement. Ce désintérêt culmine en 1920, lorsque le département des Postes et des Télégraphes abandonne l'usage de l'heure de Neuchâtel au profit de celle de Paris. En 1925, conscient de cette situation préoccupante, le directeur constate que « *la transmission de l'heure par télégraphie est encore reçue par une station bernoise et trois entreprises privées, en plus des stations neuchâteloises, démontrant l'essoufflement de ce service* »[1819].

Après l'arrêt causé par la première Guerre mondiale, l'Observatoire relance son ambition de déployer la TSF, et des discussions reprennent dès 1923 avec le Département fédéral des Postes et des Télégraphes[1820]. Cependant, ce dernier refuse d'y donner suite, provoquant le mécontentement de la commission de l'Observatoire, qui estime que le développement de la transmission de l'heure représente un enjeu majeur. Elle déclare : « *Notre intention n'est pas de donner une ou deux fois par jour le signal de l'heure, mais bien d'appliquer une nouvelle invention et de procéder automatiquement au réglage des horloges et montres au moyen d'un signal donné de minute en minute ; ce service serait productif.* »[1821] Ce refus reflète la perception, à cette époque, que la radiodiffusion de l'heure ne relève pas d'un service public, mais plutôt d'intérêts privés[1822]. Les années 1920 marquent néanmoins les débuts de la radiodiffusion du temps, comme l'illustre l'initiative de la British Broadcasting Corporation (BBC), qui, dès 1923, utilise le son de Big Ben, la cloche du palais de Westminster, pour transmettre l'heure[1823]. L'Observatoire de Neuchâtel s'emploie alors à convaincre les autorités fédérales de l'importance pour la Suisse de disposer de sa propre heure exacte[1824]. Cette stratégie porte ses fruits, puisque l'administration finit par changer de position,

[1818] À partir du 15 octobre 1920, le signal est diffusé entre 8 h 31 et 8 h 34 : RD 1920, pp. 10-11.
[1819] « Réunion du mercredi 23 septembre 1925 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 222.
[1820] « Séance du 11 juillet 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 67.
[1821] « Séance du 11 juillet 1923 », *PVCOC 1922-1926*, AEN, 1EP-352, p. 67.
[1822] Pour un exemple du développement de politiques en faveur du développement des télécommunications, voir : Headrick Robert et Griset Pascal, « Submarine telegraph cables: business and politics, 1838-1939 », *Business History Review*, 75, 2001, pp. 543-578.
[1823] Sur cet aspect, voir : Briggs Asa, *The BBC. The First Fifty Years*, Oxford, Oxford University Press, 1985, p. 73.
[1824] Dans son étude sur l'astronomie française au début du xx^e siècle, Arnaud Saint-Martin met en lumière l'importance de susciter l'intérêt du public pour favoriser l'instauration de réseaux de distribution de l'heure : Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope*…, p. 266.

sans doute encouragée par l'essor rapide de la radiodiffusion et son potentiel économique et social croissant. Le directeur est ainsi en mesure d'annoncer à la commission de l'Observatoire que :

« *Au sujet de la transmission de l'heure, nous avons encore à signaler qu'en novembre dernier la direction générale des Télégraphes suisses demanda à la direction de l'Observatoire si elle serait disposée de mettre des signaux horaires de l'Observatoire à la disposition de la Radio-Genossenchaft à Berne pour sa station d'émission radiophonique. Depuis le 5 février 1926, nous transmettons, pour être diffusés par la station d'émission, les battements de secondes d'une de nos pendules mise à l'heure exacte d'après nos pendules fondamentales. Cette transmission se fait tous les jours de 15 h 59 min à 16 h 2 min, sauf les dimanches. Une convention spéciale réglera les modalités de cette transmission.* »[1825]

En 1931, la transmission de l'heure revêt une importance plus grande encore, devenant un élément clé de la réputation de l'Observatoire pour les décennies à venir, notamment grâce à ses célèbres topes sonores « Au xième top, il sera… », qui rythment la vie des auditrices et des auditeurs de la radio. En avril 1931, la Société romande de radiophonie, devenue la Société suisse de radiodiffusion (SSR), sollicite l'Observatoire pour fournir un signal horaire destiné à être diffusé depuis le nouvel émetteur radio de Sottens, accompagné de l'annonce « *Voici l'heure exacte de l'Observatoire de Neuchâtel* »[1826]. Les effets de la radiodiffusion de l'heure ne doivent pas être sous-estimés, notamment en raison des répercussions socioculturelles de la radio[1827]. L'heure de l'institution scientifique franchit désormais le seuil des maisons, concrétisant le rêve de Hirsch : que l'heure soit distribuée à tous les foyers, comme l'eau et l'électricité[1828]. Ce phénomène confère à l'Observatoire une visibilité accrue auprès du grand public, qui découvre au quotidien que l'heure exacte est produite par cet établissement. Il n'est dès lors pas surprenant que cette avancée coïncide avec une présence médiatique plus marquée de l'institution[1829].

[1825] RD 1925, pp. 11-12. En 1926, une nouvelle convention est négociée et l'administration fédérale utilise à nouveau l'heure neuchâteloise : RD 1926, p. 12.

[1826] « Réunion du mercredi 11 février 1931 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 119.

[1827] Éric Hobsbawm indique que la radiodiffusion a fait « entrer le monde à domicile » : Hobsbawm Eric J., *L'Âge des extrêmes. Histoire du court xx^e siècle,* Paris, André Versaille éditeur, 2008, p. 260.

[1828] Hirsch Adolphe, « Sur la réorganisation de la transmission télégraphique des signaux de l'heure de l'Observatoire », *BSSNN*, 10, 1875-1876, pp. 245-252, p. 252.

[1829] Pour approfondir cet aspect, voir les archives historiques de la presse écrite disponibles sur le portail : e-newspaperarchives.ch. Au xix^e siècle, l'Observatoire de Neuchâtel publie principalement

Dès avril 1931, des essais de transmission entre l'Observatoire et la station de Sottens sont réalisés[1830]. Le 24 juin, Arndt déclare que « *depuis quelques semaines, l'émission fonctionne bien.* […] *Dès que le programme sera définitif, la mise en marche des appareils aura lieu automatiquement au moyen d'une horloge de précision et d'un autre appareil* »[1831]. Ces dispositifs, destinés à diffuser des « *signaux populaires* »[1832], sont mis au point par l'École de mécanique de Neuchâtel et livrés en 1934 :

« *Le nouvel appareil pour la transmission téléphonique de l'heure est en service depuis le 4 mai ; rappelons qu'il a été construit par l'École de mécanique de Neuchâtel et qu'il envoie les signaux tout à fait automatiquement. Nous tenons à remercier M. Louis Roulet, directeur de l'École de mécanique, et M. Edmond Droz, professeur, qui nous ont rendu des services à plusieurs reprises au cours de l'année écoulée. L'Observatoire est très content des appareils horaires livrés par l'École de mécanique.* »[1833]

Ce système permet également la transmission de « signaux scientifiques » à la demande des écoles d'horlogerie, en utilisant à partir de la station de Münchenbuchsee de Radio Suisse SA[1834]. Pour assurer ces opérations, l'Observatoire est équipé d'une horloge de précision, d'un relais pendulaire et d'un tableau regroupant les différents organes électriques (figure 77)[1835].

Deux vecteurs de diffusion coexistent : l'un à destination du public, où les exigences de précision sont moindres, et l'autre destiné aux écoles d'horlogerie, nécessitant un signal d'une plus grande exactitude. Le premier produit « *des signaux pour TSF donnés en sons musicaux* »[1836]. Un schéma illustre ce procédé : cinq traits de cinq secondes, séparés par un intervalle de cinq secondes, suivis d'une interruption de dix secondes, puis de six points marquant les cinq dernières secondes de la minute. Pour la transmission filaire,

---

des bulletins météorologiques, et il est rare de trouver des articles de presse abordant spécifiquement ses activités.

1830 « Réunion du mercredi 1er avril 1931 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 133.

1831 « Réunion du mercredi 24 juin 1931 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 142.

1832 « Réunion du mercredi 1er avril 1931 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 132.

1833 RD 1934, p. 6.

1834 « Réunion du mercredi 1er avril 1931 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 132 et « Réunion du mercredi 24 juin 1931 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 144.

1835 Droz Edmond, « La transmission automatique du signal horaire par l'Observatoire chronométrique de Neuchâtel aux stations suisses de radiodiffusion », *JSH*, 10, octobre 1932, pp. 205-209, p. 206.

1836 Droz Edmond, « La transmission automatique du signal horaire par l'Observatoire chronométrique de Neuchâtel aux stations suisses de radiodiffusion », *JSH*, 10, octobre 1932, pp. 205-209, p. 206.

un courant continu est envoyé pour déclencher une pendule à coïncidence à la station réceptrice.

Ces signaux, entrant directement dans les maisons, suscitent parfois des désagréments liés à leur sonorité. En 1934, des auditeurs et auditrices déposent des réclamations pour obtenir « *une tonalité plus agréable* »[1837]. En 1935, après plusieurs essais, Guyot souligne qu'il « *est très difficile d'arriver au ton désiré, car l'appareil est construit pour donner l'heure et non de la musique* »[1838]. Ces réactions illustrent non seulement des problématiques techniques, mais également l'importance prise par ces signaux dans la vie quotidienne. Leur son, suffisamment perturbant pour engendrer des plaintes adressées à la société de radiodiffusion, témoigne de leur large diffusion. D'ailleurs, en 1947, lorsqu'une évolution du système est envisagée, un membre de la commission rappelle l'importance de ces signaux : « *Les horlogers attachent une grande importance au signal qui est donné actuellement, de même que le public.* »[1839]

9.4.2 Une station d'émission/réception : la télécommunication en 1954

Durant les années 1950, le fonctionnement de la transmission de l'heure reste essentiellement le même, bien que des projets de développements soient envisagés. Avec les transformations introduites par le PZT et les horloges à quartz, la diffusion et la réception de signaux horaires prennent une importance accrue, nécessitant de relier les garde-temps de haute précision à ceux d'autres institutions. En 1954, Guyot propose la connexion des horloges à quartz en Suisse et la création d'un centre d'émission-réception à partir de l'Observatoire : « [Il] *serait intéressant de relier entre eux tous les oscillateurs à quartz afin d'obtenir la moyenne d'un grand nombre de fréquences, la valeur absolue de ces fréquences étant fournie par une observation astronomique, c'est-à-dire par une détermination de l'heure.* »[1840]. Cette mise en réseau aurait

[1837] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 19 décembre 1934 », *PVCOC juin 1934 à décembre 1938*, AEN, 1EP-352, p. 12.
[1838] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 3 juillet 1935 », *PVCOC juin 1934 à décembre 1938*, AEN, 1EP-352, p. 24.
[1839] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mardi 14 octobre 1947 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 3.
[1840] « Séance de la commission de l'Observatoire, de mercredi 3 février 1954 », *Séances de la commission et procès-verbaux 1949-1955*, AEN, 1EP-352, p. 4.

pour but d'augmenter la précision grâce à la multiplication des garde-temps, une approche qui s'étend à l'échelle nationale.

Avec l'utilisation du quartz, la coordination internationale liée au programme de recherche du PZT et le développement des télécommunications, l'Observatoire s'intègre de manière croissante dans un réseau de collaboration interinstitutionnelle. La transmission et la réception des signaux horaires se développent, permettant à l'Observatoire de produire son heure tout en la comparant avec celle d'autres institutions. Dans cette section, nous nous concentrerons exclusivement sur les aspects directement liés à la chaîne opératoire, afin de démontrer comment les modalités de production du temps ont été profondément transformées durant cette phase de transition entre l'astronomie et la physique.

Le 21 septembre 1948, une réunion rassemble les principaux acteurs de la production de l'heure en Suisse, notamment les PTT, le Bureau des poids et mesures, la section du service technique militaire, Radio-Suisse SA et la Commission géodésique. L'objectif est de discuter de la comparaison des horloges à quartz suisses ainsi que de la diffusion de signaux scientifiques et de fréquences étalonnées[1841]. Cette collaboration réunit scientifiques, militaires, représentants de l'État et services radiophoniques pour permettre « *la comparaison des oscillateurs à quartz installés en Suisse à ceux de Neuchâtel, ce qui amène à résoudre le problème des moyens de liaison entre ces oscillateurs* »[1842]. Un réseau de télécommunication se met ainsi progressivement en place, centré sur l'Observatoire de Neuchâtel, qui sert de référence temporelle pour diverses structures. Parmi celles-ci, le LSRH et Oscilloquartz bénéficient de moyens de contrôle avancés pour certifier la qualité de leurs produits, tout en fournissant en contrepartie à l'Observatoire du matériel expérimental à la pointe dans le domaine de la mesure du temps, ce qui se constate d'abord dans le développement du quartz, puis, des horloges atomiques[1843]. Ces relations extérieures de l'Observatoire modifient profondément ses pratiques. En conséquence, l'étude des transformations

[1841] Pour un compte-rendu de cette séance : « Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 3 mars 1949 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352.

[1842] « Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 3 mars 1949 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 7.

[1843] Le projet FNS intitulé « Atomic Clocks at the Neuchâtel Observatory: Time, Quantum Technologies and Innovation (1948-2001) », sous la direction des professeurs Gianenrico Bernasconi et Gaetano Mileti, explorera cette thématique en profondeur. L'auteur de ce présent ouvrage, ayant contribué à la rédaction de la demande FNS, est également impliqué dans cette nouvelle recherche.

matérielles devient plus complexe, en raison de l'interdépendance accrue entre l'établissement et ses partenaires.

Les télécommunications offrent à l'Observatoire l'opportunité d'améliorer la précision de l'heure conservée tout en lui permettant de devenir une station de réception. Un système est mis en place pour recevoir les signaux des horloges à quartz de l'EPFZ, du LSRH et des PTT, intégrant ces données au calcul de l'heure officielle de l'établissement. En outre, les émissions d'autres observatoires sont captées grâce à un récepteur national relié à une antenne verticale de 16 mètres, installée sur le toit de l'Observatoire. Ainsi, deux récepteurs sont utilisés pour enregistrer les signaux horaires de Rugby et de Droitwich, l'émetteur principal de la BBC, fournissant une base de comparaison entre l'heure de Neuchâtel et celle de Greenwich[1844]. Pour effectuer ces comparaisons, des récepteurs-comparateurs Oscilloquartz mesurent l'écart de fréquence entre une onde étalon et un oscillateur à quartz, déterminant ainsi la différence entre les horloges à quartz de Greenwich et celles de Neuchâtel[1845]. Ces récepteurs-comparateurs sont couplés à des chronographes de type Belin (figure 78), capables de réaliser des lectures au millième de seconde. Fondée par Édouard Belin en 1911, la société Belin a développé un chronographe à cylindre dès 1936, utilisé également à l'Observatoire de Besançon[1846]. À l'Observatoire de Neuchâtel, deux chronographes Belin (un grand et un petit), acquis en 1948 lors de l'installation de la troisième chaîne opératoire, remplacent partiellement le chronographe Favarger de 1901[1847].

Selon Guyot, les chronographes Belin sont deux fois plus précis que celui de Favarger, acquis en 1901[1848], bien que ce dernier reste en service, témoignant de la coexistence de technologies concurrentes au sein de la troisième chaîne opératoire. Cette période de transition associe ainsi horloges mécaniques et à quartz, cercle méridien et PZT, ainsi que différentes générations de chronographes. Les chronographes Belin permettent un contrôle constant des horloges fondamentales de l'Observatoire et de celles situées à l'extérieur. Guyot précise : « *Les deux chronographes Belin pilotés par la fréquence de 1 000 c/s* [Hertz] *d'une horloge à quartz permettent, d'une part, un contrôle*

[1844] Humbert Jean, « Rapport sur l'état des travaux à fin 1951 des nouvelles installations de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », 12 mars 1952, AEN, 2IND-98, pp. 9-10 ; RD 1953, p. 3.
[1845] Humbert Jean, « Rapport sur l'état des travaux à fin 1951 des nouvelles installations de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », 12 mars 1952, AEN, 2IND-98, pp. 9-10 ; RD 1953, p. 9.
[1846] Pour des informations sur les chronographes Belin et l'entreprise, voir : https://www.pop.culture.gouv.fr/notice/palissy/IM25001941, consulté le 19 janvier 2023.
[1847] RD 1949, p. 5.
[1848] Guyot Edmond, « Amélioration des comparaisons de pendules et des enregistrements à l'Observatoire de Neuchâtel », *Journal suisse d'horlogerie*, 9-10, 1952, pp. 196-202.

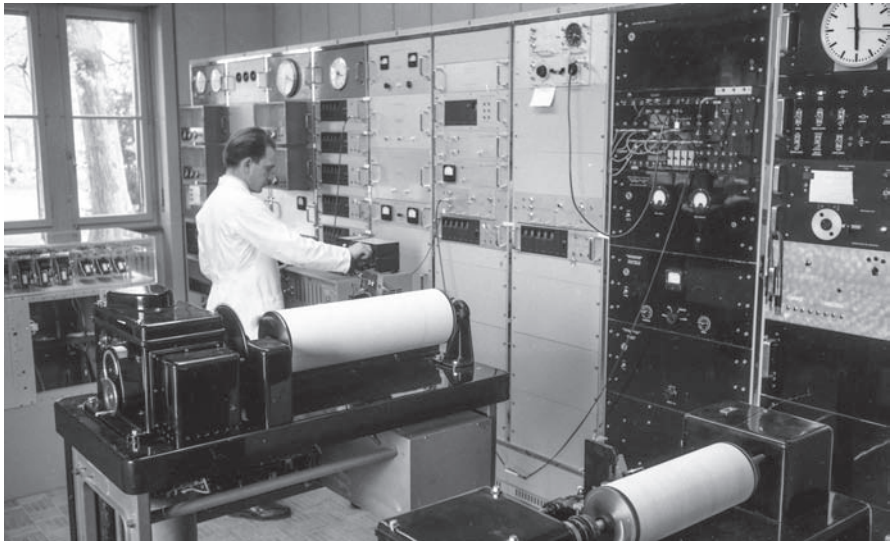


Figure 78. Salle des horloges à quartz, en 1961, avec les deux chronographes Belin en premier plan. © Bibliothèque de la Ville de La Chaux-de-Fonds, Département audiovisuel (DAV), Fonds Fernand Perret, FP-NEG-2858-21.

permanent et simultané de cinq horloges et, d'autre part, l'enregistrement des signaux horaires que reçoit l'Observatoire. »[1849] Ainsi, le service passe d'une simple vérification régulière des pendules de l'Observatoire à un système beaucoup plus complexe, combinant signaux internationaux et horloges à quartz pour garantir la qualité et la précision de l'heure de Neuchâtel.

En 1954, l'Observatoire ne se limite plus aux deux horloges à quartz installées sur son site, mais bénéficie également des horloges à quartz du LSRH et de la station PTT de Châtonnaye, portant leur nombre total à quatre. Pour coordonner ces instruments, des moyens de communication spécifiques sont mis en place. Une liaison téléphonique relie le LSRH et l'Institut de physique de l'Université de Neuchâtel, qui souhaitent disposer d'un étalon horaire performant, via une fréquence de 100 000 Hz[1850]. Pour la station

[1849] Payot Roger, « Amélioration de la conservation de l'heure à l'Observatoire de Neuchâtel », *Journal suisse d'horlogerie,* 11-12, 1952, pp. 347-350, p. 349.
[1850] Humbert Jean, « Rapport sur l'état des travaux à fin 1951 des nouvelles installations de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », 12 mars 1952, AEN, 2IND-98.

de Châtonnaye, située à une plus grande distance, d'autres solutions sont envisagées, notamment une liaison par ondes ultra-courtes (OUC) entre l'Observatoire de Neuchâtel et la station des PTT[1851]. Ces ondes ultra-courtes sont captées par un récepteur conçu par Hasler SA, une entreprise spécialisée dans les télécommunications et héritière de l'Atelier fédéral de fabrication des télégraphes. Ce récepteur permet d'enregistrer la marche de l'horloge à quartz de Châtonnaye et de la comparer avec celles de l'Observatoire[1852]. Cette collaboration présente un double avantage : pour les PTT, elle permet de vérifier la fréquence de leur oscillateur à quartz afin de déterminer avec précision les longueurs d'onde de différents émetteurs ; pour l'Observatoire, elle offre un garde-temps supplémentaire, renforçant ainsi la précision de sa chaîne opératoire.

En 1954, l'Observatoire s'apparente de plus en plus à une station d'émission-réception de signaux horaires, comme en témoigne le rapport annuel du directeur qui met en évidence une multiplication des signaux. Dès 1926, un signal est transmis via le réseau télégraphique au Bureau fédéral des télégraphes à 7 h 42 « *pour les besoins de l'administration fédérale* »[1853]. Un second signal est envoyé à 8 h 57 « *pour la télédiffusion et les abonnés au téléphone* »[1854]. Des signaux horaires sont également diffusés par TSF : pour les stations de Beromünster et du Monte-Ceneri entre 12 h 29 min 30 s et 12 h 30, pour Sottens entre 12 h 44 min 30 s et 12 h 45, ainsi que pour les trois émetteurs à 16 h 29 min 30 s à 16 h 30[1855]. Parallèlement, une émission par fil est destinée aux écoles d'horlogerie et aux régulateurs communaux à 8 h 31, 8 h 32, 8 h 33 et 8 h 34[1856]. En 1957, l'introduction d'une horloge parlante pilotée par l'Observatoire permet à la population d'obtenir l'heure en appelant un numéro de téléphone à tout moment[1857].

Preuve de l'importance croissante de la transmission de l'heure durant les années 1950, de longues discussions se tiennent entre l'administration fédérale, les services concernés et les Observatoires de Genève et de Neuchâtel au sujet de la production de l'heure suisse. Depuis 1860, Neuchâtel fournit l'heure à

1851 « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 27 septembre 1950 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 6.
1852 Humbert Jean, « Rapport sur l'état des travaux à fin 1951 des nouvelles installations de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », 12 mars 1952, AEN, 2IND-98.
1853 RD 1954, p. 7.
1854 RD 1954, p. 7.
1855 RD 1954, p. 7.
1856 RD 1954, pp. 7-8.
1857 « Séance de la commission de l'Observatoire, du mercredi 27 juin 1956 », *Procès-verbaux des séances de la commission de l'Observatoire – 1956-1959*, AEN, 1EP-353, pp. 3-4.

l'administration sans qu'aucune reconnaissance officielle ne lui soit accordée pour ce rôle. Jean-Pierre Blaser, quatrième directeur de l'Observatoire, évoque les contacts qu'il a noués avec Genève « *en ce qui concerne la collaboration des deux observatoires pour une heure suisse. Le directeur a appris à cette occasion qu'en fait l'Observatoire de Genève ne fait plus de détermination de l'heure, de sorte que la question d'une heure suisse ne se pose pas* »[1858]. En 1961, cette situation évolue avec la signature d'une convention entre la Confédération et l'Observatoire de Neuchâtel, officialisant son rôle en tant que producteur de « *l'heure suisse* ».[1859].

Au cours de la première moitié du XX^e^ siècle, les services de diffusion de l'heure s'étendent considérablement. Grâce à des efforts soutenus sur plusieurs décennies, l'Observatoire de Neuchâtel parvient à s'imposer comme la référence légale en Suisse, obtenant une subvention fédérale et consolidant sa place dans le paysage institutionnel helvétique. Cette réussite est étroitement liée à l'importance croissante des télécommunications sur les plans économique, social, technique et scientifique. Ces dernières nécessitent une heure précise pour fonctionner, ce qui renforce le rôle de l'Observatoire en tant que spécialiste de la production de l'heure exacte. Si la société a été profondément transformée par les nouvelles technologies de télécommunication, il est tout aussi notable de constater à quel point ces innovations ont modifié le fonctionnement et les pratiques de l'Observatoire de Neuchâtel. En 1954, le système de transmission de l'heure demeure toutefois hybride. Il combine, comme l'ensemble de la troisième chaîne opératoire, des dispositifs hérités du début du XX^e^ siècle avec des technologies en plein développement, témoignant d'une période de transition technique et institutionnelle.

*****

La troisième chaîne opératoire marque une transition majeure avec l'introduction de nouvelles technologies reposant sur l'automatisation, le quartz et l'essor des télécommunications. Ces avancées permettent à l'Observatoire de réaffirmer son expertise en matière de mesure du temps, le positionnant comme un acteur clé en Suisse dans ce domaine. Cette transformation représente une véritable reconfiguration épistémique de la chaîne opératoire, constituant un pari sur l'avenir, alors que le PZT et les

[1858] « Séance de la commission de l'Observatoire, du mercredi 15 février 1956 », *Procès-verbaux des séances de la commission de l'Observatoire – 1956-1959*, AEN, 1EP-353, p. 4.
[1859] RD 1961, p. 3.

horloges à quartz sont encore en phase de développement. Ces évolutions transforment profondément les instruments scientifiques, les acteurs et, comme nous le verrons, les espaces savants, faisant entrer l'Observatoire dans un environnement hybride, entre astronomie et physique, entre observatoire et laboratoire, durant les années 1950. Malgré ces ruptures technologiques, les anciennes pendules mécaniques, le cercle méridien et le dispositif de transmission de l'heure, mis au point dans les années 1930, restent en usage, témoignant de l'hybridité de cette troisième chaîne opératoire.

La modernisation de l'Observatoire est rendue possible par une volonté constante de se maintenir à la pointe de la mesure du temps, une forme de concurrence larvée avec l'Observatoire de Genève, et le soutien financier substantiel de l'industrie horlogère. Ces contributions, combinées au financement de l'État, permettent à l'établissement de se moderniser au milieu du XX^{e} siècle et d'accroître sa visibilité dans l'espace public. Désormais, l'Observatoire n'est plus une institution scientifique isolée et presque autarcique, mais un acteur central dans un réseau élargi englobant les sphères politiques, économiques, techniques et scientifiques. La culture de la précision bureaucratico-scientifique s'affirme solidement sous la direction d'Edmond Guyot capable de positionner l'institution et de dialoguer efficacement avec les mondes de la science, du politique et de l'industrie.

Chapitre 10

D'un observatoire astronomique à un laboratoire de temps-fréquence (1954-1960)

> « Les réunions du Bureau international de l'heure se transforment, au fil des ans, en séances de routine où ne subsiste que le protocole un peu solennel, surtout au moment où les délégations, rassemblées dans la salle majestueuse de l'Observatoire de Paris, ont à se présenter dans l'ordre fixé par leur éloignement respectif par rapport au méridien de Greenwich. »
>
> Jean-Luc Outers, *Le Bureau de l'heure*, Paris, Actes Sud, 2004, p. 11.

Dans le cadre du modèle bureaucratico-scientifique, la détermination astronomique de l'heure devient une opération routinière, à l'image des réunions du BIH évoquées par Célestin, personnage fictif travaillant au Bureau de l'heure de l'Observatoire de Bruxelles, dans *Le Bureau de l'heure*, de Jean-Luc Outers. Cette évolution, amorcée dès le début du XX^e^ siècle, prend une forme pleinement aboutie avec l'introduction de la troisième chaîne opératoire. Le PZT, les technologies du quartz et la télécommunication transforment profondément les pratiques de la mesure du temps, redéfinissant le rôle de l'astronome et influent sur la culture de la précision. Par ailleurs, ces innovations modifient le positionnement institutionnel de l'Observatoire ainsi que ses espaces savants, marquant une rupture majeure dans son organisation et son fonctionnement.

Le milieu du XX^e^ siècle marque de profonds bouleversements pour l'établissement scientifique, en écho à la rupture affectant l'ensemble de

la mesure du temps avec l'émergence des technologies quantiques[1860]. La mise en place de la troisième chaîne opératoire modifie les gestes quotidiens, redéfinit la composition et le nombre de membres du personnel, et engendre une reconfiguration progressive de l'institution. La forme du travail évolue : les interventions humaines cèdent peu à peu la place à des machines dont il faut garantir la fiabilité et le bon fonctionnement. L'Observatoire poursuit sa volonté d'automatiser complètement la détermination de l'heure, visant à éliminer le facteur humain de l'acquisition des données, un principe appliqué à toutes les étapes de la chaîne opératoire. Cependant, loin de réduire les effectifs, cette automatisation entraîne une augmentation du personnel, du nombre d'instruments et de la diversification des espaces savants. Cette démarche trouve une forme d'aboutissement avec l'automatisation complète du cycle de mesure du PZT. Les observateurs se transforment en opérateurs. Grâce à la radiodiffusion et aux technologies du quartz, l'Observatoire intègre de manière accrue un réseau de structures nécessitant une référence temporelle précise. La chaîne opératoire, initialement confinée aux murs de l'institution, s'étend désormais au-delà, témoignant d'un repositionnement de l'établissement au sein d'un écosystème techno-scientifique élargi.

Ce chapitre se concentre sur la période 1954-1960 et analyse le déploiement de la troisième chaîne opératoire ainsi que ses effets sur le fonctionnement de l'Observatoire. L'objectif central de cette période est l'objectivation des pratiques, grâce à la standardisation de la production des données. Ce processus vise à rendre les procédures indépendantes des individus qui les exécutent. Une conséquence directe de cette évolution est la perte progressive de la position d'experts occupée par les astronomes dans la mesure du temps, leurs compétences observationnelles devenant obsolètes dans ce nouveau cadre technologique. La troisième chaîne opératoire peut ainsi être perçue de manière ambivalente : d'un côté, comme une tentative des astronomes de préserver leur rôle en améliorant la précision des données ; de l'autre, comme une première étape vers la transformation de l'Observatoire en une sorte de laboratoire qui se consacre au temps-fréquence.

Pour aborder ces questions, les procès-verbaux de la commission et les rapports annuels constituent des sources incontournables, surtout dans un contexte où les autres types de documents, notamment la correspondance

[1860] Taïeb Guy et Vetter Raymond, *La Mesure du temps : de la clepsydre à l'horloge atomique*, Vichy, AEDIS, 2013 ; Heilbron John, « The path to the quantum atom », *Nature*, 498, 2013, pp. 27-30 ; Heilbron John, *Planck : la révolution quantique*, Paris, Pour la Science, 2006.

des directeurs, se raréfient. Il reste cependant incertain si cette diminution résulte d'une mauvaise conservation ou d'une baisse effective de la production documentaire[1861]. La première hypothèse semble la plus plausible, car il est difficile d'imaginer que le quatrième directeur n'ait pas laissé un corpus de correspondance substantiel, compte tenu de la quantité de données habituellement conservées et du nombre de dossiers à gérer. Par ailleurs, des rapports ponctuels sur des dossiers spécifiques apportent des éclairages précieux, notamment en 1956 lors de la proposition d'extension de l'Observatoire par le Conseil d'État, ou encore en 1958, à l'occasion du centenaire de l'institution. Ces documents permettent de mieux comprendre les considérations et les stratégies des acteurs de cette période[1862]. Concernant le PZT, les travaux de Walter Schuler, astronome à l'Observatoire depuis 1951 et devenu directeur adjoint en 1957, fournissent les principales informations. Schuler consacre une grande partie de son activité à l'étude et au perfectionnement de l'instrument zénithal[1863].

Dans ce chapitre, nous analyserons d'abord l'évolution des pratiques induites par l'introduction des nouveaux instruments scientifiques, en particulier le PZT. Nous étudierons ensuite les moyens mis en œuvre par l'Observatoire pour s'adapter à un phénomène d'inflation perceptible à plusieurs niveaux, qu'il s'agisse du nombre d'instruments, du personnel et des espaces de l'institution. Enfin, nous aborderons la transition progressive de l'Observatoire vers de nouvelles technologies, marquée par l'acquisition d'un nouvel instrument zénithal, qui constitue une tentative des astronomes de préserver leur influence dans un contexte de mutation rapide.

[1861] Pour cette période, les procès-verbaux sont conservés dans le fonds des archives de l'État de Neuchâtel (AEN), sous la cote 1EP-353. Il convient également de signaler qu'une importante correspondance relative à la chronométrie subsiste, témoignant de l'importance de ce service au sein de l'institution à cette époque.

[1862] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant octroi d'un crédit pour l'extension des installations scientifiques de l'Observatoire cantonal et la rénovation de la maison d'habitation du directeur » *BOGC*, 122, 1856-1957, pp. 579-585 ; Blaser Jean-Pierre, « Centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01 ; Réception en l'honneur du centième anniversaire de la fondation de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, Conseil d'État.

[1863] *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Médecine & Hygiène, 1967 ; Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique », *Publications de l'Observatoire de Neuchâtel (Suisse)*, 7 août 1959, pp. 1-10 ; Blaser Jean-Pierre, « Comparaison de la lunette zénithale photographique et de l'astrolabe Danjon dans le cadre de la réorganisation du service international des latitudes », *Bulletin géodésique*, 59, 1961, pp. 79-85. Les fonds des AEN 1EP-364 et 2IND-79 permettent aussi de suivre les enjeux autour du développement du PZT.

10.1 Évolution des pratiques

L'introduction du PZT redéfinit le travail quotidien et opère un changement épistémique dans la prise en compte du facteur humain dans le processus observationnel. Cette section examinera ces mutations à travers le prisme du fonctionnement d'un petit établissement cherchant à déployer un nouvel instrument, le PZT, et d'adopter une méthode pour déterminer l'heure : la photographie zénithale.

10.1.1 Standardiser l'instrument, changer d'étoiles

Un préalable fondamental à l'astronomie méridienne est l'utilisation d'étoiles de référence, permettant de comparer l'instant de passage d'un astre avec un garde-temps pour évaluer son avance ou son retard, en s'appuyant sur les données prédictives des catalogues d'étoiles. L'emploi du PZT n'élimine pas cette exigence. Toutefois, les étoiles utilisées pour les observations astronomiques avec des cercles méridiens ou des instruments des passages – orientés vers l'horizon – diffèrent de celles traversant le zénith de Neuchâtel. Guyot aborde cette particularité dans son rapport de 1954 :

« *La lunette zénithale ayant un très petit champ, nous ne pouvons utiliser que des étoiles culminant à 15' au plus du zénith, c'est-à-dire dont la déclinaison est comprise entre 46°45' et 47°15'. Or, le catalogue FK3, utilisé par tous les observatoires collaborant avec le Bureau international de l'heure, ne contient que deux étoiles satisfaisant à cette condition. Nous avons dû dresser une liste d'étoiles tirées du* General Catalogue *de Boss et de l'AGK2. Cependant, ces étoiles doivent être comparées aux étoiles du FK3 pour éviter toute différence systématique.* »[1864]

Le catalogue FK3, mentionné par le directeur, est la troisième édition du *Fundamental Katalog* ou catalogue fondamental (abrégé FK), publié à partir de 1879. Ce catalogue, destiné à répondre aux besoins de l'astrométrie, est largement utilisé par les astronomes et les observatoires, notamment ceux collaborant avec le BIH. La troisième édition, parue en 1937, comprend les calculs de 873 étoiles de référence. Parmi les autres catalogues évoqués, celui de Boss (1936, États-Unis) et l'AGK2, une réédition de l'*Astronomische*

[1864] RD 1954, p. 4.

Gesellschaft Katalog débuté en 1861, ont également connu une large diffusion[1865]. Toutefois, aucun de ces catalogues ne recense des étoiles passant au zénith de Neuchâtel. Cela empêche l'établissement de s'appuyer sur les catalogues usuels et l'oblige à rechercher de nouvelles références. Or, le calcul des positions d'étoiles est une opération complexe et chronophage, généralement réalisée par de grandes institutions, et excédant les capacités d'un petit observatoire, comme celui de Neuchâtel. Cet aspect crucial semble ne pas avoir été anticipé par l'Observatoire, qui doit alors solliciter celui de Greenwich. En 1953-1954, ce dernier accepte de fournir les calculs requis moyennant une rétribution annuelle de 2 000 francs[1866]. Cette solution, bien que temporaire, s'avère onéreuse et pousse l'Observatoire de Neuchâtel à explorer des alternatives. Parmi celles-ci, une tentative en interne utilise le triple réfracteur Zeiss pour mesurer plusieurs groupes d'étoiles spécialement sélectionnés pour les déterminations méridiennes menées à l'Observatoire avec divers instruments : « *Les douze groupes d'étoiles, choisis à l'aide de la carte photographique des étoiles zénithales établie avec le réfracteur Zeiss, comprennent un total de 118 étoiles. Trois catégories d'étoiles composent ces groupes : a) des étoiles faibles spécialement favorables pour l'observation au PZT. b) des étoiles également observables avec des cercles méridiens. c) des étoiles suffisamment brillantes pour être observées avec l'astrolabe Danjon* »[1867].

Provisoirement, le triple réfracteur trouve une utilité pratique au sein de la troisième chaîne opératoire, alors qu'il ne jouait plus de véritable rôle scientifique au sein de l'établissement depuis plusieurs décennies. Les trajectoires de trois catégories d'étoiles sont calculées pour permettre l'utilisation en parallèle des trois instruments employés pour déterminer l'heure à cette période : le cercle méridien SIP, le PZT et un troisième en projet, l'astrolabe Danjon, sur lequel nous reviendrons. Pour comparer les résultats d'observation des différents instruments et vérifier leur précision respective, des références communes sont nécessaires. Cette démarche reflète l'ambition de l'Observatoire de développer ses moyens de détermination de l'heure, témoignant de l'importance stratégique

[1865] Sur les catalogues fondamentaux : Walter Hans et Sovers Ojars, *Astrometry of Fundamental Catalogues: The Evolution from Optical to Radio References Frames*, Berlin, Heidelberg, Springer, 2000, p. 38.
[1866] Lettre de Sadler à Edmond Guyot, 24 août 1953, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954.
[1867] RD 1956, p. 5.

accordée à la mesure du temps astronomique au milieu des années 1950. Cependant, l'utilisation simultanée de plusieurs catégories d'instruments complexifie l'organisation du travail de l'établissement, qui se voit contraint d'assurer lui-même la première étape de la chaîne opératoire : disposer d'une référence astronomique pour vérifier la marche des garde-temps. Par ailleurs, l'absence de mention de l'instrument des passages de Bamberg dans ce contexte laisse supposer qu'il n'est plus employé pour déterminer l'heure.

La détermination des positions de groupes d'étoiles excède rapidement les capacités de l'institution qui doit alors envisager d'autres solutions. En 1956, le directeur évoque une nouvelle solution provisoire pour effectuer ces calculs : « *L'Observatoire royal de Belgique* [Observatoire d'Uccle] [qui] *s'était offert à l'époque de nous effectuer les observations de raccordement d'étoiles observées avec le PZT à celles dites fondamentales. À la suite du long délai nécessité dans le choix de nos étoiles, ce travail ne pourra plus être effectué par cette institution. Ces observations de raccordement seront probablement entreprises par un autre observatoire* »[1868].

L'Observatoire, confronté à une absence de réponse, explore rapidement d'autres options. Divers moyens sont envisagés pour traiter les trois catégories mentionnées précédemment :

« *Le service méridien de l'Observatoire naval des États-Unis s'est déclaré prêt à exécuter des observations régulières des étoiles b), observations ayant pour but d'établir la liaison entre les étoiles du PZT et celles du catalogue dit fondamental. Nous tenons à remercier ici cette institution d'avoir bien voulu se charger de ce grand travail. Les étoiles du groupe c) seront observées à l'astrolabe de la Vue-des-Alpes et permettront ainsi d'établir une seconde liaison indépendante entre les étoiles du PZT et le catalogue fondamental.* »[1869]

Pour la catégorie A, regroupant les étoiles destinées au PZT, l'Astronomisches Rechen-Institut accepte de prendre en charge ces calculs à partir de 1956[1870]. Cette institution, fondée au XIX^e^ siècle pour soutenir l'Observatoire de Berlin face à l'augmentation des calculs requis pour la production de catalogues d'étoiles, a été transférée à Heidelberg après la Seconde Guerre mondiale,

[1868] « Séance de la commission de l'Observatoire, du mercredi 15 février 1956 », *Procès-verbaux des séances de la commission de l'Observatoire – 1956-1959*, AEN, 1EP-353, p. 3.
[1869] RD 1956, p. 5.
[1870] RD 1956, p. 6.

où elle continue à se consacrer principalement à la publication de catalogues. Le directeur relate cette collaboration en insistant sur l'importance de ce travail : « *Le problème du calcul des positions apparentes des étoiles du PZT a trouvé une solution favorable au cours de l'année. L'Astronomisches Rechen-Institut d'Heidelberg, qui se spécialise dans ce genre de travaux dans le cadre de la collaboration internationale des Bureaux des éphémérides astronomiques, a bien voulu se charger des calculs très conséquents pour les années à venir* »[1871].

Le PZT impose de rechercher des solutions spécifiques adaptées aux contextes locaux et de modifier un outil, les catalogues d'étoiles, qui avait été standardisé au cours de la première moitié du XX^e^ siècle. Cette nécessité est particulièrement marquée durant les premières années, en raison de l'introduction d'une nouvelle méthode d'observation, mais tend à se stabiliser progressivement par la suite.

10.1.2 Mesurer les plaques photographiques

La volonté de corriger les erreurs inhérentes au cercle méridien a largement motivé l'acquisition d'un PZT. Deux caractéristiques majeures contribuent à une meilleure maîtrise : la géométrie verticale de l'instrument zénithal et le recours à la photographie.

Les cercles méridiens nécessitent une surveillance constante pour identifier les variations mécaniques susceptibles de perturber leur fonctionnement. La conception verticale du PZT élimine une partie de ces erreurs, comme l'explique Walter Schuler dans son *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel.* Il en souligne les avantages : « *Plus grande stabilité, plus grande distance focale, élimination des erreurs de collimation, d'inclinaison et d'azimut aussi bien que des effets d'irrégularités des tourillons, de flexions et d'équations personnelles.* »[1872] La précision accrue du PZT repose principalement sur la réduction de divers types d'erreurs. Selon Schuler, dans des conditions optimales, une précision de l'ordre du millième de seconde est atteignable, à condition de multiplier

[1871] RD 1956, p. 6.
[1872] Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Médecine & Hygiène, 1967, p. 8.

les observations astronomiques[1873]. Toutefois, contrairement aux attentes initiales, le PZT ne parvient pas à éliminer toutes les erreurs d'observation et en introduit de nouvelles, notamment celles liées à l'utilisation de plaques photographiques[1874].

Le choix des plaques photographiques est une étape cruciale[1875]. Celles-ci doivent être suffisamment sensibles pour permettre une impression nette tout en étant robustes pour éviter de se briser facilement. Afin de sélectionner les plaques appropriées, Guyot s'appuie sur les recommandations de l'Observatoire de Greenwich, qui estime que les produits de la société anglaise Ilford sont les plus performants[1876]. Après ses propres essais, Guyot confirme cette évaluation en déclarant : « *Concernant les plaques à utiliser pour photographier les étoiles, ce sont les Ilford Special Rapid Plates qui ont donné les meilleurs résultats. Il est évidemment nécessaire de choisir des plaques assez sensibles tout en ayant un grain fin.* »[1877] Ces caractéristiques sont essentielles, car des irrégularités dans le verre ou des déformations de la gélatine peuvent altérer la netteté des inscriptions, comme l'explique Schuler : « *La déformation de la gélatine lors du développement et du séchage des plaques présente une source d'erreur supplémentaire.* »[1878] Il souligne en outre que « *c'est dans les bords de la plaque que les déformations deviennent importantes* »[1879].

Pour mesurer les plaques photographiques, un appareil spécialisé est requis. Le 14 mai 1953, Grubb & Parsons propose un instrument spécifique pour un montant de 1 000 livres sterling, somme que Guyot juge excessive[1880]. Il propose alors d'utiliser le stéréo-comparateur de Zeiss, également employé

[1873] Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Médecine & Hygiène, 1967, p. 3.
[1874] Sur les erreurs instrumentales du PZT, consulter : Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Médecine & Hygiène, 1967, pp. 36-49. Sur les enjeux entourant les plaques photographiques, consulter : Nasim Omar, « Handling the heavens… ».
[1875] Sur le lien entre astronomie et photographie : Nasim Omar, « Hybrid photography in the history of science… » ; Nasim Omar, « Handling the heavens… ».
[1876] Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 30 mars 1954, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954.
[1877] RD 1954, p. 4.
[1878] Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Médecine & Hygiène, 1967, p. 60.
[1879] Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Médecine & Hygiène, 1967, p. 60.
[1880] Lettre de George Sisson à Edmond Guyot, 14 mai 1953, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954.

par le Yerkes Observatory, près de Chicago[1881]. Cet appareil, acquis au début du XX^e siècle avec le triple réfracteur Zeiss, était initialement installé dans la salle de spectroscopie (salle de la commission) du Pavillon Hirsch. Cependant, en 1955, les essais avec le stéréo-comparateur se révèlent insatisfaisants. Le LSRH fournit alors une machine Hauser, remplacée en 1957 par un modèle plus avancé, le Hauser P-324, fabriquée par la même firme biennoise[1882]. Walter Schuler décrit ainsi le fonctionnement de ce type de machine :

« *Les deux coordonnées rectangulaires sont équipées chacune d'une règle en quartz spécialement sélectionnée. Elles portent une division en mm. Les microscopes de lecture sont munis d'une trame d'interpolation qui permet la lecture directe à 1 μ près. L'orthogonalité des deux coordonnées a été contrôlée au moyen d'une équerre en verre optique, et la précision de la machine dans le domaine utilisé peut être garantie à + ou – 0,1 μ. Cette précision est tout juste suffisante pour éviter des erreurs systématiques à la mesure, vu que 0,005" correspondent à 0,08 μ sur la plaque.* »[1883]

Les capacités de l'appareil de mesure permettent tout juste d'atteindre la précision nécessaire pour exploiter les clichés du PZT. Pour cela, des microscopes à grossissement 35X sont employés. Schuler insiste sur l'importance des conditions environnementales : l'instrument doit être placé dans un local climatisé. En 1957, une salle thermostatisée est aménagée au sous-sol du bâtiment principal pour réduire les variations atmosphériques[1884]. Pour assurer l'uniformité des résultats, les mesures sont effectuées par la même personne afin de ne pas introduire de biais de lecture. Des essais en collaboration avec Ébauches SA sont réalisées pour « *la construction d'une machine à mesurer semi-automatique d'un type nouveau* »[1885], qui se révèlent infructueux. Ainsi, malgré la volonté de standardiser la saisie des données avec le PZT, la mesure des plaques photographiques est une opération si délicate

[1881] Lettre d'Edmond Guyot à George Sisson, 19 mai 1953, AEN, 2IND-79, lunette zénithale photographique (PZT), achat auprès de la maison Sir Howard Grubb Parsons de Newcastle, correspondance, rapports, etc. 1949-1954. Omar Nasim insiste sur les difficultés représentées par la mesure des plaques photographiques : Nasim Omar, « Handling the heavens… », p. 164 *sq*.

[1882] RD 1955, p. 5 ; RD 1957, p. 5. Sur Hauser AG : Zürcher Christoph, « Trechsel, Friedrich », *DHS*, Version du 05.11.2013. Online : https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/013307/2013-11-05/, consulté le 07.11.2022.

[1883] Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Médecine & Hygiène, 1967, p. 50.

[1884] RD 1957, p. 5.

[1885] RD 1955, p. 5. Pour l'échec de la tentative de développement d'une machine semi-automatique, sur laquelle il ne subsiste pas d'informations détaillées, voir : RD 1956, p. 6.

qu'elle requiert d'être réalisée par une seule personne pour ne pas introduire des erreurs supplémentaires. Si l'équation personnelle est éliminée de l'acte d'observation, l'influence du facteur humain se retrouve donc au niveau du traitement des données brutes.

D'autres erreurs sont associées aux observations du PZT, notamment des problèmes mécaniques, tels que de légères variations dans la vitesse de déplacement du *rotary*, des erreurs d'azimut, des fluctuations dans la vitesse du chariot, ou encore des irrégularités dans le rythme d'entraînement de la plaque. Cependant, ces erreurs demeurent dans des limites de tolérance suffisamment faibles pour préserver la précision des données et sont donc considérées comme acceptables. Une erreur particulièrement redoutée concerne l'aberration chromatique, un problème optique évoqué par Walter Schuler, qui la décrit comme un « sérieux problème »[1886]. Cette aberration résulte de la décomposition de la lumière blanche en plusieurs bandes de couleur, pouvant causer un flou de l'image. Pour analyser ses effets, un programme de *ray-tracing* est développé afin de simuler le comportement des rayons de lumières[1887]. Les résultats de cette étude conduisent Schuler à conclure que l'aberration chromatique n'a pratiquement aucun effet sur la détermination de l'heure et des latitudes, à condition d'améliorer l'objectif du PZT[1888]. En résumé, Schuler affirme que, malgré les diverses erreurs examinées, « *les performances mécaniques de l'instrument satisfont entièrement les exigences posées* [de demeurer inférieures au millième de seconde] »[1889].

En guise de conclusion, Schuler insiste sur les apports du PZT et énumère les critères qui lui permettent de recommander l'instrument :

« *Dans son champ d'application limité à l'étude de la rotation de la Terre et des variations des pôles, le PZT est certainement un instrument excellent, sinon le meilleur à l'heure actuelle.* […] *L'absence complète du facteur humain et de constantes instrumentales incertaines dans les documents d'observation, combinée avec l'automatisation totale du fonctionnement, prédestinent cet instrument à son emploi dans une organisation universelle comme le Service international des latitudes.* »[1890]

[1886] RD 1956, p. 82.
[1887] RD 1956, pp. 65-85.
[1888] RD 1956, p. 84 et p. 107.
[1889] RD 1956, p. 49.
[1890] RD 1956, pp. 107-108.

Schuler souligne l'importance de l'uniformisation des instruments, des méthodes et des programmes d'observation afin de standardiser davantage les résultats obtenus avec les différents PZT. Il met en avant l'intérêt qu'un tel alignement pourrait présenter pour améliorer la cohérence et la comparabilité des données entre institutions. Il convient de noter que Schuler ne recommande pas explicitement l'utilisation du PZT pour la détermination de l'heure. Cet aspect s'explique en partie par le fait que, à cette date, l'astronomie avait cessé de jouer un rôle central dans la mesure du temps à l'Observatoire de Neuchâtel.

10.1.3 Externalisation des calculs

Une fois les données brutes mesurées, il est nécessaire de procéder à des calculs de réduction des observations astronomiques pour obtenir l'heure exacte. Ce travail complexe dépasse les capacités de l'Observatoire, qui se voit contraint de solliciter l'appui d'établissements spécialisés. Après avoir recouru provisoirement au bureau de calcul IBM de Mannheim, l'Observatoire se tourne vers le centre de calcul de l'EPUL (École polytechnique de l'Université de Lausanne, désormais École polytechnique fédérale de Lausanne [EPFL]) :

« *Les calculs de réduction des observations astronomiques ont été effectués, comme d'habitude, au moyen de l'ordinateur du centre de calcul de l'EPUL à Lausanne. Cette machine (Stantec Zebra), dont l'entrée ne peut se faire que par bandes télex et dont la capacité, d'une manière générale, ne suffisait plus aux besoins accrus, a été remplacée, dans le courant de l'année* [1964]*, par un ordinateur plus puissant (IBM 7040). Ce changement implique pour nous une traduction de tous nos programmes de calcul dans le langage de la nouvelle machine ; ces programmes doivent dorénavant figurer sur des cartes perforées au lieu de bandes.* »[1891]

Cette situation illustre la spécialisation croissante de certains établissements face à l'augmentation des volumes de calculs. Elle met également en lumière l'émergence des ordinateurs comme outils scientifiques. L'externalisation des calculs de réduction oblige l'Observatoire de Neuchâtel à adapter sa chaîne opératoire. Désormais, il doit transmettre les données, initialement

[1891] RD 1964, pp. 4-5. Signalons que Walter Schuler donne 1965 comme une année de changement de l'ordinateur IBM 7040 : Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Édition Médecine & Hygiène, 1967, p. 59.

enregistrées sur des plaques photographiques, sur des cartes perforées lisibles par un programme informatique. À partir de 1958, le centre de calcul de l'EPFL utilise un ordinateur Stantec Zebra, remplacé ultérieurement par un IBM 7040[1892]. Dorénavant, l'établissement neuchâtelois fournit les données brutes traduites en langage informatique et reçoit en retour des résultats épurés de leurs erreurs. Ainsi, une partie essentielle de la chaîne opératoire – l'élaboration de la donnée horaire – ne se déroule plus exclusivement au sein de l'Observatoire. Elle repose sur une division des tâches et une spécialisation interinstitutionnelle. Ce processus entraîne un délai de plusieurs semaines entre les observations au PZT et la vérification de l'exactitude de l'heure conservée sur les horloges à quartz. Cela implique un changement significatif dans les pratiques et l'organisation de la chaîne opératoire, bien que cette évolution ne soit jamais explicitement mentionnée dans les rapports institutionnels. Cette transition s'étend sur plusieurs années. Jusqu'en 1956, l'utilisation principale du PZT reste la comparaison des résultats obtenus avec le cercle méridien ainsi que la transmission des calculs de latitude au Service international des latitudes de Turin[1893]. Cependant, dès 1959, l'heure astronomique « *servant de base au service de l'heure a été déduite principalement des observations faites à la lunette zénithale photographique* »[1894].

Dès 1959, le PZT devient un outil routinier dans les activités de l'Observatoire, comme le mentionne le rapport annuel : « *Le PZT* [est] *utilisé pour les déterminations de routine de l'heure et de la latitude.* »[1895] À partir de 1960, la détermination astronomique de l'heure évolue pour remplir une fonction de contrôle, notamment pour des mesures telles que l'heure atomique, transmise par le LSRH depuis 1957, et les variations des latitudes. Désormais, c'est l'horloge à quartz Q10 qui pilote les émissions horaires et conserve l'heure officielle de l'institution[1896]. Le PZT reste néanmoins

[1892] Le centre de calcul est d'abord utilisé pour l'astrolabe Danjon : RD 1958, p. 7. Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Édition Médecine & Hygiène, 1967, p. 59. Pour les ordinateurs Stantec Zebra, voir le catalogue de l'entreprise : Standard Telephones & Cables Limited, *Stantec Zebra. Electronic, Digital Computer*, 1961, archives du Computer History Museum. Online : http://s3data.computerhistory.org/brochures/stantec.zebra.1961.102646082.pdf, consulté le 3 février 2021. À partir de février 1968, les calculs de réduction des erreurs se font à nouveau sur le territoire neuchâtelois par le biais du centre de calcul de l'Université de Neuchâtel sur un ordinateur IBM 1130 : RD 1968, p. 6.

[1893] RD 1957, p. 6.

[1894] S.n., « L'activité du service astronomique de l'Observatoire de Neuchâtel en 1958 », *La Suisse horlogère,* 9, 26 février 1959, pp. 207-208.

[1895] RD 1959, p. 6.

[1896] RD 1960, p. 6.

un instrument crucial, ce que reflète sa place centrale dans les rapports institutionnels. En 1961, l'Observatoire renforce encore la valeur du PZT en le liant aux développements historiques de la mesure du temps, comme dans une publication de la *Suisse horlogère* :

« *La détermination de l'heure progresse – comme on sait – avec l'invention par Roemer de la lunette astronomique* [sic : le cercle méridien]*, l'emploi des chronographes, le micromètre de Repsold, pour atteindre à la haute perfection de la lunette zénithale photographique et de l'astrolabe Danjon. L'équation personnelle de l'observateur cède à l'enregistrement automatique. Nous sommes bien loin de nos ancêtres chronométriers qui achetaient une lunette méridienne et consacraient leurs veilles à vérifier l'heure selon le cours des astres.* »[1897]

Ce phénomène s'explique en partie par la double fonction du PZT, à la fois comme outil scientifique et comme symbole représentatif d'une culture de la précision bureaucratico-scientifique. L'instrument, nécessitant seulement un opérateur pour sa préparation, incarne l'idéal d'un processus de production de données standardisées, indépendantes des erreurs humaines.

10.1.4 Automatisation du cycle d'observation

Il faut près de deux années de calibration avant d'entamer, en mars 1956, une série continue d'observations avec le PZT[1898]. Ce processus, particulièrement délicat, est accentué par le statut de prototype de l'instrument, encore en phase de développement. Plusieurs ajustements sont nécessaires pour en garantir la fiabilité, en particulier l'ajout d'un ventilateur pour améliorer l'équilibre thermique, l'adaptation des appareils de mesure des plaques, et la modification du système d'entraînement des plaques stellaires.

Durant cette période, l'établissement constate qu'un astronome doit être présent tout au long du cycle d'observation. Une publication sur l'automatisation du PZT décrit cette contrainte ainsi : « *Dans tous ces instruments (PZT), les opérations nécessaires à la prise de quatre poses photographiques, avec retournement de l'instrument entre chacune d'elles, sont automatisées. C'est-à-dire qu'il suffit d'une commande unique, actionnée*

[1897] S.n., « La diffusion de l'heure », *La suisse Horlogère. Revue internationale de l'horlogerie*, 1, avril 1961, pp. 1-3.
[1898] RD 1956, p. 5.

un temps donné avant le passage de l'étoile au méridien, pour déclencher le cycle d'observation entier pour une étoile, cycle qui sera désigné par la suite par autocycle »[1899].

Dorénavant, un technicien est chargé de préparer l'instrument pour qu'il soit en mesure d'enregistrer automatiquement les passages stellaires sur une plaque photographique. Cependant, contrairement aux attentes de l'institution, l'élimination de l'observateur ne réduit pas la charge de travail nécessaire au bon fonctionnement du PZT. Celui-ci requiert un technicien à temps plein pour la préparation de l'instrument pendant la journée, le lancement du cycle d'observation, et la mesure des plaques photographiques. Bien que l'équation personnelle soit effectivement éliminée de cette étape, les étapes entourant l'observation proprement dite demandent une implication humaine accrue[1900].

Cet état de fait est confirmé par le directeur dans son rapport annuel : « *Depuis le mois de mai* [1954]*, M. Schuler consacre presque tout son temps à l'étude de l'instrument. Dès le 11 novembre, un second observateur fut attribué à la lunette.* »[1901] Ainsi, le PZT engendre une augmentation significative de la charge de travail et nécessite le renforcement des effectifs.

Le procédé décrit ci-dessus confère une grande responsabilité au technicien, qui doit, à plusieurs reprises chaque heure, enclencher l'instrument dans un intervalle d'une seconde : « *La tâche de l'observateur se résume donc à presser, en général 5 ou 6 fois chaque heure, sur un bouton, mais ceci avec l'exactitude d'une seconde.* »[1902] La personne responsable doit donc rester constamment vigilante pour éviter toute distraction ou somnolence. Ainsi, le personnel conserve un rôle central dans la chaîne opératoire, en assurant les conditions optimales au bon fonctionnement de la machine.

L'Observatoire cherche à alléger la charge de l'opérateur. Durant la période de calibration de l'instrument, il parvient à élargir la marge de tolérance pour le lancement du cycle d'observation à environ vingt secondes « *en introduisant*

[1899] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique », *Publications de l'Observatoire de Neuchâtel (Suisse)*, 7 août 1959, pp. 1-10, p. 2.
[1900] Sur un constat similaire à propos de l'automatisation des trains qui, loin de rendre l'ensemble du système autonome, déplace le travail humain à d'autres endroits : Clot Yves, « Introduction », Clot Yves (éd.), *Le Travail sans l'homme ? Pour une psychologie des milieux de travail et de vie*, Paris, La Découverte, 2008, pp. 5-18, p. 9.
[1901] RD 1954, p. 4.
[1902] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… ».

un système de départ semi-automatique [avec] *le départ de l'autocycle* […] *commandé par un compteur électronique à présélection* »[1903]. Cependant, cette modification ne supprime pas la nécessité de la présence d'un opérateur et ne réduit que partiellement la pression pesant sur lui. Désireux de rationaliser l'utilisation de son personnel et d'optimiser les performances du PZT, l'Observatoire envisage une automatisation complète de l'instrument :

« *Ayant le désir de pousser le nombre d'observations au maximum permis par le temps, et surtout d'étendre ces observations à la durée entière de la nuit, nous avons été amenés à étudier une automatisation complète de l'instrument. Ceci par nécessité, car l'équipe d'observateurs nocturnes exigés par ce programme d'observation n'était pas toujours disponible. Nous avons cherché, non seulement à réduire le rôle de l'observateur à une seule surveillance, mais à rendre superflue la présence nocturne d'un observateur.* »[1904]

L'institution vise désormais à maximiser la production de données. Alors qu'au temps de la deuxième chaîne opératoire, l'objectif se limitait à atteindre un nombre minimal d'observations nécessaires, l'introduction du PZT marque une évolution significative. L'Observatoire ambitionne désormais d'exploiter pleinement l'instrument, notamment en étendant son utilisation « *à la durée entière de la nuit* », en adéquation avec les critères bureaucratico-scientifiques qui impliquent de tirer parti au maximum des instruments scientifiques.

La volonté d'automatiser le lancement du cycle d'observation nécessite la conception d'un appareil de commande capable de prendre en charge toutes les opérations. Ces efforts sont considérés comme pertinents par l'Observatoire de Neuchâtel, à condition qu'ils permettent de réaliser plusieurs cycles d'observation successifs sans intervention humaine. Le principal défi réside dans la gestion des plaques photographiques, dont le remplacement requiert normalement la présence d'une personne. Pour surmonter cet écueil, l'institution conçoit un dispositif permettant d'imprimer les données sur différentes zones de la même plaque photographique à chaque cycle. Ce système repose sur une inversion des impressions : la première observation est réalisée à l'est, la seconde

[1903] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… ».
[1904] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… ».

commence à l'ouest, suivie d'une inversion verticale. Parallèlement, le micromètre est déplacé pour enregistrer jusqu'à quatre groupes par plaque, ce qui équivaut à environ huit heures d'observation[1905]. Cette durée maximale est imposée par la taille des plaques (41 mm × 41 mm) pour laisser suffisamment de lumière passer dans le tube du PZT[1906]. Pour faciliter la lecture des différents groupes d'étoiles, un décalage d'une seconde est introduit au moment du lancement de chaque cycle, tandis que le « *centre des quadrilatères est le même pour toutes les étoiles et* [que] *les images se disposent sur deux colonnes* »[1907]. Les positions exactes des astres dépendent de deux variables : la distance zénithale et l'instant de lancement du cycle d'observation.

Pour lancer le cycle de mesure au bon moment, l'Observatoire conçoit un dispositif appelé programmeur. Plusieurs approches sont envisagées. La première, de nature théorique, propose un système composé de plusieurs cames, chacune ayant une rotation à un rythme différent (une seconde, une minute, une heure et une fois par jour) pour activer le cycle d'observation, à l'image des pendules émettrices de l'Observatoire (Shepherd et Perret-Rosat). Cependant, cette solution est éliminée, car elle nécessiterait un mécanisme distinct pour chaque étoile[1908]. Une deuxième possibilité, adoptée à Ottawa, repose sur une bande perforée fermant des contacts au moment voulu. Toutefois, la bande requise pour l'Observatoire, estimée à une centaine de mètres, est jugée trop complexe à réaliser[1909]. Finalement, la solution retenue est celle de l'Observatoire de Tokyo[1910]. Le programmeur se décompose en deux composants principaux : un tableau de commutation et une minuterie. Le tableau permet de présélectionner les heures de départ correspondant aux étoiles observées. Lorsque cette présélection coïncide avec la minuterie, un contact enclenche automatiquement l'autocycle[1911]. Wyser, Blaser et

[1905] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… », pp. 3-4.
[1906] Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*, Genève, Médecine & Hygiène, 1967, p. 11.
[1907] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… », pp. 1-10, p. 3.
[1908] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… », p. 5.
[1909] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… », p. 5.
[1910] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… », p. 5. L'Observatoire de Neuchâtel en a connaissance d'après une communication privée de l'astronome japonais M. Torao.
[1911] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… », p. 6.

Schuler décrivent le fonctionnement du programmeur ainsi : « [Il] *se compose d'une minuterie et d'une mémoire dans laquelle s'inscrit l'heure de départ d'une étoile. Lorsqu'il y a coïncidence entre la minuterie et la mémoire, la commande désirée est actionnée. Les données sont contenues sur un ruban de téléscripteur.* »[1912] Ce système, jugé satisfaisant, marque l'achèvement de l'automatisation du PZT en 1959.[1913]

Conséquence de l'absence de personnel durant la nuit, il devient impératif de protéger l'instrument et les plaques photographiques des conditions climatiques. Une fois l'enregistrement terminé, les plaques doivent être préservées de la lumière du Soleil, ce qui requiert initialement la présence d'un employé à la fin de la nuit pour les retirer. Pour résoudre ce problème, un système de fermeture automatique du toit de la cabane est installé[1914]. En outre, toujours dans le but de préserver l'instrument, un détecteur de pluie est ajouté pour fermer automatiquement le toit « *à la première goutte de pluie* »[1915]. L'automatisation du PZT implique une attention portée aux heures de lever et de coucher du Soleil ainsi qu'aux conditions météorologiques, comme le souligne un rapport de l'institution :

« *Le programmeur automatique décrit est en service depuis septembre 1958 et a donné entière satisfaction. L'automatisme total comprenant la fermeture automatique du toit a été atteint à partir de juillet 1959. Le PZT est généralement préparé au crépuscule et la plaque photographique retirée le lendemain matin. Parfois, l'instrument est mis en marche l'après-midi et le toit ouvert au moment approprié le soir par du personnel auxiliaire. Lorsqu'on désire observer plus de 8 heures pendant les nuits d'hiver (5 à 7 groupes sont observables du 1er octobre au 13 mars), la plaque est changée pendant la soirée. La présence d'un détecteur de pluie efficace permet la mise en marche de l'instrument même par temps incertain.* »[1916]

Cinq années de calibration sont finalement nécessaire pour adapter le PZT au contexte local. Désormais, le technicien prépare les plaques

[1912] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… », p. 6.
[1913] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… », p. 10.
[1914] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… », p. 4.
[1915] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… », p. 4.
[1916] Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique… », p. 10.

photographiques, configure les horaires en fonction des astres observés, puis récupère les plaques le lendemain pour les mesurer et les traduire en langage informatique, avant de transmettre ces données aux centres de calcul. Ces adaptations portent leurs fruits, car, à partir de 1960, l'entretien de l'instrument zénithal et la mesure des plaques à l'aide de la machine Hauser P-324 sont assurés par une seule personne : Gilbert Jornod (1933-2020), technicien à l'Observatoire, qui assume cette tâche jusqu'à l'interruption du service en 1982. Avec l'automatisation du PZT, la transition est achevée : le rôle de l'astronome, observant directement le passage des astres pour déterminer l'heure, cède définitivement la place à celui d'un opérateur, responsable de la préparation et du suivi d'une machine automatisée.

Preuve de l'importance accordée à ces développements, Walter Schuler présente le fonctionnement du système automatisé lors du Symposium über Automation und Digitalisierung in der Astronomischen Messtechnik, tenu les 27 et 28 avril 1962 à Tübingen[1917]. Cette volonté d'automatisation ne se limite pas à la détermination de l'heure, mais s'étend à l'ensemble des activités de l'Observatoire, comme en témoigne l'usage d'un dispositif impersonnel pour le service chronométrique[1918]. Désormais, l'humain est principalement chargé de superviser une machinerie opérant de manière autonome[1919].

En 1970, après des années de calibration et de recherche sur l'instrument, Walter Schuler démissionne « *estimant que le programme de recherches sur la détermination du temps astronomique au moyen de la lunette zénithale photographique (PZT), commencé en 1956, avait progressé à un stade où il devenait difficile d'ajouter encore des améliorations intéressantes* »[1920]. Son départ, suivi par celui de son équipe, marque la fin du service astronomique de l'Observatoire. Toutefois, à la demande du Bureau international de l'heure (BIH) et du Service international des latitudes à Mizusawa, l'exploitation du PZT se poursuit jusqu'en 1982[1921].

[1917] Schuler Walter, « Das vollautomatische photographische Zenit-Teleskop und der numerierende Chronograph des Observatoriums von Neuenburg », Siedentopf Heinrich (Hrsg.), *Symposium über Automation und Digitalisierung in der Astronomischen Messtechnik am 27. Und 28. April 1962 in Tübingen*, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 1963, pp. 68-79.

[1918] Payot Roger, « Le nouveau dispositif d'observation impersonnelle des chronomètres à l'Observatoire de Neuchâtel », *Société suisse de chronométrie*, 1956, pp. 632-636.

[1919] Sur l'automatisation, voir : Carnino Guillaume et Marquet Clément, « Du mythe de l'automatisation au savoir-faire des petites mains : une histoire des datacenters par la panne », *Artefact*, 11, 2019, pp. 163-190.

[1920] RD 1970, p. 4.

[1921] RD 1982, p. 8.

10.2 La petite institution grandit

Pour s'adapter aux exigences de la nouvelle chaîne opératoire, le milieu du XX^e^ siècle marque une phase de croissance de l'Observatoire. Nous analyserons cette dynamique à travers trois aspects principaux. Tout d'abord, nous examinerons l'impact de la troisième chaîne opératoire sur les espaces savants de l'Observatoire, qui se révèlent rapidement insuffisants et inadaptés pour sa mise en œuvre. Ensuite, nous analyserons l'évolution du personnel, lequel, malgré l'automatisation du PZT, connaît une augmentation notable au cours des années 1950, reflet des nouvelles exigences liées aux technologies déployées. Enfin, nous étudierons la transformation de la commission de l'Observatoire, dont le nombre de membres s'accroît en raison de la mise en réseau avec d'autres institutions, permettant à ces dernières de jouer un rôle dans la gestion de l'établissement.

10.2.1 Un Observatoire à l'étroit

Les modifications induites par la troisième chaîne opératoire durant les années 1950 conduisent l'Observatoire à faire face à un manque d'espace. En réponse à cette situation, plusieurs propositions accompagnent le rapport du Conseil d'État au Grand Conseil de mars 1948, précédemment évoqué pour les projets d'acquisition du PZT et des horloges à quartz.

En 1947, un plan de réorganisation est élaboré afin d'intégrer les nouveaux instruments scientifiques. Parmi les sujets discutés, l'installation du PZT fait l'objet de débats prolongés. À cette époque, Guyot soumet un projet de réaménagement du bâtiment principal, visant à installer la lunette zénithale à proximité du cercle méridien SIP :

« *L'installation de la lunette* [PZT] *nécessiterait le déplacement des pendules dans un autre local à construire. C'est ainsi que le projet de l'architecte prévoit la construction d'une aile au nord-est qui ferait suite à la salle des horloges à quartz, actuellement en cours d'aménagement. La nouvelle salle des pendules occuperait le rez-de-chaussée et le premier étage permettrait d'agrandir la bibliothèque, qui est déjà à l'étroit.* […] *Si le projet complet était mis à exécution, le bâtiment principal comprendrait trois parties distinctes, à savoir : À l'ouest, la glacière et les étuves, c'est-à-dire le service chronométrique qui serait séparé du service de l'heure. Au centre se trouveraient les deux lunettes*

(méridienne et zénithale). À l'est, le service de l'heure comprenant deux locaux, la salle des horloges à quartz et celle des pendules ordinaires avec les appareils pour l'envoi des signaux horaires. »[1922]

Le directeur propose une spécialisation du bâtiment principal afin de rassembler tous les instruments de la détermination de l'heure et les activités liées au contrôle des chronomètres. Le projet prévoit de regrouper les appareils chronométriques, comme les étuves et la glacière, dans la partie occidentale du bâtiment. Le centre serait dévolu aux instruments méridiens, tandis que la partie orientale accueillerait les espaces administratifs ainsi que deux salles réservées aux pendules, dont une spécifiquement destinée aux horloges à quartz (figure 79). Un rapprochement physique entre le cercle méridien SIP et le PZT est également recommandé. Cependant, cette réorganisation spatiale reste au stade de la réflexion, notamment en ce qui concerne la localisation des instruments utilisés pour la détermination de l'heure : « *Quant à la salle des pendules, il serait possible qu'elle devienne le local de la lunette zénithale. Elle se trouverait placée à côté du cercle méridien. Nous ne pouvons pas encore affirmer qu'il en serait ainsi.* »[1923]

Certaines voix s'opposent à l'idée d'installer le PZT dans le bâtiment principal de l'Observatoire. Parmi elles, celle de Carl Fridolin Baeschlin (1881-1961), président de la Commission suisse de géodésique et professeur à l'EPFZ, se fait entendre. Consulté par la commission de l'Observatoire, il soutient que « *pour obtenir avec les nouveaux instruments des résultats effectifs, une perfection aussi poussée que possible* […]*, la lunette zénithale devrait être construite dans un endroit ayant un champ visuel aussi étendu que possible. À cet effet, le meilleur emplacement* […] *paraît être Chaumont* »[1924].

Cet avis est renforcé par les recommandations des observatoires de Greenwich et de Washington qui « *conseillent de ne pas placer la lunette dans le bâtiment principal, mais dans un abri léger au nord-est du bâtiment principal* »[1925]. En 1948, l'idée d'une « *construction en bois*

[1922] « Séance de la commission de l'Observatoire, du mercredi 12 mars 1947 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, pp. 4-5.
[1923] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 714.
[1924] « Séance de la commission de l'Observatoire, du mardi 14 octobre 1947 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 2.
[1925] « Séance de la commission de l'Observatoire, le jeudi 3 mars 1949 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 5.

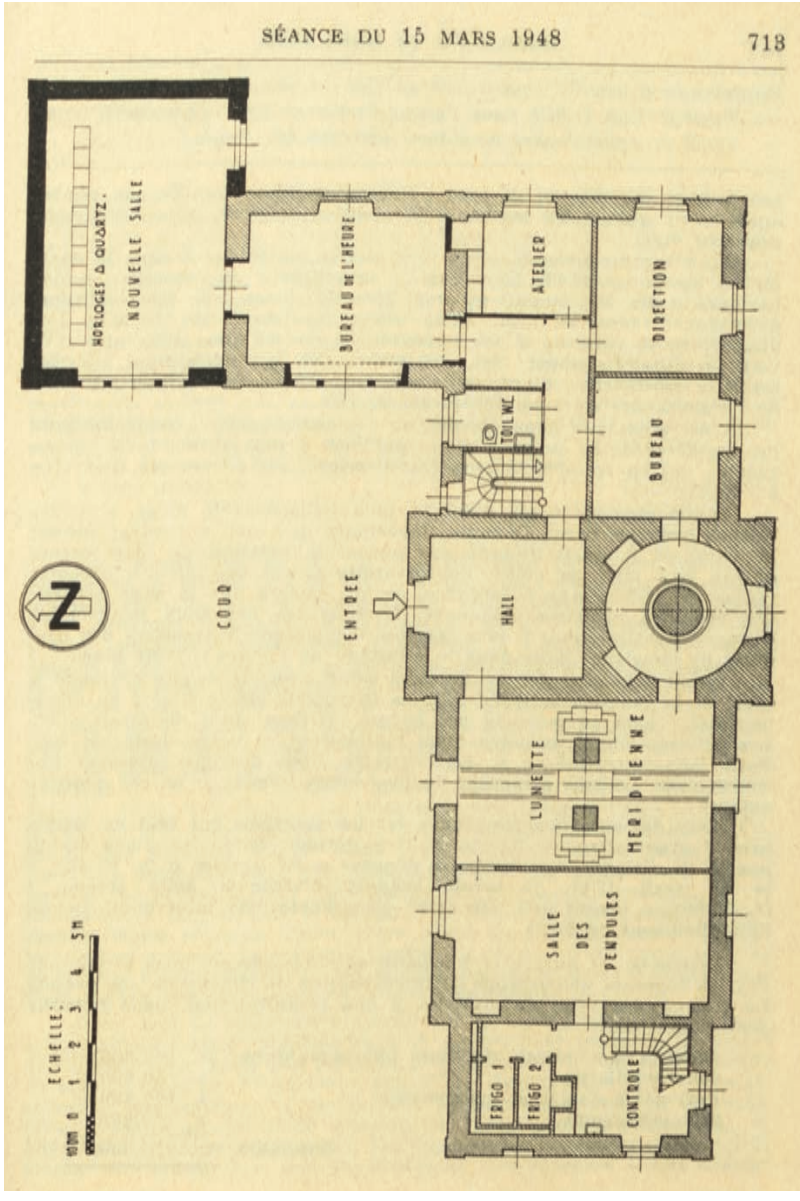


Figure 79. Projet de réorganisation des salles du bâtiment principal, 1948. «Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments», séance du 15 mars 1948, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 113, 1947-1948, p. 713. © AEN ??

s'ouvrant de tous les côtés »[1926] est sérieusement envisagée. Les variations de chaleur à l'intérieur du bâtiment principal sont désormais considérées comme nuisibles aux performances des instruments scientifiques, même avec des ouvertures prévues pour réguler la température. Ces fluctuations thermiques sont notamment pointées comme une des causes des résultats insatisfaisants du cercle méridien SIP. Cette remise en question de l'emplacement du PZT souligne l'importance de concevoir les espaces savants en fonction des exigences spécifiques des instruments qu'ils abritent.

Après des discussions avec l'entreprise Grubb & Parsons, il est préconisé d'installer une cabane en bois inspiré du modèle de la cabane de Bamberg (figure 80)[1927]. Un emplacement provisoire est choisi au nord-est du site de l'Observatoire pour y accueillir le PZT, dans l'attente d'une localisation plus optimale, comme Chaumont ou la Vue-des-Alpes. Ce choix illustre un changement notable dans la gestion des espaces scientifiques : ce n'est plus uniquement l'institution qui décide des emplacements idéaux pour ses instruments, mais un processus de concertation impliquant plusieurs parties prenantes.

Pour réguler la température de l'instrument, deux ventilateurs sont intégrés à la cabane. Le premier, situé sous le faux plancher de la cabane, aspire l'air provenant de la cheminée d'observation – une ouverture au sommet de la cabane libérant le champ de vision du PZT –, créant ainsi une dépression. Le second, placé sous le bain de mercure, dirige l'air dans le tube à travers des ouvertures latérales sous l'objectif du PZT. Ce dispositif est essentiel, car les variations thermiques peuvent provoquer des déformations instrumentales pouvant compromettre la précision des mesures. Les ventilateurs sont activés pour stabiliser la température intérieure avant l'utilisation de l'instrument, mais doivent être éteints durant les phases d'observation afin de ne pas perturber le bain de mercure[1928].

[1926] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'Observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *BOGC*, 113, 1947-1948, pp. 702-740, p. 714.

[1927] Un croquis et une photographie illustrant la cabane de Bamberg sont transmis à Grubb & Parsons afin de leur fournir des références pour concevoir les plans nécessaires à l'installation prévue : « Sketch received from Mons. » Guyot, 4 mars 1952, T & W Archives, Neuchâtel Observatory 10'' PZT O/N 10491.

[1928] Schuler Walter, *Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel*…, p. 16.

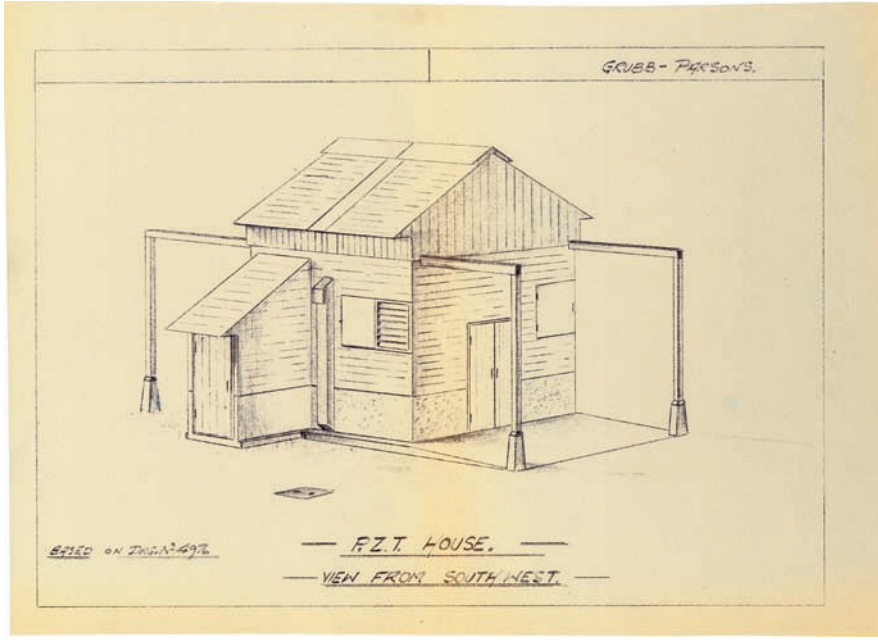


Figure 80. Dessin nº 4976 de la cabane du PZT, (vue du sud-ouest). Collection Musée international d'horlogerie, © Photo MIH.

L'introduction du PZT transforme les interactions de l'institution avec son environnement immédiat. La gestion des erreurs instrumentales évolue : le PZT étant moins sujet à certaines perturbations ou phénomènes physiques, des corrections naguère importantes, telles que celles liées à la collimation, à l'inclinaison, à l'azimut ou encore aux irrégularités mécaniques des tourillons et de flexions, deviennent superflues. De ce fait, les mires perdent leur utilité et sont abandonnées[1929]. L'observation se faisant désormais au zénith, la préservation des lignes de vue n'est plus une préoccupation aussi critique. Les contraintes liées à la hauteur des arbres ou à la lumière émanant de la mire de Chaumont disparaissent, ce qui simplifie les relations de l'institution avec son voisinage. Le dernier conflit concernant l'environnement de l'Observatoire remonte à 1946, lorsque la commune de Neuchâtel projette de vendre des terrains adjacents à un promoteur immobilier : « *Le Conseil d'État a été saisi*

[1929] Notons sur ce point que nous n'avons aucune information précise sur la fin de leur utilisation.

de la question. Il a décidé d'empêcher par tous les moyens à sa disposition la construction des maisons projetées, d'acquérir, pour atteindre ce but, les terrains en cause et, si nécessaire, d'en obtenir l'expropriation. »[1930]

Une fois le PZT installé dans sa cabane, les comparaisons effectuées avec le cercle méridien SIP montrent que ce dernier présente des erreurs inexpliquées. Désormais, la localisation de cet instrument dans le bâtiment principal est clairement pointée du doigt comme étant à l'origine de ces anomalies : « *D'assez grands écarts par rapport aux résultats du PZT et de l'astrolabe ont été confirmés, dus vraisemblablement à l'emplacement de l'instrument à l'intérieur du bâtiment chauffé, le déplacement de la lunette méridienne est envisagé. Jusque-là, les observations seront continuées, mais moins fréquemment qu'auparavant* »[1931].

L'arrivée de nouveaux instruments d'observation permet une évaluation des performances du cercle méridien. En 1959, celui-ci est démonté et ses piliers sont rasés avant d'envisager un lieu plus propice : « *Les observations à* [sic] *cet instrument ont été définitivement suspendues, les résultats étant faussés de façon incontrôlable à cause de l'emplacement malencontreux de l'instrument à l'intérieur du bâtiment principal. Il sera nécessaire de démonter la lunette et de l'entreposer jusqu'à ce qu'un nouveau pavillon puisse être construit.* »[1932] (figure 81).

L'installation du cercle méridien dans le bâtiment principal est désormais qualifiée de « *malencontreuse* ». Cette remise en cause témoigne de l'évolution des critères de précision au milieu du XX^e^ siècle, puisque cet emplacement a donné satisfaction durant près d'un siècle. Ce constat illustre une fois de plus le caractère dynamique au sein de la chaîne opératoire, où chaque innovation ou amélioration peut remettre en question d'autres éléments, participant dans ce cas à la disqualification progressive du cercle méridien. Par la suite, après avoir été utilisée en tant qu'atelier pour le développement des horloges atomiques, la salle méridienne est subdivisée horizontalement en deux niveaux afin de créer des bureaux, tout en conservant la fente méridienne vitrée comme témoignage de sa fonction historique.

La mise en place de la troisième chaîne opératoire transforme progressivement les rapports spatiaux, phénomène également marquant avec le quartz. Tout d'abord, une aile est ajoutée au nord-est du bâtiment principal

[1930] « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 23 janvier 1946 », *PVCOC juin 1934 à décembre 1938*, AEN, 1EP-352, p. 9.
[1931] RD 1958, p. 5.
[1932] RD 1959, p. 5.

Figure 81. Destruction des piliers de la salle méridienne. © Archives de la Faculté des sciences, bureau du Laboratoire Temps-Fréquence.

abritant deux pièces[1933]. La première prend le nom de « bureau de l'heure », aménagée avec une table de travail et des dispositifs appropriés à l'émission et à la réception de signaux horaires. À côté, une nouvelle salle consacrée aux pendules à quartz, qui héberge aussi les chronographes Belin ainsi que le tableau de commande du PZT. À quelques mètres au nord, un petit bâtiment annexe, aujourd'hui disparu, est construit pour servir de station de secours. Celle-ci est équipée d'un groupe autogène et d'accumulateurs, garantissant une alimentation électrique en cas de panne du réseau électrique. Ce système de secours vise à préserver la continuité de fonctionnement des horloges à quartz[1934].

[1933] Humbert Jean, « Rapport sur l'état des travaux à fin 1951 des nouvelles installations de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », 12 mars 1952, AEN, 2IND-98, pp. 3-6.
[1934] En 1952, seize pannes ont lieu sans interrompre les services de l'Observatoire grâce à la station de secours : « Rapport des instruments 1952 », AEN, 1EP-362, p. 2.

À partir de 1955, les caves de l'Observatoire sont converties en locaux thermostatisés afin d'accueillir les deux horloges à quartz les plus performantes, Q6 et Q7 : « *Deux locaux thermostatisés à la cave du bâtiment principal étaient destinés à recevoir les pendules déposées pour subir des épreuves de marche. Ces dépôts étant devenus très rares, l'un des locaux a été aménagé pour y installer des horloges à quartz fondamentales. L'autre local a été préparé pour y permettre l'installation de la future machine à mesurer les plaques du PZT qui, elle aussi, doit être maintenue à température rigoureusement constante* »[1935].

Ainsi, les contraintes environnementales ne disparaissent pas, mais se transforment, les espaces demeurant un sujet de préoccupations pour les adapter aux spécificités des instruments et aux exigences scientifiques.

Lors de son entrée en fonction, Jean-Pierre Blaser propose plusieurs transformations de l'Observatoire. Cela inclut l'aménagement de locaux thermostatisés, la conversion d'un des trois locaux de la bibliothèque en laboratoire électronique et bureau à dessin, la création d'un plancher dans la salle de chronométrie pour la diviser en deux espaces destinés aux installations chronométriques, l'embellissement du terrain de l'Observatoire à l'occasion du centenaire de l'établissement, et enfin l'acquisition de l'astrolabe Danjon pour participer à l'Année géophysique internationale de 1958[1936].

10.2.2 Inflation du personnel

La troisième chaîne opératoire modifie profondément la pratique quotidienne de l'Observatoire. L'introduction de nouveaux instruments scientifiques transforme les méthodes de travail, conduit à une augmentation des effectifs et à l'intégration de nouveaux corps de métier.

Au début de la période de Guyot, après la suppression du poste d'assistant, l'Observatoire ne compte plus que trois employés : un directeur, un astronome adjoint et un concierge-mécanicien, situation semblable à celle de 1864. Toutefois, cette organisation ne représente pas complètement un retour à la situation antérieure. Pour compenser la disparition d'un quatrième membre du personnel, l'Observatoire fait appel à des « *étudiants* [qui] *prêtent leur concours lorsque le travail abonde ou lors d'absences du directeur ou de*

[1935] RD 1955, pp. 3-4.

[1936] « Séance de la commission de l'Observatoire, de mercredi 25 janvier 1956 », *Procès-verbaux des séances de la commission de l'Observatoire – 1956-1959*, AEN, 1EP-353, pp. 3-4.

M. Zimmerli. Un des étudiants, M. Sandoz, fait les observations depuis quatre ans. Un autre, M. Bader, est occupé aux travaux de bureau ou au séismographe »[1937]. Ce recours au travail intérimaire souligne l'insuffisance des effectifs pour répondre à toutes les missions de l'institution.

Les changements introduits par la troisième chaîne opératoire entraînent une augmentation progressive du personnel. En 1949, l'établissement compte trois membres permanents, renforcés par un assistant surnuméraire. Dès 1950, une cinquième personne est engagée : Renée Grandjean, sténo-dactylographe[1938]. Cette tendance s'accentue pour atteindre, en 1958, un effectif de dix employés, comprenant un directeur, deux directeurs adjoints, un astronome, un électronicien, trois techniciens, un mécanicien-concierge également observateur météorologique, et une sténo-dactylographe[1939]. Avec l'arrivée de Jean-Pierre Blaser en 1955, la structure hiérarchique de l'Observatoire évolue. Désormais, le directeur supervise l'ensemble des activités, assisté de deux directeurs adjoints : Roger Payot, responsable du service chronométrique, et Walter Schuler, chargé de l'astronomie[1940]. Blaser justifie l'élargissement des effectifs par l'introduction des horloges à quartz, expliquant que « *ce nouveau type d'appareils demande une surveillance technique constante et que ce n'est qu'en accroissant son personnel technique que l'Observatoire a pu faire face à ces nouvelles exigences* »[1941].

Enfin, l'analyse des professions exercées par le personnel de l'Observatoire révèle une évolution notable. Si les astronomes continuent d'occuper une place importante, l'introduction de la troisième chaîne opératoire entraîne l'apparition de nouveaux profils professionnels, notamment des techniciens et des électroniciens. Ces changements reflètent l'adaptation aux exigences des nouveaux instruments scientifiques et aux technologies modernes[1942].

1937 « Séance de la commission de l'Observatoire, le mercredi 25 février 1942 », *PVCOC 1939-1955*, AEN, 1EP-352, p. 5.

1938 RD 1950, p. 2.

1939 RD 1958, p. 2. Voir annexe 3 pour constater cette évolution.

1940 RD 1956, p. 2.

1941 « Exposé de M. Jean-Pierre Blaser, directeur », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-301, p. 5.

1942 Cette augmentation des effectifs dans les institutions scientifiques n'est pas une spécificité de Neuchâtel. Elle s'inscrit dans un phénomène global observé après la Seconde Guerre mondiale, comme l'illustrent notamment les travaux de Steven Shapin notamment : Shapin Steven, « Figures de scientifiques », Bonneuil Christophe et Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences*…, pp. 26-45.

10.2.3 Croissance du nombre de membres de la commission

Cette période de transformation affecte également la commission de l'Observatoire. Avec la mise en réseau de l'institution, sa composition s'élargit pour inclure des acteurs collaborant étroitement avec l'établissement.

En 1940, la commission se compose encore de huit membres : les conseillers d'État Jean Humbert (Industrie) et Antoine Borel (Instruction publique), Paul Berner, directeur à la retraite de l'École d'horlogerie de La Chaux-de-Fonds, Gustave du Pasquier, professeur de mathématiques, ainsi que les horlogers Marc Inaebnit, Charles-Albert Vuille et Pierre Huguenin, horloger-technicien à Neuchâtel, et Ernest Juillard en sa qualité de premier secrétaire du département de l'Industrie[1943]. Cette composition montre une structure encore analogue à celle de 1934, soulignant une certaine continuité institutionnelle et la prédominance des représentants de l'horlogerie.

En 1950, la commission de l'Observatoire compte désormais quinze membres : Jean Humbert, Camille Brandt (1884-1971)[1944], conseiller d'État chargé de l'Instruction publique, premier socialiste à accéder à l'exécutif cantonal neuchâtelois, Gustave du Pasquier, Pierre Huguenin, Samuel Guye, directeur de l'École d'horlogerie de La Chaux-de-Fonds, des industriels Marc Inaebnit, du Locle et membre de la commission depuis 1916, Gaston Nardin, du Locle, de Georges Ditesheim et de Louis Huguenin de La Chaux-de-Fonds, de Sydney de Coulon, dont nous déjà vu le rôle dans la constitution de la troisième chaîne opératoire, ainsi que des professeurs Eugène Wegmann (1896-1982)[1945], Félix Fiala (1913-1967)[1946] et Jean Rossel, respectivement professeurs de géologie, de mathématiques supérieures et de physique à l'Université de Neuchâtel et d'Ernest Juillard[1947]. Les horlogers, portant désormais le titre « d'industriels » dans la liste des membres de la commission, demeurent bien représentés, mais la place des scientifiques augmente notablement. En 1961, la

[1943] RD 1940, p. 2.

[1944] Perrenoud Marc, « Brandt, Camille », *DHS,* version du 07.01.2003. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006068/2003-01-07/, consulté le 31.03.2023.

[1945] Schaer Jean-Paul, « Wegmann, Eugène », *DHS*, version du 04.01.2013. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/044411/2013-01-04/, consulté le 19.01.2023.

[1946] Sur Félix Fiala : Grize Jean-Blaise, « Félix Fiala : 1913-1967 », *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil* [Actes de la Société helvétique des sciences naturelles. Partie scientifique et administrative] ou [Atti della Società elvetica di scienze naturali], 148, 1968, pp. 187-188.

[1947] RD 1950, p. 2.

commission est constituée de seize membres : Fritz Bourquin (1916-1978)[1948], conseiller d'État socialiste de 1960 à 1970 au département de l'Industrie (au préalable de la Justice), syndicaliste, secrétaire de la Fédération des ouvriers du bois et des bâtiments (FOBB) et fondateur de la première caisse de chômage en Suisse pour les travailleurs saisonniers, Gaston Clottu (1912-1995)[1949], conseiller d'État de 1953 à 1969, notamment responsable du département de l'Instruction publique, avocat et notaire, membre du parti libéral et directeur de la Caisse cantonale d'assurance populaire, des industriels Marc Inaebnit, de Samuel Guye, de Sydney de Coulon, de Louis Huguenin, des professeurs Eugène Wegmann, Félix Fiala et Jean Rossel, enfin de Pierre Béguin, directeur technique au Locle, d'André Sandoz (1911-2006)[1950], président du Conseil communal de La Chaux-de-Fonds après avoir été conseiller d'État, chargé du département de la Justice et de l'Industrie et de ce fait de l'Observatoire, de Jean-Pierre Blaser, directeur retraité de l'établissement neuchâtelois désormais professeur de physique à l'EPFZ, de Bernard Ditesheim, de l'entreprise Movado à La Chaux-de-Fonds[1951], d'Hans Koenig (1904-1988)[1952], directeur du Bureau fédéral des poids et mesures, d'Alfred Langenberger, directeur des Services des télécommunications des PTT et de Pierre Serment, premier secrétaire du département de l'Industrie[1953]. Désormais, des acteurs fédéraux ont intégré la commission, signe de l'extension des attributions de l'Observatoire, dont l'heure est devenue officiellement l'heure suisse, expliquant la présence de la direction du Bureau fédéral des poids et mesures, et qui contribue au développement de la télécommunication, ce qui justifie la place du représentant des PTT. Cette évolution de la commission illustre celle de l'institution neuchâteloise, de plus en plus insérée dans un réseau mêlant des acteurs scientifiques, des industriels horlogers et des acteurs politiques, aussi bien locaux (avec un conseiller communal de La Chaux-de-Fonds, ville dont l'importance démographique et financière est alors à son apogée dans les années 1960-1970) que fédéraux.

1948 Béguelin Sylvie, « Bourquin, Fritz », *DHS*, version du 14.10.2004. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006071/2004-10-14/, consulté le 31.03.2023.

1949 Klauser Éric-André, « Clottu, Gaston », *DHS*, version du 02.08.2005. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006039/2005-08-02/, consulté le 31.03.2023.

1950 Jeannin-Jaquet Isabelle, « Sandoz, André », *DHS*, version du 27.11.2009. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006054/2009-11-27/, consulté le 19.01.2023.

1951 Sur Movado : Fallet Estelle, « Movado », *DHS*, version du 28.01.2010. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/048895/2010-01-28/, consulté le 19.01.2023.

1952 Sur Hans Koenig : Gorgé Viktor, « König, Hans », *DHS*, version du 02.12.2008, traduit de l'allemand, Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/031918/2008-12-02/, consulté le 19.01.2023.

1953 RD 1961, p. 2.

La commission a désormais pour mandat non seulement de superviser les décisions et les stratégies de développement de l'Observatoire, mais aussi d'intégrer divers partenaires. En revanche, les choix opérationnels relèvent désormais davantage du collège de direction marquant ainsi, dans une certaine mesure, un retour à une plus grande marge de manœuvre que durant les périodes Arndt et Guyot. Certains membres de la commission participent également à l'élaboration de projets spécifiques, comme Sydney de Coulon, responsable du dossier du PZT, ou Pierre Huguenin, horloger-technicien qui prête main-forte au service chronométrique lors de surcharges, apportant ainsi des compétences variées et nécessaires à la marche de l'établissement. Une autre évolution notable du processus décisionnel concerne le contenu des rapports annuels, désormais limité aux informations principales. Cette orientation découle d'une décision prise dès 1934 par la commission de procéder à « *la suppression, dans le rapport imprimé, des passages relatifs aux instruments ; les communications du directeur à ce sujet ne concernent pas le public* »[1954]. Dès lors, les informations relatives sont consignées dans un rapport spécifique destiné uniquement à la commission[1955]. Ce changement reflète l'évolution du rôle de l'instrumentation dans la culture de la précision bureaucratico-scientifique. Les instruments, tout en continuant à remplir des fonctions précises et à produire des résultats, ne garantissent plus directement la réputation de l'établissement. Les fabricants deviennent moins visibles, tandis que l'entretien et les adaptations ne sont presque plus mentionnés. Il ne s'agit plus de détailler les caractéristiques, le fonctionnement ou les adaptations des instruments, mais de soumettre au contrôle de la commission les renseignements permettant de vérifier la bonne marche de l'établissement. Bien que la culture matérielle de l'Observatoire demeure importante, notamment pour le quartz et le PZT, elle est abordée de manière plus concise.

10.3 Mécanique céleste ou physique quantique ?

La troisième chaîne opératoire vise à maintenir la détermination astronomique de l'heure à la pointe. Dès le milieu des années 1950, ce domaine connaît des bouleversements avec l'introduction de la physique quantique

[1954] « Réunion du mercredi 4 avril 1934 », *PVCOC 1927-1934*, AEN, 1EP-352, p. 284.
[1955] Les rapports d'instruments sont conservés aux AEN, sous la cote FO-616.

et de l'une de ses applications pratiques avec les horloges atomiques[1956]. Cette innovation révolutionne les possibilités de précision, surpassant de loin les performances des observations méridiennes. Ainsi, dès 1955, le National Physical Laboratory de Teddington et l'USNO de Washington entreprennent de déterminer une fréquence atomique en fonction du temps des éphémérides (TE), échelle de temps définie par l'année tropique 1900, qui contenait 31 556 925,9747 secondes, servant ainsi pour définir la seconde[1957]. Le TE remplace alors le temps universel (TU), fondé sur la rotation de la Terre, car l'amélioration constante des garde-temps met en évidence des fluctuations du rythme de la révolution terrestre. Le TE est employé comme référence uniquement entre 1960 et 1967. Il est ensuite remplacé par une nouvelle définition de la seconde, basée sur la transition fine de l'atome de césium 133[1958]. Ces développements touchent aussi Neuchâtel, puisque, dans les années 1950, le LSRH construit des étalons atomiques de fréquence, notamment fondés sur le principe du Maser (*microwave amplification by stimulated emission of radiation*) à ammoniaque, puis une horloge atomique au césium[1959].

L'Observatoire entre alors dans une phase de transition, marquée par des avancées simultanées dans les domaines de l'astronomie et du temps atomique, incarnées notamment par le rôle de son quatrième directeur, Jean-Pierre Blaser.

10.3.1 Jean-Pierre Blaser, directeur physicien

À bien des égards, le projet de la troisième chaîne opératoire s'appuie sur une base astronomique, notamment grâce au rôle central du PZT, et porte l'empreinte du troisième directeur, Edmond Guyot. Cependant, ce dernier démissionne le 30 avril 1955, laissant sa place à Jean-Pierre Blaser, dont le profil est radicalement différent. Le court mandat de Blaser met en évidence

[1956] Forman Paul, « The first atomic clock program… ».
[1957] Voir : Guyot Edmond, « L'Observatoire naval de Washington crée un nouveau système de temps uniforme », *La Suisse horlogère*, 15, 9 avril 1959, pp. 378-389.
[1958] Vanier Jacques et Tomescu Cipriana, *The Quantum Physics of Atomic Frequency Standards*, Boca Raton, CRC Press, 2016 ; Vanier Jacques et Audoin Claude, « The classical caesium-beam frequency standard: fifty years later », *Metrologia*, 42, 3, 2005, pp. 31-42 ; Leschiutta Sigfrido, « The definition of the "atomic" second », *Metrologia*, 42, 3, 2005, pp. 10-19.
[1959] RD 1957, p. 7.

que les autorités et la commission envisagent l'avenir de l'institution et de la mesure du temps principalement sous l'angle de la physique.

La transition de l'astronomie pratique vers la physique quantique s'illustre dès la mise au concours du poste de directeur de l'Observatoire, notamment par la description des qualifications requises. Alors qu'une expérience en astronomie était auparavant considérée comme un prérequis indispensable, les exigences se recentrent désormais sur une licence ès sciences ou un diplôme de physicien, idéalement accompagné d'un doctorat ès sciences[1960]. Ce changement reflète une évolution des attentes, passant d'une expertise astronomique dans la mesure du temps à des compétences axées sur la physique. Le parcours de Jean-Pierre Blaser, nommé directeur de l'Observatoire le 22 août 1955, est représentatif de cette mutation[1961]. Il a réalisé des études en physique avec une orientation marquée vers la physique nucléaire[1962]. Diplômé en ingénierie physique avec une spécialisation en physique nucléaire, il poursuit ses études au laboratoire expérimental de physique nucléaire de l'Université de Pittsburgh[1963]. Un article paru dans le quotidien *L'Express* à l'occasion de son engagement souligne déjà ce changement de pratique : « *La science a évolué. L'astronomie classique, celle de position, a fait place à l'astrophysique, et l'astronome est remplacé par le physicien et l'électrotechnicien.* »[1964] Cependant, le mandat de Jean-Pierre Blaser, qui prend fin en septembre 1959, ne marque pas une rupture nette, en partie en raison de sa brièveté[1965].

Lors du centenaire de l'établissement scientifique, Blaser rend hommage aux efforts de ses prédécesseurs et situe l'origine de la transition de l'Observatoire vers de nouvelles approches aux environs de la fin de la Seconde Guerre mondiale. Il met en avant les avancées réalisées dans la conservation de l'heure, en particulier grâce aux horloges à quartz, qui atteignent en 1958 une précision de « *un ou deux cent-millièmes de*

[1960] « Séance de la commission de l'Observatoire, de mercredi 23 février 1955 », *Séances de la commission et procès-verbaux 1949-1955*, AEN, 1EP-352, p. 3.
[1961] RD 1955, p. 3. La direction provisoire de l'établissement est assurée par Roger Payot.
[1962] Bonhôte Daniel, « 5 minutes avec M. Jean-Pierre Blaser, nouveau directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », *L'Express*, 14 décembre 1955, p. 16.
[1963] Bonhôte Daniel, « 5 minutes avec M. Jean-Pierre Blaser, nouveau directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », *L'Express*, 14 décembre 1955, p. 16.
[1964] Bonhôte Daniel, « 5 minutes avec M. Jean-Pierre Blaser, nouveau directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », *L'Express*, 14 décembre 1955, p. 16.
[1965] RD 1959, p. 4.

seconde par jour »[1966]. Profitant de cet événement, Blaser revient sur les développements récents de son institution et salue les performances du PZT, qu'il qualifie d'« *excellents résultats* […]*, que son fonctionnement automatique rend spécialement utile pour un service régulier [et qui] ont pleinement justifié son acquisition* »[1967]. Toutefois, il précise que le PZT est avant tout utilisé pour les besoins du service pratique et non pour des recherches scientifiques. Dans ce domaine, Blaser identifie la nécessité de disposer d'un émetteur de fréquences étalons. Ce dispositif requiert, selon lui, « *un laboratoire d'électronique* […] *et un poste d'ingénieur électronicien* »[1968] pour piloter les signaux. Ces transmissions, initiées dès 1957 en collaboration avec Radio-Suisse, ouvrent « *une nouvelle direction de recherches* [sic] »[1969] pour l'Observatoire : la chronométrie électronique. La station permet à l'Observatoire de diffuser ses signaux à des institutions scientifiques internationales, comme le BIH ou d'autres observatoires, mais aussi à des fabriques horlogères, des bureaux de contrôle et d'autres entités souhaitant se synchroniser à l'heure de Neuchâtel. Par ailleurs, l'Observatoire est dorénavant en mesure d'enregistrer quotidiennement « *un grand nombre de signaux horaires du monde entier* »[1970]. Enfin, lors de son discours, Blaser met l'accent sur les perspectives et annonce le développement d'un nouvel instrument scientifique révolutionnaire :

« *Une réalisation récente qui est de la plus haute importance pour l'Observatoire, tant comme centre horaire que pour ses recherches dans le domaine de la géophysique, est l'horloge atomique. Les travaux du Laboratoire suisse de recherches horlogères et de l'Institut de physique de l'Université de Neuchâtel sur la spectroscopie ultra-hertzienne des atomes et des molécules ont permis la construction d'un étalon de fréquence atomique basé sur le maser à ammoniaque. D'une précision dépassant celle des horloges à quartz et même de l'heure astronomique, l'horloge atomique a été régulièrement comparée, dès le début de 1957, à l'heure astronomique déterminée à l'Observatoire et les premiers résultats permettent déjà des conclusions des*

[1966] « Exposé de M. Jean-Pierre Blaser, directeur », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, pp. 4-5.
[1967] « Exposé de M. Jean-Pierre Blaser, directeur », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, p. 5.
[1968] « Exposé de M. Jean-Pierre Blaser, directeur », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, p. 6.
[1969] « Exposé de M. Jean-Pierre Blaser, directeur », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, p. 6.
[1970] « Exposé de M. Jean-Pierre Blaser, directeur », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, p. 6.

plus intéressantes sur la rotation de la Terre et ses variations. Grâce à l'appui de l'industrie horlogère, une telle horloge atomique, actuellement installée à l'exposition de Bruxelles, pourra être mise en service cet automne à l'Observatoire même. »[1971]

Blaser souligne que l'Observatoire dispose d'un équipement idéal, aussi bien pour l'astronomie pratique que pour son service horaire d'une extrême précision, ce qui en fait l'un des « centres principaux de définition de l'heure et des fréquences étalons ». Tout en se réjouissant de cette position stratégique, il adresse un avertissement aux autorités et à l'industrie horlogère, insistant sur l'importance de poursuivre les efforts entrepris jusqu'à présent :

« *Nous voyons que l'Observatoire de Neuchâtel a le privilège de fêter le centième anniversaire de sa fondation en une période de réjouissante prospérité. Il serait toutefois dangereux de croire qu'il suffira, à l'avenir, d'un effort de renouvellement tous les cinquante ans, comme ceci fut le cas dans le passé. Nous sommes inexorablement entraînés aujourd'hui dans une ère de développement technique et scientifique qui ne connaît plus de trève* [sic]. *La destinée des peuples, et de notre industrie cantonale en particulier, sera liée toujours plus à l'effort qui sera accompli dans la recherche scientifique et appliquée, et il sera inévitable de consacrer à ce but de plus en plus d'hommes et de moyens financiers. Si l'Observatoire peut contribuer par ses faibles moyens à ce renouvellement urgent de notre industrie, il ne fera qu'accomplir la tâche qui lui a été fixée, il y a cent ans déjà, par des esprits clairvoyants.* »[1972]

Les propos de Blaser révèlent une grande lucidité, en particulier vis-à-vis du développement de l'horlogerie neuchâteloise, qui investit insuffisamment dans la recherche. Cette inertie conduira à son dépassement par l'industrie japonaise dans le domaine du quartz.

Lors du centenaire de l'Observatoire, André Sandoz, conseiller d'État de 1953 à 1960, affirme que les autorités sont pleinement conscientes des transformations en cours dans le domaine de la mesure du temps. Il établit un parallèle entre le parcours d'Adolphe Hirsch, astronome que le Canton avait réussi à « *détourner* […] *de son orbite naturel* [sic] *qui le menait de*

[1971] « Exposé de M. Jean-Pierre Blaser, directeur », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, p. 7.
[1972] « Exposé de M. Jean-Pierre Blaser, directeur », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, p. 8.

Berlin à Paris »[1973] et celui de Blaser, lorsque la « *République neuchâteloise vit revenir à elle, pour reprendre la direction vacante de son observatoire, un des siens que ses mérites avaient momentanément transplanté de Zurich aux États-Unis d'Amérique* »[1974]. Sandoz souligne que cette transition marque « *à nouveau au seuil d'une ère d'intense activité dans le domaine de la recherche scientifique* »[1975] et constitue « *une chance insigne* »[1976] pour Neuchâtel et son Observatoire, qu'il considère comme une « *pièce maîtresse de son équipement scientifique et de son développement industriel* »[1977].

Blaser ne restera que peu de temps au sein de l'établissement, de 1955 à 1959. La transition entre la mécanique céleste et les technologies quantiques sera pleinement effective sous la direction de Jacques Bonanomi, cinquième directeur de l'Observatoire, au sujet duquel nous ne nous étendrons pas puisqu'il constitue une nouvelle page de l'histoire de l'institution.

10.3.2 L'astrolabe Danjon

Blaser a réalisé plusieurs développements et n'a pas délaissé l'astronomie pratique, comme en témoigne l'installation d'un astrolabe Danjon. Au milieu des années 1950, certains observatoires, membres du BIH, sont sollicités pour participer à la détermination des longitudes et des latitudes dans le cadre de l'Année géophysique internationale (1957-1958), une vaste opération scientifique visant à observer et mesurer des phénomènes simultanément à l'échelle mondiale[1978]. Blaser, membre du comité helvétique d'organisation, perçoit cette initiative comme une « *occasion exceptionnelle de coopérer à des travaux scientifiques importants sur le plan mondial* »[1979], contribuant à

[1973] « Discours de M. André Sandoz », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, p. 8.
[1974] « Discours de M. André Sandoz », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, p. 9.
[1975] « Discours de M. André Sandoz », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, p. 9.
[1976] « Discours de M. André Sandoz », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, p. 9.
[1977] « Discours de M. André Sandoz », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, p. 8.
[1978] Sur l'Année géophysique : Kohut Matthew, « Shaping the space age: the international geophysical year », *ASK Magazine*, 32, 2008, pp. 29-30 ; Korsmo Fae, « The genesis of the international geophysical year », *Physics Today*, 60, 7, 2007, pp. 38-43.
[1979] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant octroi d'un crédit pour l'extension des installations scientifiques de l'Observatoire cantonal et la rénovation de la maison d'habitation du directeur » *BOGC*, 122, 1956-1957, pp. 579-585, p. 580.

la renommée de l'Observatoire. Cependant, cette participation soulève des problèmes pratiques liés à la géographie des lieux d'observation :

« *Or, l'exécution d'un programme de recherches, en particulier sa participation à l'opération mondiale de détermination des longitudes et des latitudes, est rendue très difficile étant donné le petit nombre d'observations possibles en hiver à Neuchâtel. Ce problème n'est pas nouveau puisque l'établissement d'une station secondaire avait été étudié par l'Observatoire de Neuchâtel pendant les années 1911 à 1914. La Première Guerre mondiale a mis fin à ce plan qui, pour l'époque, ne manquait certes pas d'audace.* »[1980]

Cet hommage discret à Arndt aurait même pu remonter à plus loin, la question de l'emplacement de l'institution ayant préoccupé les esprits depuis sa fondation. À cette occasion, les agrandissements réalisés dans le cadre du projet de 1948 sont aussi jugés « *trop modeste*[s] »[1981] par Jean-Pierre Blaser. Ce dernier propose d'aller plus loin, évoquant la possibilité de construire une petite station d'observation pour échapper au brouillard de Neuchâtel[1982]. Cette station est destinée à accueillir un astrolabe Danjon, acquis en 1956 grâce à un subside du Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS)[1983]. Cet instrument permet de réaliser des déterminations de l'heure et de la latitude en se servant de la méthode des hauteurs égales ou méthode de Gauss[1984]. Il s'agit d'un instrument zénithal visuel, parfois considéré comme le « concurrent » du PZT[1985], reposant non sur la photographie, mais sur la réflexion des fils sur un bain de mercure. L'Observatoire de Neuchâtel a commandé cet instrument à la maison Levallois-Perret de Paris (figure 82)[1986].

[1980] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant octroi d'un crédit pour l'extension des installations scientifiques de l'Observatoire cantonal et la rénovation de la maison d'habitation du directeur » *BOGC*, 122, 1956-1957, pp. 579-585, p. 580.

[1981] « Exposé de M. Jean-Pierre Blaser, directeur », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01, pp. 4-5.

[1982] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant octroi d'un crédit pour l'extension des installations scientifiques de l'Observatoire cantonal et la rénovation de la maison d'habitation du directeur » *BOGC*, 122, 1856-1957, pp. 579-585.

[1983] RD 1956, p. 4.

[1984] Sur cet instrument et la méthode de Gauss, voir : Debarbat Suzanne, « Méthode de Gauss… ».

[1985] Voir : Blaser Jean-Pierre, « Comparaison de la lunette zénithale photographique et de l'astrolabe Danjon dans le cadre de la réorganisation du service international des latitudes », *Bulletin géodésique*, 59, 1961, pp. 79-85.

[1986] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant octroi d'un crédit pour l'extension des installations scientifiques de l'Observatoire cantonal et la rénovation de la maison d'habitation du directeur » *BOGC*, 122, 1956-1957, pp. 579-585. L'astrolabe Danjon est acquis grâce à un subside octroyé par le comité financier suisse pour l'Année géophysique internationale, qui soutient également l'engagement d'un membre du personnel chargé d'exploiter cet instrument.

Figure 82. Astrolabe Danjon de l'Observatoire de Neuchâtel, dans la station d'observation de la Vue-des-Alpes. © Archives de la Faculté des sciences, bureau du Laboratoire Temps-Fréquence.

Le choix de l'emplacement de l'astrolabe n'est pas laissé au hasard. À cette fin, la Commission géodésique suisse est une nouvelle fois sollicitée[1987]. Celle-ci recommande de placer l'instrument scientifique en altitude, conformément aux indications contenues dans le rapport du Conseil d'État :

« *Lors de l'acquisition de la lunette zénithale photographique, de 1951 à 1953, la Commission géodésique suisse, se basant sur une étude des conditions météorologiques d'observation, recommanda l'installation de cet instrument à une altitude permettant d'éviter les brouillards hivernaux.* […] *La statistique qui en est résultée a démontré que le nombre de nuits claires durant les mois d'octobre à janvier permettant des observations est en moyenne cinq fois plus élevé en montagne qu'en plaine.* »[1988]

Contrairement à Hirsch, qui s'était fondé sur des données lacunaires, une analyse approfondie conclut à la nette supériorité des sites en altitude[1989]. Près d'un siècle après la fondation de l'Observatoire, son emplacement initial est jugé inadapté à l'utilisation d'un instrument comme l'astrolabe Danjon. Le faible nombre de nuits d'observation, dû au brouillard automnal, n'est plus compatible avec les exigences de rendement et de précision attendues.

La Commission géodésique conclut « *que la situation de la Vue-des-Alpes serait bien meilleure que celle de Chaumont. Le site choisi est le Crêt Meuron, sis sur la commune de Fontaines* »[1990]. La petite station comprend « *d'une part un pavillon destiné à abriter l'astrolabe Danjon et, d'autre part, un chalet en maçonnerie, chauffable, dans lequel seront installés* [sic] *les horloges ; ce chalet sera meublé de lits et d'un équipement de cuisine pour les observateurs* »[1991]. La mise en place de cet espace savant décentralisé est

[1987] « Séance de la commission de l'Observatoire, du mercredi 25 janvier 1956 », *Procès-verbaux des séances de la commission de l'Observatoire – 1956-1959*, AEN, 1EP-353, pp. 4-5.
[1988] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant octroi d'un crédit pour l'extension des installations scientifiques de l'Observatoire cantonal et la rénovation de la maison d'habitation du directeur » *BOGC*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 122, 1956-1957, pp. 579-585, pp. 580-581.
[1989] Sur les montagnes comme lieu de science, voir : Aubin David, Bigg Charlotte et Felsch Philippe, « Introduction: the laboratory of nature – Science in the mountains », *Science in Context*, 22, 3, 2009, pp. 311-321.
[1990] « Séance de la commission de l'Observatoire, du mercredi 15 février 1956 », *Procès-verbaux des séances de la commission de l'Observatoire – 1956-1959*, AEN, 1EP-353, p. 4.
[1991] « Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant octroi d'un crédit pour l'extension des installations scientifiques de l'Observatoire cantonal et la rénovation de la maison d'habitation du directeur » *BOGC*, 122, 1956-1957, pp. 579-585, p. 585.

rendue possible grâce à la transmission de l'heure, qui permet de comparer les résultats de l'astrolabe avec ceux du PZT[1992].

Preuve d'une volonté de développer une véritable annexe, cette construction est également destinée à «*permettre le transfert de la lunette zénithale photographique dans cette station de montagne*»[1993]. L'utilisation conjointe du PZT et de l'astrolabe Danjon marque la fin définitive de l'emploi du cercle méridien SIP: «*Le local qui abritait auparavant la lunette méridienne a été transformé en atelier. La lunette méridienne a dû, à cet effet, être démontée et entreposée au Pavillon Hirsch.* […] *L'instrument* […] *fut mis hors service après que l'ont eût* [sic] *constaté d'assez grands écarts par rapport aux résultats du PZT et de l'astrolabe Danjon; ces défauts n'étaient d'ailleurs pas imputables à l'instrument lui-même, mais à son emplacement à l'intérieur d'un bâtiment chauffé.*»[1994]

Toutefois, la prédominance de l'astrolabe et du PZT sur le cercle méridien va se révéler de courte durée. En 1965, le rapport annuel se montre défavorable à la poursuite de l'usage de l'astrolabe et de la station d'observation de la Vue-des-Alpes, en raison des coûts élevés et de données jugées insuffisamment précises:

«*L'expérience a montré que l'exploitation de cet instrument est onéreuse et que, d'autre part, les résultats ne présentent pas l'intérêt que l'on était en droit de prévoir en 1958.* […] *Ainsi, depuis 1960, les résultats de l'astrolabe étaient uniquement utilisés pour la détermination de l'heure et de la latitude, domaine dans lequel le PZT possède une précision supérieure.* […] *Nous avons décidé, en été 1965, d'arrêter les observations à notre station de la Vue-des-Alpes.*»[1995]

L'abandon de la station de la Vue-des-Alpes et la destruction de la salle méridienne marquent symboliquement la fin de la détermination astronomique de l'heure à l'Observatoire. Ces dernières tentatives peuvent être considérées comme les ultimes soubresauts d'un observatoire astronomique, tel qu'il a fonctionné durant un peu plus d'un siècle. Elles ouvrent la page d'un nouveau chapitre de l'histoire de l'institution, qui, tout en conservant le nom

[1992] Blaser Jean-Pierre, «Comparaison de la lunette zénithale photographique et de l'astrolabe Danjon dans le cadre de la réorganisation du service international des latitudes», *Bulletin géodésique*, 59, 1961, pp. 79-85.
[1993] «Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant octroi d'un crédit pour l'extension des installations scientifiques de l'Observatoire cantonal et la rénovation de la maison d'habitation du directeur» *BOGC*, 122, 1956-1957, pp. 579-585, p. 585.
[1994] RD 1961, p. 5.
[1995] RD 1965, p. 6. L'astrolabe Danjon est vendu à l'Observatoire de Paris en décembre 1968 (RD 1968, p. 7).

d'observatoire, se transforme en un laboratoire consacré au temps-fréquence. Son rôle ne consiste plus à observer les étoiles et l'infiniment grand, mais à se concentrer sur les atomes et l'infiniment petit, tout en demeurant un établissement se consacrant avant tout à la mesure du temps.

*****

Les nouvelles technologies modifient profondément les pratiques scientifiques, les espaces savants et la culture de la précision au sein de l'Observatoire. L'automatisation des instruments, accompagnée de l'élimination progressive du facteur humain dans l'élaboration des données, se concrétise, sans toutefois réduire le temps de travail ni le nombre de personnels nécessaires. L'activité quotidienne évolue, s'apparentant désormais davantage à celle d'un laboratoire principalement animé par des techniciens et des physiciens, plutôt que par des astronomes travaillant dans un observatoire.

La troisième chaîne opératoire marque une phase de transition accompagnée de profonds changements dans le domaine de la mesure du temps. Ce phénomène, qui dépasse largement l'institution neuchâteloise, affecte l'ensemble de l'astronomie et de la physique quantique, la seconde étant progressivement redéfinie en fonction du temps atomique, plutôt qu'en référence à la mécanique céleste. Cette évolution se reflète également sur le plan instrumental : la troisième chaîne opératoire repose sur des technologies concurrentes, combinant certains instruments des deux premières chaînes, tels que les pendules mécaniques et le cercle méridien, tout en intégrant les horloges à quartz et le PZT. Cependant, les innovations technologiques s'imposent rapidement, démontrant leur supériorité sur la durée et reléguant progressivement les anciens dispositifs au rang d'objets patrimoniaux.

Cette période de rupture paradigmatique dans la mesure du temps a rendu possible la continuité entre le temps des astronomes et celui des physiciens quantiques. La troisième chaîne opératoire a permis à l'Observatoire de préserver son savoir-faire et son expertise dans le domaine qui constitue son excellence depuis sa fondation : la mesure du temps. À bien des égards, le quartz peut être considéré comme le précurseur du temps atomique, tandis que le PZT a ouvert la voie à des moyens de contrôle encore utilisés aujourd'hui, notamment par satellite, pour mesurer les variations des périodes de rotation de la Terre et corriger ainsi le temps universel coordonné (UTC). Contrairement à d'autres observatoires, comme celui de Genève qui s'est recentré sur l'astrophysique, l'Observatoire cantonal de Neuchâtel a choisi de poursuivre son activité dans la mesure du temps.

Conclusion

Nous avons cherché ici à retracer l'histoire d'un établissement scientifique à travers les discours, principalement ceux des directeurs, et la culture matérielle, en particulier les instruments scientifiques, le tout dans un cadre institutionnel clairement défini. L'analyse s'est appuyée sur le concept de culture de la précision, une notion construite au croisement d'acteurs et de réseaux plus ou moins hétérogènes, avec une attention portée aux dimensions politiques, industrielles et scientifiques.

Bien que l'institution soit demeurée en tant que telle au cours du siècle investigué – du milieu du XIX^e^ au milieu du XX^e^ siècle environ –, son fonctionnement, ses activités, ses méthodes et ses objectifs ont constamment évolué au gré des contextes et de la reconfiguration de sa culture de la précision. Ces transformations ont été abordées ici à travers trois figures de directeurs, chacun apportant ses propres perspectives et objectifs, et par l'intermédiaire de trois chaînes opératoires, illustrant des contextes spécifiques qui donnent à voir l'évolution de la mesure du temps sur un siècle. Cette approche se révèle particulièrement adaptée pour explorer les pratiques quotidiennes de l'institution et ainsi appréhender ce que signifie *faire science* à l'Observatoire cantonal de Neuchâtel.

En conclusion de ce travail, nous reviendrons sur certains aspects qui nous paraissent significatifs. Il s'agit notamment de problématiser certaines thématiques transversales et de réfléchir à notre objet épistémique, l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, ainsi qu'à sa place dans les paysages scientifique, horloger et politique, tant à l'échelle neuchâteloise qu'au-delà.

Des savoirs bureaucratiques

Notre étude a porté sur l'évolution de la mesure du temps à l'Observatoire cantonal de Neuchâtel sur un siècle, afin de vérifier notre problématique générale : le passage d'un établissement scientifique à un service bureaucratico-scientifique. Conçu à l'origine selon les critères et les principes de l'astronomie de position, dans une logique disciplinaire, l'Observatoire s'est progressivement transformé en une institution bureaucratico-scientifique. Cette transition s'est accompagnée d'une orientation accrue vers des données destinées à des besoins « utiles », en réponse aux injonctions de rationalisation et de productivité inhérentes au modèle bureaucratique des savoirs.

Les indices de cette transition sont épars et la mutation s'est opérée lentement. Ce processus se fait sous l'impulsion de l'industrie horlogère, qui renforce son influence sur la marche de l'institution. Au tournant du XX^e^ siècle, le nombre de déterminations de l'heure diminue, désormais normé par la culture de la précision bureaucratico-scientifique et par une volonté de rationaliser les méthodes ainsi que l'utilisation des instruments. Dès lors, il ne s'agit plus d'obtenir une plus grande précision et d'améliorer constamment l'instrumentation et les méthodes d'observation, mais d'atteindre un niveau de précision jugé suffisant. Les pratiques de l'établissement sont standardisées, automatisées et régulées, échappant à la gestion du directeur de l'établissement. Elles sont plutôt définies par des règlements établis par la commission de l'Observatoire, puis appliqués par l'aide-astronome, et, plus tard, par un technicien. Ce contexte de rationalisation influe fortement sur les pratiques de l'institution : les instruments doivent atteindre un certain rendement. Ainsi, attester le bon usage de la culture matérielle devient une priorité. Surpassant parfois la poursuite effective des missions de l'Observatoire.

Ce changement ne s'opère pas sans résistance de la part des directeurs, qui ne partagent pas toujours les visions et critères de la commission de l'Observatoire, des autorités politiques et de l'industrie horlogère. Ce champ de tension est particulièrement perceptible sous la direction de Louis Arndt, qui s'efforce de maintenir, souvent avec difficulté, sa position d'astronome orienté vers la recherche, plutôt que de devenir un directeur fonctionnaire au service de l'industrie. Arndt tente par tous les moyens de conserver la mainmise sur le triple réfracteur Zeiss, notamment en menant lui-même des travaux d'astrophysique, malgré son absence de

formation spécifique dans ce domaine et une charge de travail importante liée aux autres activités de l'Observatoire. Bien qu'il lutte pour préserver l'autonomie scientifique de l'institution, le deuxième directeur cherche également à rationaliser et à contrôler les pratiques et son personnel à travers un règlement interne. Cela met en lumière les limites de son autorité et illustre une certaine contradiction : une période où la bureaucratisation de l'institution s'affirme, tout en coexistant avec une volonté de réaffirmer son caractère scientifique.

La mesure du temps : une science monotone et répétitive ?

La mesure du temps est un domaine qui permet aux observatoires de justifier leur existence, grâce à leurs capacités à fournir des renseignements socialement utiles, politiquement stratégiques et économiquement indispensables. Pourtant, ce travail valorise peu les acteurs qui l'accomplissent. La production du temps est une tâche laborieuse et répétitive, mettant durement à l'épreuve les corps et les esprits des astronomes. Maladies, tensions, épuisement, démissions, même un décès, sont autant d'indices de la nature éprouvante de cette mission pour le personnel de l'Observatoire. Vue sous cet angle, la banalité de l'activité scientifique se révèle pleinement. Ce constat invite à réfléchir à l'image que nous avons de la science, souvent associée aux prix Nobel ou à d'autres récompenses pour des découvertes majeures, alors que la réalité concrète est bien souvent très différente. Notre thèse s'est concentrée sur les méthodes d'une institution réalisant une mission savante dans un but pratique. Loin d'un récit glorifiant la science, les archives de l'Observatoire nous plongent dans une lutte quotidienne pour maintenir en état les instruments et les bâtiments, surveiller la hauteur des constructions environnantes, limiter la puissance des explosifs utilisés sur les chantiers proches de la colline du Mail, respecter des routines strictes, gérer les horaires, vérifier un nombre croissant de chronomètres et tenir à jour les registres d'observation, véritables preuves de la réalisation des missions et de la production de l'institution. Ces préoccupations, omniprésentes dans les rapports et la correspondance, révèlent que les directeurs étaient avant tout absorbés par la lutte contre la décrépitude matérielle. Cette observation ne rend pas vain l'intérêt porté à la mesure du temps dans un observatoire ; au contraire, elle offre une opportunité unique de se rapprocher de la pratique effective au sein d'une institution scientifique.

Cette répétitivité de l'activité savante met en lumière une autre vision de la science, à la fois routinière et parfois même ennuyante[1996]. À l'Observatoire de Neuchâtel, l'emploi du temps est administrativement réglé sous la supervision du directeur, afin que l'ensemble des tâches soit accompli dans les délais impartis. La pratique scientifique ne vise pas ici à produire des recherches originales – l'équation personnelle étant une exception notable – ni à découvrir de nouveaux objets célestes. Elle repose plutôt sur une réitération de gestes identiques et la maîtrise de la chaîne opératoire pour consolider la culture de la précision de l'institution. L'objectif de l'Observatoire est avant tout pratique : répondre aux besoins de l'industrie horlogère en certifiant la qualité des produits et en transmettant un signal horaire fiable. Il s'agit de se spécialiser dans une discipline unique, la mesure du temps, et de l'effectuer à la perfection. À cet égard, il convient de reconnaître que l'établissement a rempli sa mission avec brio. Cette réussite, loin d'être triviale, s'est concrétisée dans un environnement où l'Observatoire s'est imposé comme une référence, malgré des moyens humains et matériels bien inférieurs à ceux d'institutions comparables. Cette réussite se reflète dans l'effet durable de la culture de la précision neuchâteloise, qui continue de marquer le microcosme local. Héritée de l'Observatoire, cette expertise s'est perpétuée jusqu'à aujourd'hui, notamment dans les domaines de la mesure du temps et de la microtechnique, soulignant l'importance de l'action de l'État et d'une institution scientifique dans la constitution de savoir-faire spécifiques et durables. Malgré les contraintes incessantes, les ressources limitées et la répétition des mêmes gestes jour après jour, année après année – et sans doute grâce à cette abnégation –, l'Observatoire a laissé un héritage vivace au sein de l'Arc jurassien. Dans cette région éloignée des grands axes de communication, il a contribué à forger une identité fondée sur la haute précision, ce qui constitue une véritable réussite, loin d'être une évidence.

[1996] Un article de Donnelly souligne à quel point l'ennui de la science est une thématique très peu envisagée dans l'histoire des sciences : Donnelly Kevin, « On the boredom of science: positional astronomy in the nineteenth century », *British Journal for the History of Science* 47, 2014, pp. 479-503.

Un service de l'État horloger – Innovation et horlogerie

Dans ce travail, la relation entre État, science et industrie a été placée au cœur de l'analyse afin de saisir les dynamiques à l'œuvre au sein de l'Observatoire. Fondé par l'État, l'établissement a pour mission de soutenir l'horlogerie neuchâteloise afin de la positionner sur un pied d'égalité avec ses concurrentes genevoise, anglaise et française. Il doit être envisagé comme un maillon d'une politique d'innovation en faveur de l'industrie horlogère locale. Cependant, se pose la question de l'influence réelle de l'Observatoire et de son effet sur les produits horlogers. S'il est indéniable que les bulletins de marche, attestant de la qualité des chronomètres, offrent une valeur commerciale aux horlogers, quelle est l'influence concrète d'une institution scientifique de haute précision sur l'horlogerie de l'Arc jurassien ? La fondation de l'Observatoire a sans doute favorisé l'implantation de la Fabrique de télégraphes et d'appareils électriques de Matthaüs Hipp, mais celle-ci n'est-elle pas l'exception qui masque un effet plus limité ? Tout au long de l'existence de l'Observatoire, trouver des horlogers prêts à se charger de la manutention des pendules astronomiques s'est révélé une gageure. Plus encore, si le concours horloger de la fondation a permis à l'Observatoire de se doter de garde-temps de qualité (avec seulement quatre horlogers neuchâtelois participants), aucun horloger local n'a réussi à satisfaire durablement les critères de précision requis pour les renouvellements et acquisitions. Les tentatives de Zénith, principalement portées par Charles Rosat, ainsi que la pendule de Hipp, apparaissent comme des exceptions plutôt que des exemples d'une norme établie. Dès lors, l'émulation scientifique et technique générée par l'Observatoire reste relativement limitée sur ce point. De plus, les critères permettant d'obtenir des bulletins de marche sont souvent négociés avec les horlogers, par l'entremise de la commission de l'Observatoire, à un niveau accessible pour la majorité des chronomètres. Quant aux concours de chronométrie, les produits déposés, les fameuses « bêtes de concours », sont des pièces uniques, conçues pour remporter des prix plutôt que pour être industrialisés. Ces chronomètres bénéficient de réglages méticuleux et prolongés, sans que cela n'impacte nécessairement le reste de la production horlogère. Le développement des technologies quartziques à l'Observatoire, lancé en Suisse dans les années 1940, illustre également le désintérêt de l'industrie horlogère pour l'innovation. Malgré les recherches menées dans ce domaine, le transfert de compétences et l'application du quartz à l'horlogerie suisse sont restés pratiquement inexistants. Ironiquement, vingt-cinq ans

plus tard, ce sont des concurrents japonais – initialement sous-estimés par l'horlogerie suisse – qui exploiteront ces technologies, fragilisant une industrie helvétique qui, aux XVIII^e^-XIX^e^ siècles, avait su miser sur l'innovation organisationnelle et l'acquisition de connaissances pour surpasser l'horlogerie anglaise et française. En définitive, la culture de la précision promue par l'Observatoire n'a touché qu'une partie de l'industrie horlogère.

Chaînes opératoires : outil d'analyse de la bureaucratisation des savoirs

Étudier un objet complexe comme les cultures de la précision qui intègrent des dimensions matérielles, spatiales, humaines, épistémiques et symboliques, à travers le cas d'une institution scientifique, a imposé de configurer une méthodologie d'analyse spécifique pour en saisir les contours, les particularités et les évolutions. Pour ce faire, nous avons mobilisé le concept de chaîne opératoire, permettant une investigation détaillée des pratiques liées à la mesure du temps à l'Observatoire, à différentes périodes représentatives. La chaîne opératoire, composée d'une succession d'opérations instrumentales, pratiques, statistiques et mathématiques, offre une perspective sur la culture matérielle d'une institution en tant que globalité fonctionnant en réseau. L'avantage de cette approche réside dans sa capacité à « fixer » l'état de l'Observatoire à un moment spécifique. Cet outil nous a permis d'aborder notre problématique principale – la transition d'une institution scientifique vers un modèle bureaucratico-scientifique – et d'en observer les modalités concrètes. La sélection de trois moments clés, correspondant à trois chaînes opératoires, nous a fourni l'opportunité d'enquêter sur la transformation instrumentale, épistémique et pratique de la fabrique de l'heure. Ainsi, la chaîne opératoire devient un outil comparatif, mettant en lumière les changements survenus au sein de l'institution scientifique. De surcroît, le besoin d'expliquer chaque relation entre les différentes opérations a exigé une compréhension détaillée de leur fonctionnement, conférant une dimension heuristique à cette méthode, permettant d'aller plus loin dans l'analyse. Enfin, la représentation visuelle des chaînes opératoires apporte une synthèse facilitant la lecture et la compréhension des pratiques et de la culture matérielle de la mesure du temps à l'Observatoire à une période donnée.

L'étude de l'évolution des chaînes opératoires présente plusieurs défis, notamment pour les périodes les plus récentes, où la multiplication des

opérations rend nécessaire une simplification des visualisations pour demeurer lisible. Cet aspect, en soi, ne serait pas problématique si la diminution des sources matérielles et archivistiques ne venait pas compliquer l'analyse.

Ces transformations témoignent des conceptions évolutives par rapport aux buts initiaux fixés lors de la fondation de l'Observatoire. L'analyse des adaptations de la chaîne opératoire permet d'explorer les mécanismes de bureaucratisation de l'institution et d'aborder les crises de l'Observatoire avec un regard plus large, dépassant une simple focalisation sur les lacunes du deuxième directeur. Ainsi, bien que la chaîne opératoire se rapproche des conceptions latouriennes, son application à l'étude d'une institution scientifique représente, à notre avis, l'avantage de proposer une méthodologie d'analyse concrète.

Demeurer au « faîte de l'état de la science »

Tout au long de son existence, l'Observatoire a poursuivi un objectif clair : rester à la pointe de la technologie. Pourtant, cette notion n'a jamais été véritablement définie, oscillant entre une stratégie discursive et à une action concrète, incarnée par les instruments scientifiques de l'institution. Il est donc pertinent de s'interroger sur ce que cette ambition représente pour les acteurs aux différentes périodes de l'histoire de l'Observatoire. Lors de sa fondation, Hirsch cherche à établir une chaîne opératoire au niveau des meilleurs observatoires internationaux, afin de positionner l'institution parmi les références scientifiques reconnues. Cette ambition passe par l'introduction de la chronographie et entraîne un dépassement budgétaire important. Pour lui, être à la pointe de la science implique de s'équiper d'instruments scientifiques par les meilleurs fabricants, le prestige des constructeurs étant alors directement lié à l'excellence scientifique. Au début du XX^e^ siècle, les modifications apportées au cercle méridien traduisent une évolution : sélectionner un fabricant renommé n'est plus un prérequis absolu. L'accent est désormais mis sur la disponibilité d'accessoires spécifiques, comme le micromètre impersonnel et un entraînement motorisé du fil du micromètre pour conserver une chaîne opératoire performante. Le changement est encore plus frappant avec la troisième chaîne opératoire où la volonté de demeurer en tête des institutions mondiales actives dans la mesure du temps justifie des investissements importants. Le PZT revêt alors une importance centrale, non pas tant pour son fonctionnement immédiat que pour ses potentiels d'amélioration future. Demeurer à la pointe repose sur un équilibre entre

un discours porté, les ambitions affichées à l'extérieur et sur une culture matérielle adéquate devant s'adapter aux contextes.

Un manque d'investissement chronique

L'Observatoire cantonal de Neuchâtel a été conçu par l'État et pensé en tant que maillon d'une politique industrielle. Dès lors, il n'est pas surprenant que la santé financière de l'État, dont la dépendance à l'industrie horlogère s'accroît tout au long de la période étudiée, ait eu une influence directe sur la marche de l'établissement. Durant toute son existence, l'institution scientifique a dû composer avec un manque d'investissement chronique, obligeant ses directeurs à saisir les rares opportunités pour développer l'établissement et renouveler sa culture matérielle. Ainsi, lors de la mise en place de la première chaîne opératoire, l'Observatoire bénéficie d'un excédent budgétaire, offrant une marge de manœuvre que le directeur parvient à exploiter. Après cinquante années sans véritables investissements, l'établissement reçoit un legs notable d'Adolphe Hirsch, permettant de mettre en place la deuxième chaîne opératoire et de créer une section vouée à l'astrophysique. Cependant, ces transformations ne s'accompagnent pas d'une adaptation suffisante du personnel, empêchant l'institution de tirer pleinement parti des évolutions. Les difficultés financières de l'entre-deux-guerres, marquées par des crises économiques à répétition, plongent ensuite l'Observatoire dans une période de remise en question profonde, débouchant même sur des débats qui envisagent sa suppression.

La troisième chaîne opératoire est rendue possible par le dynamisme économique de l'industrie horlogère après la Seconde Guerre mondiale, ainsi que par la crainte des horlogers neuchâtelois d'être surpassés par leurs concurrents genevois. Sous l'impulsion des organisations faîtières de l'horlogerie, les moyens financiers augmentent considérablement, ces dernières acceptant d'investir directement dans l'acquisition de nouveaux instruments scientifiques. Toutefois, ce soutien, guidé par des intérêts spécifiques, se limite aux domaines ayant une incidence sur l'horlogerie, entraînant l'abandon progressif des autres missions de l'Observatoire. Le PZT et les horloges à quartz servent avant tout à valoriser les bulletins de marche et à renforcer la réputation de l'institution.

L'Observatoire cantonal de Neuchâtel doit constamment composer avec un manque de moyens et trouver des solutions pour y remédier. Le moindre

changement instrumental est soigneusement réfléchi et, parfois, soumis à l'approbation du Parlement neuchâtelois, même pour des acquisitions modestes, comme la pendule Kutter en 1879. Alors que l'horlogerie aspire aux premières places dans les concours de l'Observatoire et valorise ses bulletins de marche, l'établissement lutte pour conserver ses murs en bon état et préserver ses instruments scientifiques des affres du temps. La culture de la précision de l'Observatoire se déploie ainsi au cœur d'une contradiction : d'un côté, la volonté de maintenir une institution scientifique au faîte de la technologie et de la science, produisant quantité de données précises ; de l'autre, un manque chronique d'investissements de la part des autorités politiques et un engagement limité de l'industrie horlogère.

Vers un modèle de la petite institution scientifique ?

Loin d'un modèle de la science triomphante, l'Observatoire de Neuchâtel incarne une science bureaucratisée, régie par un agenda économico-politique, au sein d'un petit établissement[1997]. Durant la majeure partie de la période étudiée, le personnel de l'institution se limite à deux, voire à quatre employés, chargés de mener à bien l'ensemble des missions. Cette particularité, qui a suscité des tensions à plusieurs reprises comme nous l'avons vu, requiert une autre focale d'analyse que celle généralement appliquée aux grands établissements. Notre recherche a notamment mis en évidence que certains modèles, tels que celui de l'observatoire-usine, doivent être questionnés, car ils ne s'adaptent que partiellement à une structure comme celle de Neuchâtel. Toujours contrainte par une économie des ressources, l'institution doit opérer des choix, cherchant à équilibrer les moyens disponibles et la précision attendue. Cette dynamique plonge l'établissement dans un champ de tension permanent. Bien que rarement considérées, les petites institutions fonctionnent différemment des grandes et constituent pourtant des éléments constitutifs de la science moderne. Indispensables aux États-nations et aux empires, elles accomplissent de nombreuses tâches – cartographie, métrologie, certification, etc. – à moindre coût et servent de soutien aux grandes institutions, leur permettant de se consacrer sur des missions plus prestigieuses.

[1997] Sur la science bureaucratique : Felten Sebastian et Oertzen Christine von, « Bureaucracy as knowledge », *Journal for the History of Knowledge*, 1, 2020, p. 8, pp. 1-16.

Dès lors, notre étude conduit à s'interroger sur la place et le rôle des petites institutions dans le panorama scientifique, en soulevant la pertinence d'introduire un nouveau modèle explicatif pour l'analyse des institutions scientifiques : celui des petites structures. Employée comme catégorie analytique, cette approche pourrait affiner les enquêtes historiques et enrichir notre compréhension des pratiques savantes.

L'élimination des erreurs humaines comme fil conducteur

Une culture de la précision repose sur l'élimination des erreurs. À Neuchâtel, cette quête se focalise particulièrement sur la maîtrise de l'équation personnelle, bien que les autres typologies d'erreur ne soient pas négligées. Cet effort, visant à rendre la production des données indépendante du facteur humain, constitue un fil conducteur de l'histoire de l'établissement. Sous la direction Hirsch, l'établissement s'attache à comprendre et à mathématiser l'équation personnelle, en élaborant une formule destinée à la réduction des erreurs. Cette approche vise à théoriser le phénomène afin de l'intégrer aux calculs. Cependant, face aux incertitudes inhérentes à cette mathématisation, l'institution explore d'autres solutions. Au tournant du XX^e^ siècle, durant la période Arndt, une nouvelle phase s'ouvre : la limitation mécanique de l'équation personnelle à l'aide d'outils comme le micromètre impersonnel et la méthode dite du fil entraîné. L'objectif est alors de minimiser l'influence du facteur humain sur les données horaires. Toutefois, ces innovations s'avèrent insatisfaisantes, requérant des ajustements constants qui risquent de remettre en question la fiabilité des résultats de l'Observatoire. Au milieu du XX^e^ siècle, l'objectif est de supprimer totalement l'acte d'observation de la mesure. Le PZT marque une nouvelle étape : au lieu de contrôler mathématiquement ou techniquement l'équation personnelle, donc d'agir sur l'effet, il vise à en supprimer la cause même – l'acte d'observation. Cette suppression déplace les enjeux de précision vers la mesure des plaques photographiques, qui, pour limiter l'influence humaine, ne peut être confiée qu'à une seule personne. Cela montre que, malgré les efforts pour éliminer le facteur humain de la chaîne opératoire, celui-ci réapparaît ailleurs. De plus, la complexification croissante de la chaîne opératoire conduit à externaliser certaines opérations. Outre l'équation personnelle, d'autres typologies d'erreur restent au cœur des préoccupations de l'établissement neuchâtelois. La maîtrise des

nombreux facteurs est essentielle pour garantir la précision des mesures. Cette pratique savante illustre à quel point la précision et les erreurs sont indissociables. Pour être précis, il faut rendre les mesures prévisibles, ce qui implique de réduire les sources d'erreurs autant que possible et, lorsqu'elles sont identifiées, de les intégrer dans les calculs de réduction des erreurs ou d'adapter les instruments et les pratiques en conséquence.

Une donnée est donc le produit d'une pratique continue, d'une maîtrise des erreurs, et représente une moyenne statistique issue de plusieurs mesures. Cependant, chaque effort pour supprimer une source d'erreur ou aller plus loin dans la précision entraîne l'émergence de nouvelles problématiques, nécessitant de nouvelles recherches et méthodes pour les comprendre et les contrôler. Ainsi, bien que l'Observatoire affiche un désir constant d'éliminer les erreurs afin d'obtenir les données les plus précises possible, l'introduction d'innovations technologiques, comme la photographie, engendre de nouvelles sources d'imprécision. La suppression des erreurs s'avère être une tâche chronophage qui augmente considérablement la charge de travail.

L'échec de l'astrophysique à Neuchâtel

Si l'Observatoire parvient à fonctionner dans ce contexte, le legs de Hirsch, conditionné au développement de l'astrophysique et de la spectroscopie, met en lumière la précarité de cette petite institution scientifique. Ce choix soulève des questions quant aux raisons ayant conduit l'établissement à s'engager dans l'astrophysique, un domaine qui ne figure pas parmi ses attributions originelles centrées sur le soutien à l'horlogerie. Était-ce une réelle volonté de renforcer le caractère scientifique de l'institution ? Une résistance à la bureaucratisation ? Un mauvais calcul ? Une planification défaillante ? Ou encore un manque de soutien de l'État et de l'industrie horlogère ? L'acquisition du triple réfracteur Zeiss implique de nouvelles missions que les trois membres du personnel ne pouvaient assumer. L'astrophysique requiert, il est vrai, des pratiques totalement différentes, nécessitant des adaptations qui excédaient les possibilités d'une institution aussi modeste. Par exemple, dans d'autres observatoires, le traitement des plaques photographiques est confié à du personnel spécialisé qui se consacre à cette tâche chronophage, ce qui n'était pas prévu à Neuchâtel. Pourtant, Hirsch, après plus de quatre décennies à la tête de l'institution, était bien conscient de ces

contraintes. Cette situation nous amène à s'interroger : Hirsch cherchait-il à placer l'État face à ses responsabilités pour permettre le développement de l'Observatoire, ou sous-estimait-il l'implication de l'astrophysique sur une petite institution scientifique ? Quoi qu'il en soit, il est évident que l'acquisition du réfracteur a contribué aux difficultés connues par l'établissement durant les années 1910-1920, plaçant Louis Arndt dans une situation intenable. L'augmentation du nombre de chronomètres déposés, la maladie de l'aide-astronome et un directeur formé à l'astronomie de position plutôt qu'à l'astrophysique sont autant de facteurs qui ont compliqué la situation. Pourtant, les différentes analyses menées par des experts pointent toutes la nécessité d'attacher au moins une personne au service du triple réfracteur, ce qui n'est jamais véritablement effectué. Sachant que l'État neuchâtelois, sujet à des crises économiques chroniques, n'avait pas pour but d'augmenter significativement le personnel de l'Observatoire – dont l'assistant est payé par les intérêts produits par l'héritage Hirsch –, le choix de l'astrophysique semble pour le moins contradictoire et représente en tout cas un mauvais calcul.

Les exigences contenues dans le testament d'Adolphe Hirsch, le manque de vision et de volonté politique, l'absence de soutien de l'industrie horlogère et l'accroissement significatif des missions ordinaires de l'établissement rendent la tâche de Louis Arndt irréalisable. Ces facteurs mettent en péril la chaîne opératoire, déjà soumise à des critères bureaucratiques, et alimentent les critiques concernant un supposé manque de production scientifique. Ainsi, l'échec de l'astrophysique à l'Observatoire cantonal de Neuchâtel est multifactoriel et ne peut être entièrement imputé à la personnalité du deuxième directeur. Le triple réfracteur Zeiss, bien qu'il soit un instrument scientifique emblématique de son époque, n'aura joué qu'un rôle très limité à l'Observatoire.

Vers le temps atomique, vers un observatoire consacré au temps-fréquence

Les années 1960 marquent un tournant majeur pour l'Observatoire cantonal de Neuchâtel et pour la discipline de la mesure du temps. Deux phénomènes convergent pour transformer la place et le rôle de l'institution neuchâteloise : la reconnaissance de son heure, comme celle de la Suisse et le temps atomique.

À cette période, les technologies de la mesure du temps deviennent plus coûteuses et demandent davantage de ressources, plaçant le petit canton de Neuchâtel dans une position inconfortable. Dès le début du XXe siècle, l'État cherche à transformer son Observatoire en une petite institution fédérale. En 1907, le Conseil d'État engage des « *tractations pour la remise de cet établissement scientifique à la Confédération* »[1998] et charge Louis Arndt de dresser un état des lieux des observatoires suisses afin de justifier cette demande, qui reste sans suite[1999]. En 1923, les discussions reprennent avec les autorités fédérales, cette fois sous la pression d'horlogers du canton de Berne, qui souhaitent que l'Observatoire ne soit plus directement rattaché à Neuchâtel pour éviter tout risque de favoritisme. Toutefois, les négociations s'enlisent. Il faut finalement attendre les années 1960 pour que la Confédération reconnaisse officiellement l'heure de l'Observatoire comme référence nationale et accorde une subvention pour contribuer à ses frais de fonctionnement. En réalité, cette reconnaissance officielle constitue une validation a posteriori du caractère national de l'heure neuchâteloise, car, dans les faits, l'administration fédérale, les gares, les bureaux télégraphiques et certaines villes utilisent cette heure depuis le 25 juin 1860. Parallèlement, l'Observatoire reçoit aussi des contributions financières d'acteurs du secteur des télécommunications. Ces financements permettent à l'institution de se développer à une période où les instruments scientifiques, en particulier les horloges atomiques, nécessitent des investissements importants.

La seconde transformation majeure concerne l'ensemble de la mesure du temps. En 1967, une nouvelle définition de la seconde est adoptée, fondée sur l'oscillation des atomes de césium 133. Ce changement, partiellement anticipé par l'Observatoire, qui avait tenté de développer une horloge atomique au thallium, coïncide aussi avec la fin de l'astronomie au sein de l'institution. Les performances des horloges à quartz, puis des horloges atomiques, relèguent rapidement le PZT au rôle d'instrument utile pour l'étude des variations des latitudes, sans plus contribuer à la fabrication de l'heure. Dès lors, l'Observatoire se mue progressivement en laboratoire industriel spécialisé dans le temps-fréquence, participant activement à la recherche et à l'application des innovations quantiques liées au temps atomique. La certification des chronomètres est peu à peu confiée à des bureaux de contrôle sous l'égide du Contrôle officiel suisse des chronomètres (COSC). Par ailleurs, les concours

[1998] Lettre de Quartier-la-Tente à Louis Arndt, 11 avril 1907, BPUN, OBSE-102-48-7.
[1999] Arndt rend compte de son examen lors de la séance du 7 juillet 1907 à la commission de l'Observatoire : « Séance du 8 juillet 1907 », *PVCOC 1901-*…, AEN, 1EP-352, pp. 49-56.

chronométriques sont brutalement interrompus sous la pression des entreprises horlogères japonaises, qui, misant sur le quartz, menaçaient de remporter tous les premiers prix, risquant ainsi de déclasser l'industrie horlogère helvétique. Les missions originelles de l'Observatoire perdent progressivement de leur importance. Pourtant, l'institution parvient à s'adapter en consolidant une position institutionnelle forte, grâce à ses compétences largement reconnues dans la métrologie du temps. Elle se place ainsi favorablement pour affronter la seconde partie du XX^e^ siècle, avec une nouvelle orientation toujours centrée sur la mesure du temps, désormais atomique. Mais ceci est une autre histoire.

Perspectives

Avant de clore notre étude, voici encore quelques remarques sur les perspectives d'élargissement de notre recherche. Tout d'abord, nous ne pouvons qu'appeler de nos vœux la réalisation de chaînes opératoires dans d'autres observatoires ou institutions scientifiques. Ces travaux permettraient de comparer davantage les fonctionnements, les pratiques et les cultures matérielles à travers différents contextes géographiques et historiques.

Au cours de la période étudiée, plusieurs domaines ont été volontairement laissés de côté, car leur traitement nous aurait trop éloignés de notre problématique principale. Parmi ceux-ci, la certification de la qualité des produits horlogers et les concours organisés par l'Observatoire constituent un sujet d'intérêt particulier. Cette dimension fait actuellement l'objet d'une thèse de doctorat menée par ma collègue Amandine Cabrio[2000]. D'autres activités liées à l'institution offriraient également d'excellentes pistes de recherche. Nous pensons ici notamment à l'histoire de la géodésie en Suisse, encore largement inexplorée, qui demeure à écrire. À cet égard, la contribution d'Adolphe Hirsch dans les associations internationales reste à étudier, d'autant plus que de nombreuses sources pertinentes, en particulier celles découvertes aux archives de l'Académie des sciences naturelles à Berlin, sont disponibles. De même, des thématiques telles que la météorologie et la sismologie permettraient d'éclairer davantage l'intégration de l'Observatoire dans les réseaux suisses de collecte de données. Enfin, le corpus d'instruments scientifiques de l'Observatoire constitue une ressource précieuse pour des études historiques et matérielles. Une telle approche offrirait l'opportunité

[2000] Cabrio Amandine, *Un établissement scientifique…*

de mieux comprendre ces artefacts, les pratiques scientifiques ainsi que de les valoriser au sein d'institutions muséales[2001]. À ce propos, soulignons l'importance de préserver ce patrimoine, souvent négligé dans les politiques de protection. Sa sauvegarde repose encore largement sur la volonté et l'engagement de passionnés, un enjeu crucial pour la transmission de cet héritage.

Nous nous sommes principalement concentrés sur la fabrication de l'heure entre la moitié du XIXe siècle et le début des années 1960. Cette période correspond à l'utilisation des techniques astronomiques pour déterminer l'heure. Par la suite, la mesure du temps connaît une rupture profonde, introduisant un nouveau paradigme avec le temps atomique. Si, à bien des égards, la troisième chaîne opératoire prépare cette transition, l'examen détaillé des modalités de cette transformation reste à mener. De même, l'évolution des cinquante années suivantes, durant lesquelles l'Observatoire s'affirme progressivement comme un laboratoire consacré au temps-fréquence, mérite une investigation approfondie. Une telle étude permettrait d'explorer l'application industrielle de plusieurs innovations liées aux horloges atomiques et d'évaluer la place de l'institution dans les politiques d'innovation de la seconde moitié du XXe siècle en Suisse. Cette période voit la mesure du temps devenir un domaine de plus en plus stratégique, avec le développement des télécommunications, de la téléphonie mobile, des satellites et des transports. L'Observatoire s'intègre alors de manière croissante dans un vaste réseau d'institutions et d'entreprises, poursuivant ainsi son rôle initial malgré la rupture paradigmatique dans la mesure du temps. Cette continuité témoigne de la capacité de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel à s'adapter aux nouveaux enjeux scientifiques et technologiques.

[2001] Dans ce but, nous avons par exemple contribué à l'actualisation de l'inventaire des collections du MIH et l'association Automates & Merveilles souhaite réaliser prochainement une exposition sur la thématique de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel.

Postface

Fortement souhaité par les milieux horlogers, l'Observatoire astronomique de Neuchâtel est fondé en 1858 dans le but de transmettre l'heure précise aux industries du canton. Dans un contexte de concurrence accrue, l'Observatoire doit également délivrer des certifications de qualité pour les chronomètres à travers des expertises et l'organisation de concours visant à renforcer la réputation sur les marchés internationaux de la production horlogère neuchâteloise, notamment des montres de marine. La création de l'Observatoire s'inscrit dans le profond renouvellement des institutions politiques suisses au milieu du XIXe siècle. La constitution fédérale de 1848 et la création, la même année, de la République de Neuchâtel attribuent à l'État fédéral et cantonal de nouvelles compétences dans le domaine des infrastructures, posant un cadre pour élaborer une politique économique en faveur de l'industrie. La fondation d'institutions scientifiques, comme l'École polytechnique de Zürich en 1855 et l'Observatoire cantonal de Neuchâtel trois ans après, témoigne d'une nouvelle politique de l'État fédéral et cantonal dans laquelle la science joue un rôle de plus en plus important en soutien de l'innovation.

Quelques années après sa création, l'Observatoire remplit ses objectifs en déterminant l'heure précise qu'il livre ensuite à l'industrie horlogère et en organisant la certification des chronomètres par des expertises et des concours. Mais comment cette institution se met-elle en place et parvient-elle à obtenir la reconnaissance de la communauté scientifique internationale nécessaire à la légitimation de son activité ? Le livre de Julien Gressot répond avec brio à cette question. Par une réflexion autour du concept de la culture de la précision, l'auteur montre que la détermination de l'heure

précise dépend de la combinaison d'une série de facteurs à la fois matériels (les instruments scientifiques), spatiaux (le bâtiment et ses environnements) et humains (l'observateur). En collaborant avec Romain Jeanneret, un excellent conservateur-restaurateur, et en dépouillant un très riche dispositif de recherche, Gressot explore cette culture de la précision à travers un outil heuristique, la chaîne opératoire, qui lui permet de reconstituer le processus de production de la donnée horaire, du passage des étoiles observé par une lunette méridienne aux signaux électriques envoyés à l'industrie horlogère à travers le réseau télégraphique. L'étude de la chaîne opératoire à trois moments de l'histoire de cette institution (1861, 1913, 1954) permet à l'auteur d'observer l'évolution de la culture de la précision nécessaire à la détermination de l'heure sur une longue durée. Le résultat est fascinant et instructif, d'autant plus que Gressot explore la dimension quotidienne, souvent négligée par l'historiographie, de cette culture de la précision, qui se laisse entrevoir dans les pratiques de réparation des instruments, dans la maintenance de bâtiments souvent trop humides ou encore dans la gestion du personnel et dans l'organisation du travail.

La transformation et la mise à jour des chaînes opératoires s'avèrent pourtant difficiles. Maintenir un observatoire à la pointe de l'évolution des techniques astronomiques et chronométriques est très coûteux et la tentation des milieux politiques et industriels de réduire l'activité de l'institution neuchâteloise à une simple administration est forte. Le livre de Gressot montre l'effort des directeurs pour conserver la place de l'Observatoire au sein de la communauté scientifique, en se dotant d'un nouveau pavillon et de nouveaux instruments, grâce au leg d'Adolphe Hirsch, et en renouvelant le parc instrumental dans les décennies qui suivent. L'objectif est d'automatiser la détermination de l'heure afin d'exclure toute erreur humaine. La substitution des instruments nécessite une adaptation des chaînes opératoires, car la précision, comme le montre Gressot, est une valeur relative. Malgré les crises traversées par l'Observatoire, l'activité de détermination scientifique de l'heure à Neuchâtel garde sa place dans la communauté scientifique internationale grâce à l'introduction de nouvelles techniques comme la PZT et les horloges à quartz et, dans les années qui suivent la période considérée par ce livre, au développement des horloges atomiques.

Le livre de Julien Gressot est une contribution novatrice dans l'historiographie sur les observatoires. D'une part, la description de la chaîne opératoire, qui compte peu d'équivalents dans la littérature scientifique, est destinée à devenir une référence pour les recherches sur les pratiques et l'apparat d'observation astronomique. D'autre part, cette étude attire l'attention sur le rôle des

institutions mineures dans l'histoire des sciences. Malgré sa petite taille et ses moyens limités par rapport aux grands observatoires de Paris, Greenwich, Potsdam, Poulkovo ou encore ceux d'Amérique du Nord, Neuchâtel trouve sa place dans la communauté scientifique. Cette intégration interroge et démontre tout l'intérêt de faire une histoire des sciences par les « périphéries ».

Un deuxième aspect important du livre de Gressot nous ramène au rôle de cette institution dans l'histoire scientifique et industrielle de Neuchâtel. Dès ses premières années d'activité, l'œuvre de l'Observatoire dépasse les intentions de ceux qui l'ont voulu. En la personne d'Adolphe Hirsch, le jeune astronome allemand rencontré par Guillaume sur l'Ütliberg, près de Zürich, l'Observatoire de Neuchâtel trouve un directeur qui va jouer un rôle de premier plan dans les sciences de la deuxième moitié du XIXe siècle. À cette période, les recherches dans les laboratoires s'accompagnent d'un intense travail de construction d'une communauté internationale afin de fournir de nouveaux cadres à la communication scientifique, mais aussi de définir les conventions et les standards nécessaires à un monde de plus en plus intégré, dans lequel la collaboration entre science et industrie joue un rôle central. Hirsch est l'un des artisans de cette diplomatie scientifique.

Ce jeune astronome fait partie d'une génération d'immigrés qui contribuera largement au développement des institutions publiques, scientifiques et industrielles de la Suisse moderne. Il arrive à Neuchâtel avec un réseau extraordinaire qui l'inscrit dans l'élite scientifique et intellectuelle de son époque. Beau-frère du rabbin Ludwig Philippson, cousin du politicien Max Hirsch, neveu, après son mariage avec Anna Piaget, de Georg Herwegh, poète de la révolution de 1848, ami de Gottfried Keller et correspondant dans sa jeunesse du philosophe Ludwig Feuerbach ou encore du grand physiologue Émile Du Bois-Reymond, qu'il a rencontré à Berlin, Hirsch sait mobiliser ce réseau et ses compétences sociales lors de ses intenses années d'activité au sein d'organisations scientifiques nationales et internationales. Il sera notamment secrétaire de la Commission géodésique fédérale, de l'Association internationale de géodésie ou encore du Bureau international des poids et mesures. Grâce à l'Observatoire et à son premier directeur, Neuchâtel fait un bond en avant dans la culture de la mesure du temps. À l'excellence et à la montée en puissance de l'industrie horlogère s'ajoute désormais la réputation d'une institution scientifique, dont le directeur signe, lors de la Conférence générale de l'Association internationale de géodésie organisée à Rome le 15 octobre 1883, le rapport qui contribue à trouver le consensus pour l'adoption de Greenwich comme méridien de référence et donc pour l'unification de l'heure.

Il reste toutefois à savoir quelles sont les retombées de l'Observatoire sur la culture technique de la région horlogère, au-delà bien sûr des expertises et des concours, sujets au cœur de la thèse de doctorat en cours d'Amandine Cabrio (Université de Neuchâtel). À partir des années 1860, un environnement technique autour de l'Observatoire se constitue, dont Matthäus Hipp est la figure la plus importante. Cet horloger d'origine allemande, considéré comme l'un des pionniers de l'électrotechnique en Suisse – il recevra un doctorat honoris causa de l'École polytechnique de Zürich en 1875 –, après une parenthèse comme directeur de l'atelier télégraphique à Berne, ouvre la Fabrique de télégraphes et d'appareils électriques à Neuchâtel. Ses chronoscopes, chronographes, pendules de précision et horloges électriques jouent un rôle central dans la mise en place de nouvelles cultures de la précision et dans la conversion de l'heure en signal. Hirsch et Hipp mèneront ensemble, dans les années 1860, des recherches sur l'équation personnelle et sur les temps de réaction qui feront de Neuchâtel l'un des principaux sites de recherche sur la physiologie du cerveau pendant une dizaine d'années. Grâce à Hipp, une nouvelle activité électrotechnique voit le jour dans le canton, activité qui sera reprise par Albert Favarger et Alfred de Peyer. Au-delà de Hipp, d'autres horlogers contribuent, dans les années qui suivent, à la mise en place de la chaine opératoire de l'Observatoire en livrant des pendules, ce qui stimule l'essor d'une horlogerie d'ultra-précision. Le livre de Julien Gressot est destiné à devenir une référence pour l'histoire technique et scientifique du canton de Neuchâtel, en montrant comment se constitue autour de la mesure du temps un environnement technologique et scientifique qui verra se multiplier les instituts de recherche, publics et privés, ainsi que les entreprises innovantes.

Gianenrico Bernasconi
Université de Neuchâtel

Annexes

Annexe 1 – Liste des membres du personnel (1858-1960)

1.1.1 Directeurs

Adolphe Hirsch, 1858-1901.
Louis Arndt 1901-1934.
Edmod Guyot 1934-1955.
Jean-Pierre Blaser 1955-1960.
Jacques Bonanmi, 1960-…

1.1.2 Directeurs-adjoints

Roger Payot, 1956-1959.
Walter Schuler, 1957-…
Fritz Egger, 1960-…

1.1.3 Concierges-mécaniciens

Georges-Louis Droz,1860-1865.
Ruchti, 1865-1872.
Johannes Weisser, 1872.
Fritz Moser, 1874.
Johann Treuthard, 1875.
Numa-Edmond Mentha, 1876.
Ami-Frédéric Richard, 1877-1881.
Frédéric Studer, 1881-1933.
Gérard Borel, 1933-…

1.1.4 Astronome-adjoint (aide-astronome)

Alexandre Schmidt, 1864-1871.
Ernest Becker, 1871-1874.
Julius Franz, 1874-1877.
Wilhelm Meyer, 1877.
Auguste Wilhelm Grützmacher, 1877-1880.
Eugène-Antoine Le GrandRoy, 1880-1881.
Jacob Hilfiker, 1881-1892.
Louis Arndt, 1892-1901.
G. Neuweiler, 1901 à 1902.
A. de Quervain, 1902.
Hermann Stroele, 1902 à 1921 (suppléé par Louis Isely en 1907).
Charles Golaz, 1921.
Hans Odermatt, 1921 à 1935.
Raoul Zimmerli, 1935-1950.
Roger Payot, 1951-1956.

1.1.5 Assistants

Charles Parel, 1912 à 1922.
Edmond Guyot, 1923 à 1934.
Jean Perrenoud, 1947-1948 (surnuméraire).
Roger Payot, 1949-1950 (surnuméraire).
Walter Schuler, 1951-1957 (surnuméraire en 1951, puis titularisé).
Wilhelmine Burgat, 1959-…

1.1.6 Sténo-dactylographe

Marguerite Jacoby, 1924 à 1925.
Olga Schindler, 1925 à 1926.
Philippe Guenot, 1942-1943.

Renée Grandjean, 1949-1953 (titulaire depuis 1951).
Mirella Geninasca, 1953-1954.
Marie-Louise Duret, 1954-1959.
Madeleine Ruch, 1960-…

1.1.7 Technicien

Walter Wenker, 1953-…
Gilbert Udriet, 1955-…
Gilbert Jornod, 1956-…

1.1.8 Observateur surnuméraire

Hans-Beat Wackernagel, 1954-1955.

1.1.9 Électronicien

Jack Rufenacht, 1954-1955.
Charles Wyser, 1956-1958.
Jacques Herminjard, 1959-… (poste intitulé dès 1960 ingénieur-électricien).

1.1.10 Astronome

Mario Cavedon, 1956-1959.

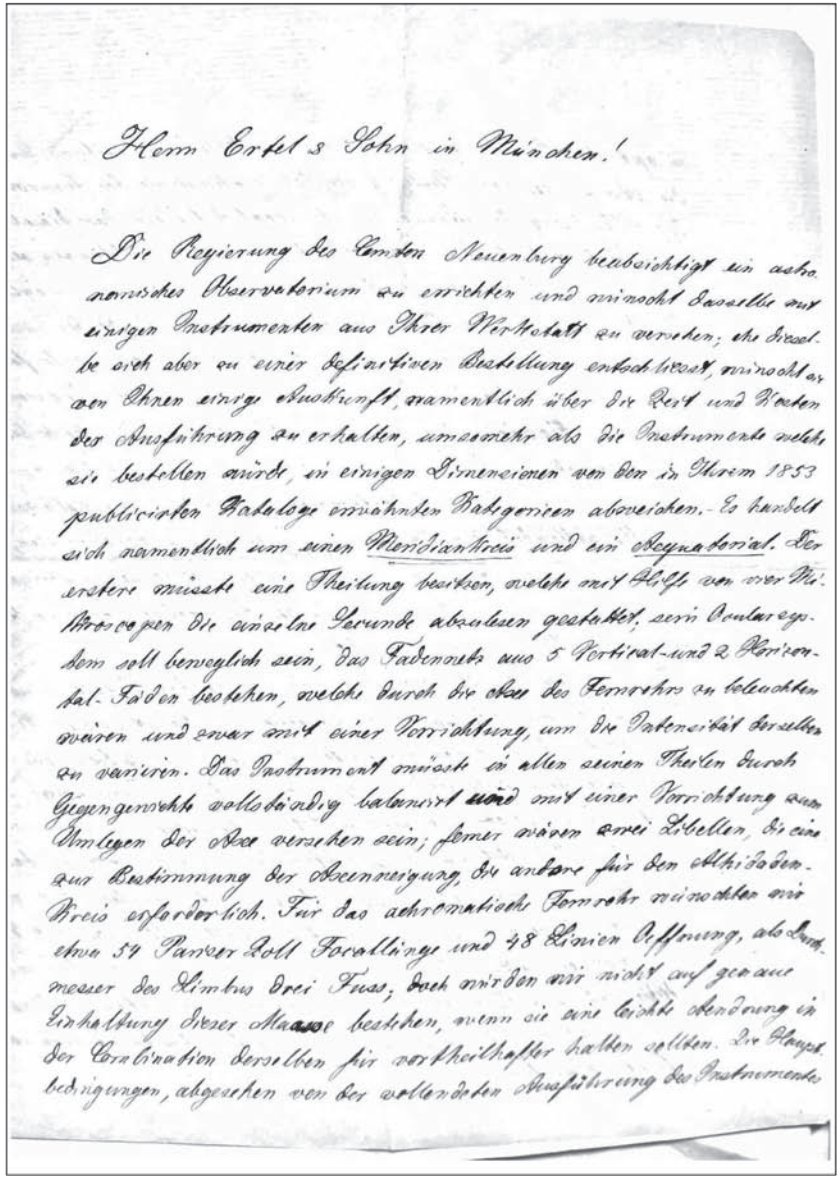
1.1.11 Calculatrice

Else Berner, 1957-…

Annexe 2 – Transcription de correspondance

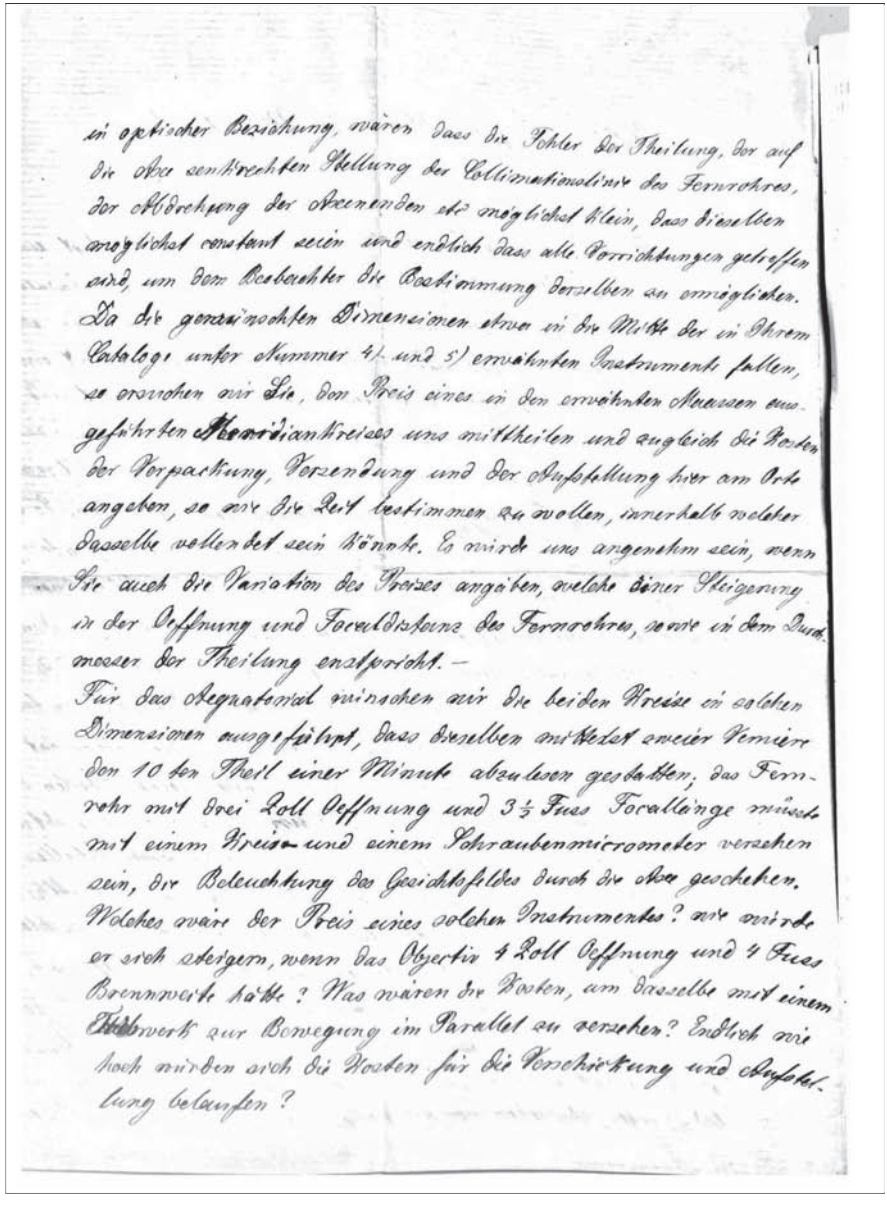
Correspondance entre Adolphe Hirsch et la firme Ertel & Sohn, conservée aux AEN, fonds 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich

1. Lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 27 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.



Herrn Ertel & Sohn in München!

Die Regierung des Cantons Neuenburg beabsichtigt ein astronomisches Observatorium zu errichten und wünscht dasselbe mit einigen Instrumenten aus Ihrer Werkstatt zu versehen; ehe dieselbe sich aber zu einer definitiven Bestellung entschliesst, wünscht sie von Ihnen einige Auskunft namentlich über die Zeit und Kosten der Ausführung zu erhalten, umsomehr als die Instrumente welche sie bestellen würde, in einigen Dimensionen von den in Ihrem 1853 publicirten Katalogs erwähnten Kategorien abweichen. - Es handelt sich namentlich um einen Meridiankreis und ein Aequatorial. Der erstere müsste eine Theilung besitzen, welche mit Hilfe von vier Mikroscopen die einzelne Secunde abzulesen gestattet, sein Centralgewicht soll beweglich sein, das Fadennetz aus 5 Vertical- und 2 Horizontal-Fäden bestehen, welche durch die Axe des Fernrohrs zu beleuchten wären und zwar mit einer Vorrichtung, um die Intensität derselben zu variiren. Das Instrument müsste in allen seinen Theilen durch Gegengewichte vollständig balancirt wird mit einer Vorrichtung zum Umlegen der Axe versehen sein; ferner wären zwei Libellen, die eine zur Bestimmung der Neigung, die andere für den Höhenkreis erforderlich. Für das achromatische Fernrohr wünschte sie etwa 54 Pariser Zoll Focallänge und 48 Linien Oeffnung, als Durchmesser des Limbus drei Fuss; doch würden sie nicht auf genaue Einhaltung dieser Maasse bestehen, wenn sie eine leichte Abänderung in der Combination derselben für vortheilhafter halten sollten. Die Preisbedingungen, abgesehen von der vollendeten Ausführung des Instrumentes



in optischer Beziehung, wären dass die Fehler der Theilung, der auf die Ober senkrechten Stellung der Collimationslinie des Fernrohres, der Abdrehung der Axenenden so möglichst klein, dass dieselben möglichst constant seien und endlich dass alle Vorrichtungen getroffen sind, um dem Beobachter die Bestimmung derselben zu ermöglichen. Da die genannten Dimensionen etwa in die Mitte der in Ihrem Cataloge unter Nummer 4) und 5) erwähnten Instrumente fallen, so ersuchen wir Sie, den Preis eines in den erwähnten Maassen ausgeführten Meridiankreises uns mittheilen und zugleich die Kosten der Verpackung, Versendung und der Aufstellung hier am Orte angeben, so wie die Zeit bestimmen zu wollen, innerhalb welcher dasselbe vollendet sein könnte. Es wird uns angenehm sein, wenn Sie auch die Variation des Preises angäben, welche einer Steigerung in der Oeffnung und Focaldistanz des Fernrohres, sowie in dem Durchmesser der Theilung entspricht. –

Für das Regnatorial wünschen wir die beiden Kreise in solchen Dimensionen ausgeführt, dass dieselben mittelst einer Vernier den 10 ten Theil einer Minute abzulesen gestatten, das Fernrohr mit drei Zoll Oeffnung und 3 ½ Fuss Focallänge müsste mit einem Kreis- und einem Schraubenmicrometer versehen sein, die Beleuchtung des Gesichtsfeldes durch die Axe geschehen. Welches wäre der Preis eines solchen Instrumentes? wie würde er sich steigern, wenn das Objectiv 4 Zoll Oeffnung und 4 Fuss Brennweite hätte? Was wären die Kosten, um dasselbe mit einem Uhrwerk zur Bewegung im Parallel zu versehen? Endlich wie hoch würden sich die Kosten für die Vorrichtung und Aufstellung belaufen?

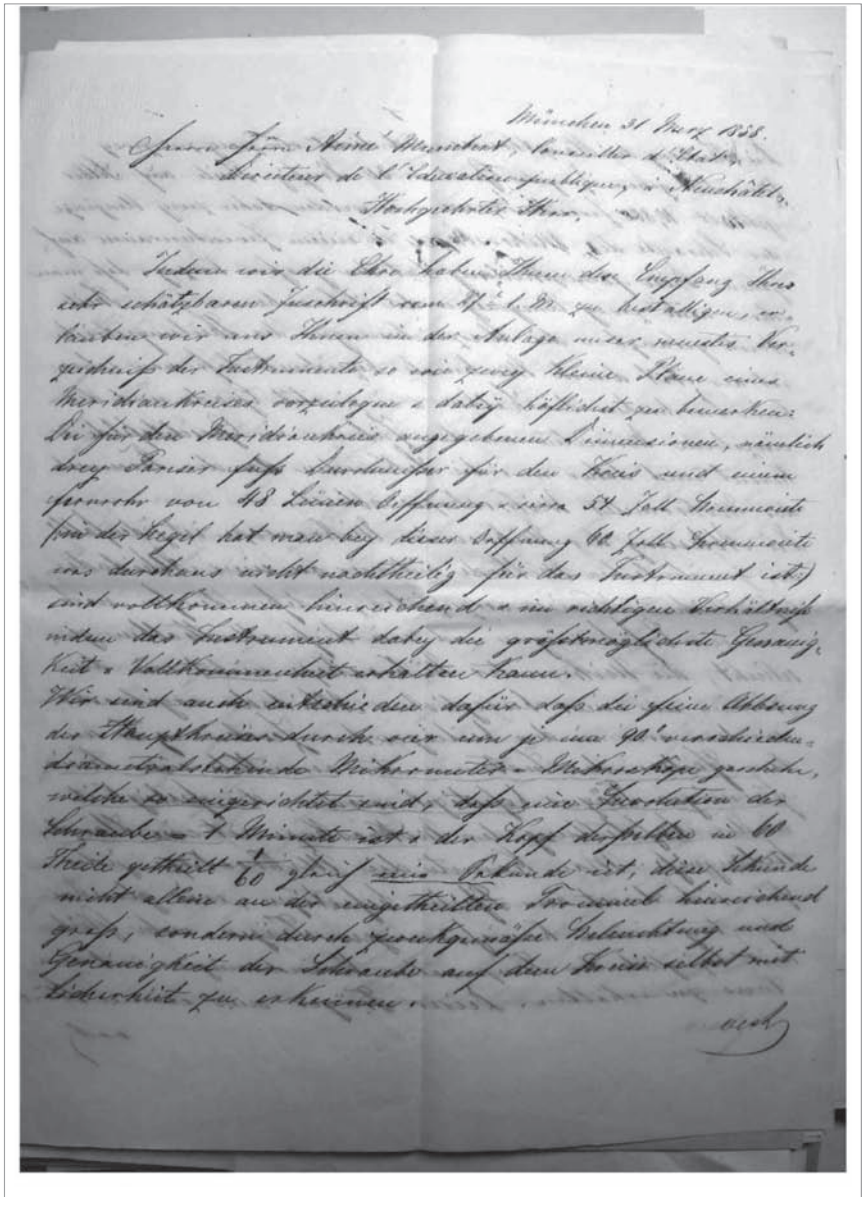
Transcription de la lettre d'Adolphe Hirsch à Ertel & Sohn, 27 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

Herrn Ertel & Sohn in München

Die Regierung des Canton Neuenburg beabsichtigt ein astronomisches Observatorium zu errichten und wünscht dasselbe mit einigen Instrumenten aus Ihrer Werkstatt zu versehen; ehe dieselbe sich aber zu einer definitiven Bestellung entschliesst, wünscht sie von Ihnen einige Auskunft, namentlich über die Zeit und Kosten der Ausführung zu erhalten, umsomehr als die Instrumente welche sie bestellen würde, in einigen Dimensionen von den in Ihrem 1853 publicirten Kataloge erwähnten Kategorien abweichen. Es handelt sich namentlich um einen Meridiankreis und ein Aequatorial. Der erstere müsste eine Theilung besitzen, welche mit Hilfe von vier Mikroscopen die einzelne Secunde abzulesen gestattet; sein Okularsystem soll beweglich sein, das Fadennetz aus 5 Vertical- und 2 Horizontal-Fäden bestehen, welche durch die Axe des Fernrohrs zu beleuchten wären und zwar mit einer Vorrichtung, um die Intensität derselben zu variiren. Das Instrument müsste in allen seinen Theilen durch Gegengewichte vollständig balancirt und mit einer Vorrichtung zum Umlegen der Axe versehen sein; ferner wären zwei Libellen, die eine zur Bestimmung der Axenneigung, die andere für den Alhidaden-Kreis erforderlich. Für das achromatische Fernrohr wünschten wir etwa 54 Pariser Zoll Focallänge und 48 Linien Oeffnung, als Durchmesser des Limbus drei Fuss; doch würden wir nicht auf genaue Einhaltung dieser Masse bestehen, wenn sie eine leichte Änderung in der Combination derselben für vortheilhafter halten sollten. Die Hauptbedingungen, abgesehen von der vollendeten Ausführung des Instrumentes in optischer Beziehung, wären dass die Fehler der Theilung, der auf die Axe senkrechten Stellung der Collimationslinie des Fernrohres, der Abdrehung der Axenenden, etc möglichst klein, dass dieselben möglichst constant seien und endlich dass alle Vorrichtungen getroffen sind, um dem Beobachter die Bestimmung derselben zu ermöglichen. Da die gewünschten Dimensionen etwa in die Mitte der in Ihrem Cataloge untern Nummer 4) und 5) erwähnten Instrumente fallen, so ersuchen wir Sie, den Preis eines in den erwähnten Maassen ausgeführten Meridiankreises uns mittheilen und zugleich die Kosten der Verpackung, Versendung und der Aufstellung hier am Orte angeben, so wie die Zeit bestimmen zu wollen, innerhalb welcher dasselbe vollendet sein könnte. Es würde uns angenehm sein, wenn Sie auch die Variation des Preises angäben, welche einer Steigerung in der Oeffnung und Fokaldistanz des Fernrohres, so wie in dem Durchmesser der Theilung entspricht.

Für das Aequatorial wünschen wir die beiden Kreise in solchen Dimensionen ausgeführt, dass dieselben mittelst zweier Verniere den 10 ten Theil einer Minute abzulesen gestatten; das Fernrohr mit drei Zoll Oeffnung und 3 ½ Fuss Focallänge müsste mit einem Kreis und einem Schraubenmicrometer versehen sein, die Beleuchtung des Gesichtsfeldes durch die Axe geschehen. Welches wäre der Preis eines solchen Instrumentes? wie würde er sich steigern, wenn das Objektiv 4 Zoll Oeffnung und 4 Fuss Brennweite hätte? Was wären die Kosten, um dasselbe mit einem Triebwerk zur Bewegung im Parallel zu versehen? Endlich wie hoch würden sich die Kosten für die Verschickung und Aufstellung belaufen?

2. Lettre de Georg Ertel à Aimé Humbert, 31 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.



München 31 März 1858.

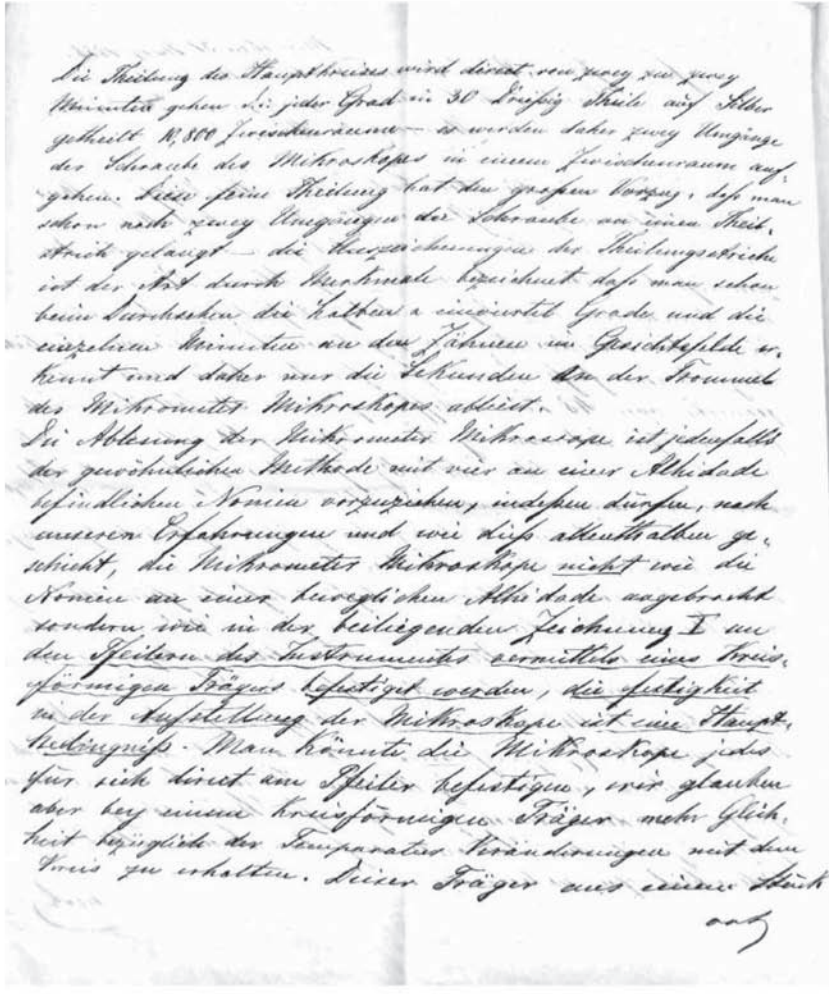
Herrn Herrn Aimé Humbert, Conseiller d'Etat,
Directeur de l'Instruction publique, à Neuchâtel.

Hochgeehrter Herr.

Indem wir die Ehre haben Ihnen den Empfang Ihres sehr schätzbaren Zuschrift vom 17ten d. M. zu bestätigen, erlauben wir uns Ihnen in der Anlage unser neuestes Verzeichniß der Instrumente zu übersenden, welche einen Meridiankreis vorzulegen dabey höflichst zu bemerken: Die für den Meridiankreis vorgegebenen Dimensionen, nämlich drey Fuß Durchmesser für den Kreis und eine Focalweite von 48 Zoll in Öffnung 4 eine 54 Zoll Brennweite für das Objectiv hat man bey diesen Öffnung 60 Zoll Brennweite was durchaus nicht nachtheilig für das Instrument ist, sind vollkommen hinreichend, ja eine vortheilhafte Verhältniß indem das Instrument dabey die größtmögliche Genauigkeit & Vollkommenheit erhalten kann.

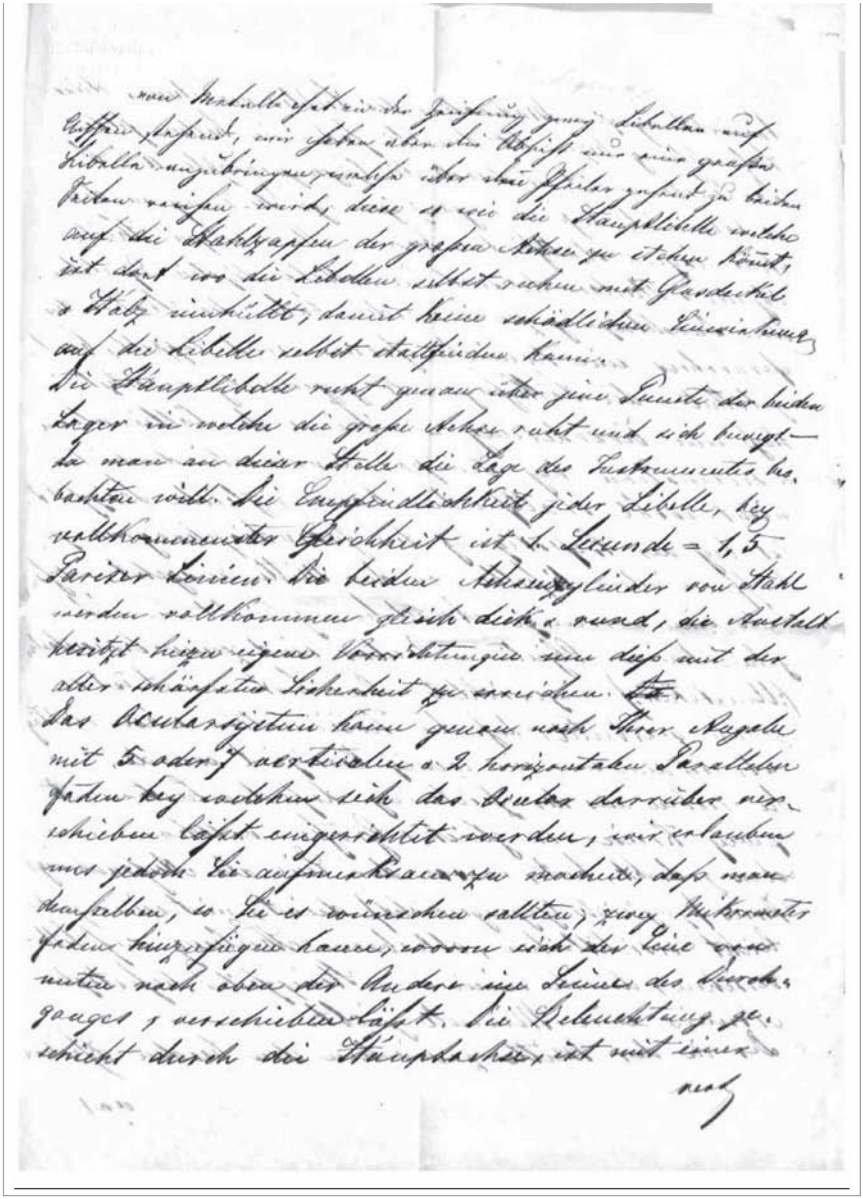
Wir sind auch einverstanden dafür daß bei jeder Ablesung der Mikrometer durch vier um je ein 90 verschiedene Lagen diesbezüglichen Mikrometer-Mikroskope geschehe, welche so eingerichtet sind, daß eine Revolution der Schraube = 1 Minute ist, der Kopf derselben in 60 Theile getheilt 60 gleich eine Sekunde ist, diese Theile nicht allein an der eingetheilten Trommel hinreichend groß, sondern durch zweckmäßige Beleuchtung und Genauigkeit der Schraube auf dem Kreis selbst mit Sicherheit zu erkennen.

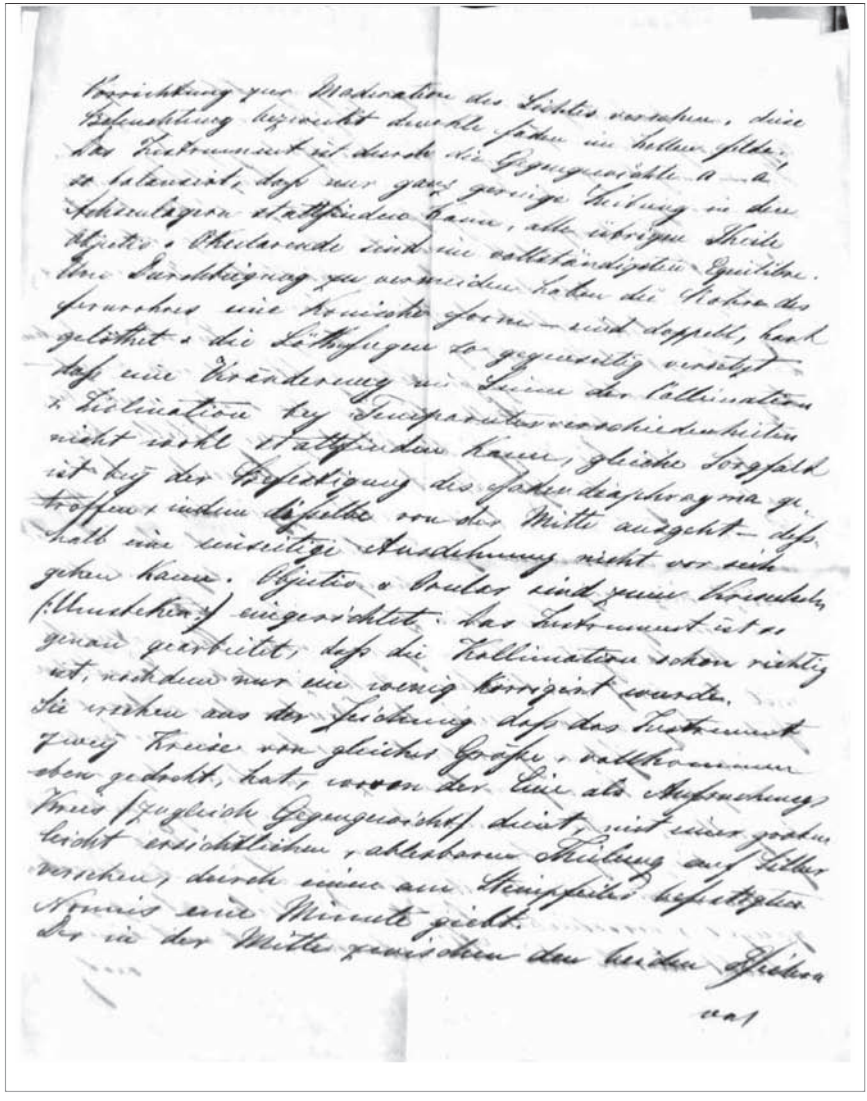
ccch

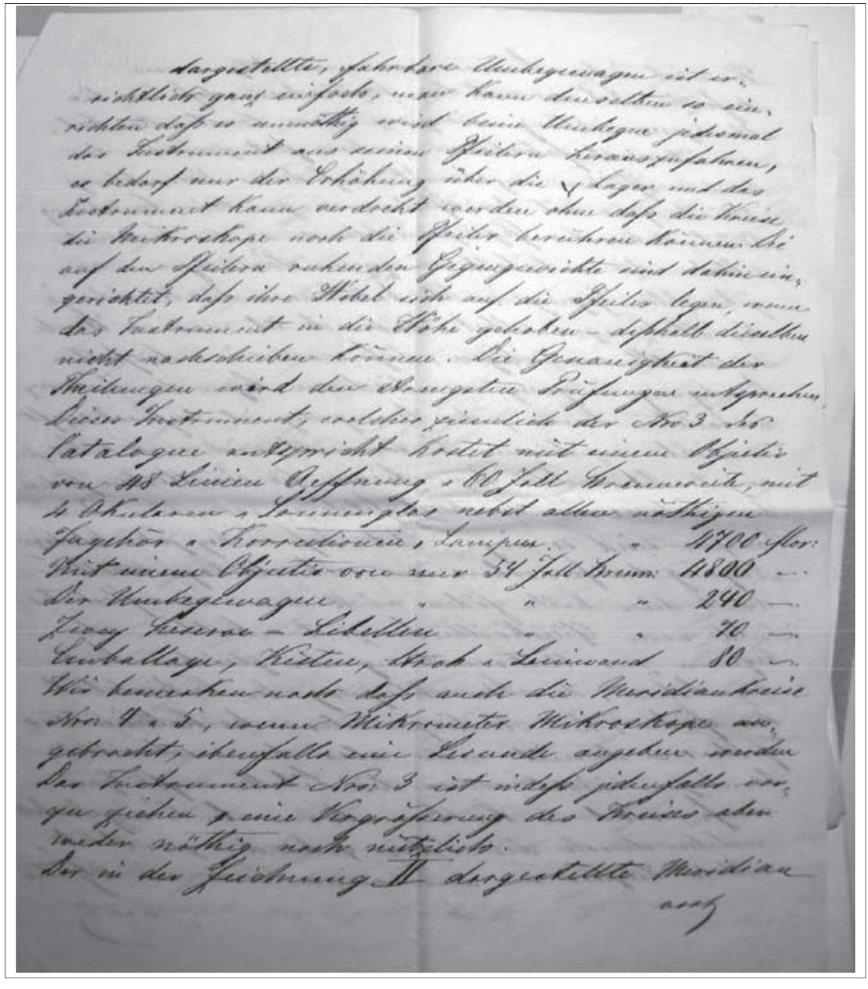


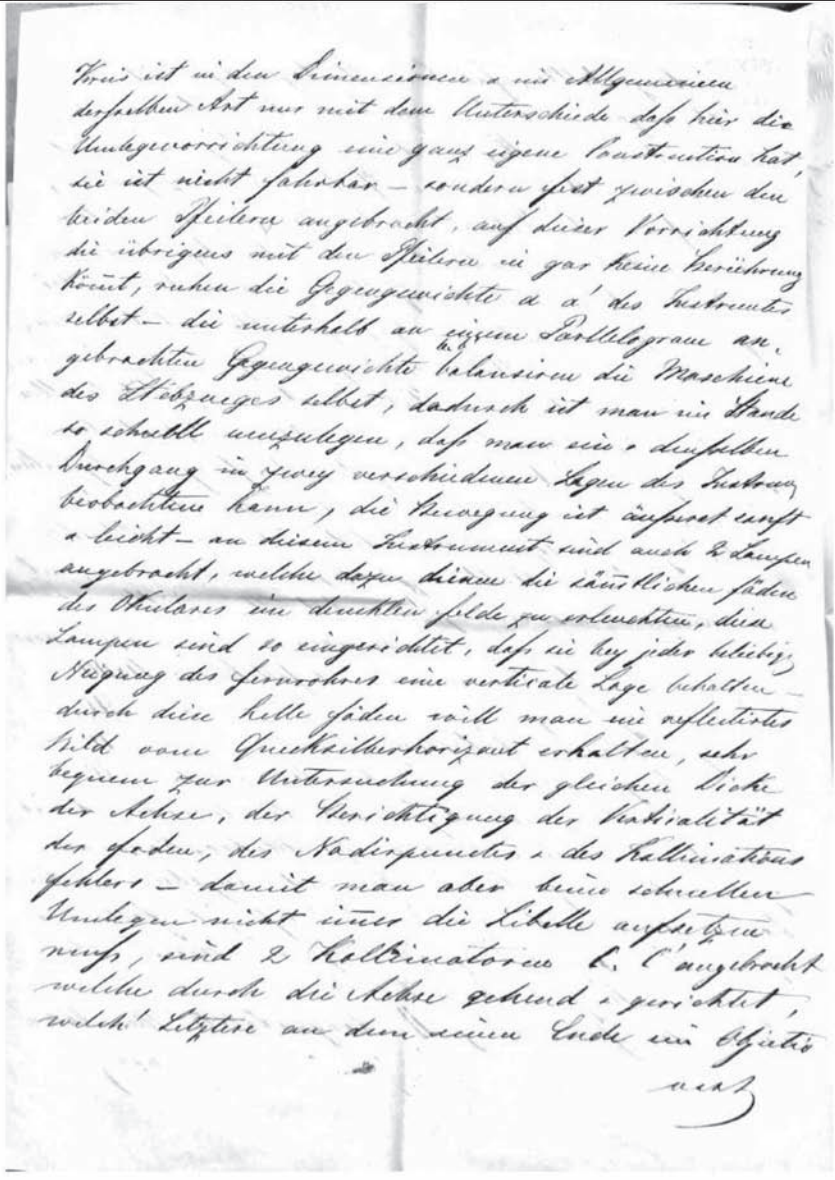
Die Theilung des Hauptkreises wird direkt von zwey zu zwey Minuten gehen d.i. jeder Grad in 30 Einzelne Theile auf Silber getheilt N. 800 Zwischenräume – es werden daher zwey Umgänge der Schraube des Mikroskopes in einem Zwischenraum aufgehen. Diese feine Theilung hat den großen Vortheil, daß man schon nach zwey Umgängen der Schraube an einen Theilstrich gelangt – die Bezeichnungen der Theilungsstriche ist der Art durch Abstufungen bezeichnet daß man schon beim Durchsehen die Halben a einviertel Grade und die einzelnen Minuten an den Zähnen im Gesichtsfelde erkennt und daher nur die Sekunden an der Trommel des Mikrometer Mikroskopes ablieset.

Die Ablesung der Mikrometer Mikroscope ist jedenfalls der gewöhnlichen Methode mit vier an einer Alhidade befindlichen Nonien vorzuziehen, indeßen dürfen, nach unseren Erfahrungen und wie dieß allenthalben geschieht, die Mikrometer Mikroskope nicht wie die Nonien an einer beweglichen Alhidade angebracht sondern wie in der beiliegenden Zeichnung I an den Seitern des Instrumentes vermittels eines Kreisförmigen Trägers befestiget werden, die Festigkeit in der Aufstellung der Mikroskope ist eine Hauptbedingniß. Man könnte die Mikroskope jedes für sich direct an Seiter befestigen, wir glauben aber bey einem kreisförmigen Träger mehr Gleichheit bezüglich der Temperatur Veränderungen mit dem Kreis zu erhalten. Dieser Träger aus einem Stück

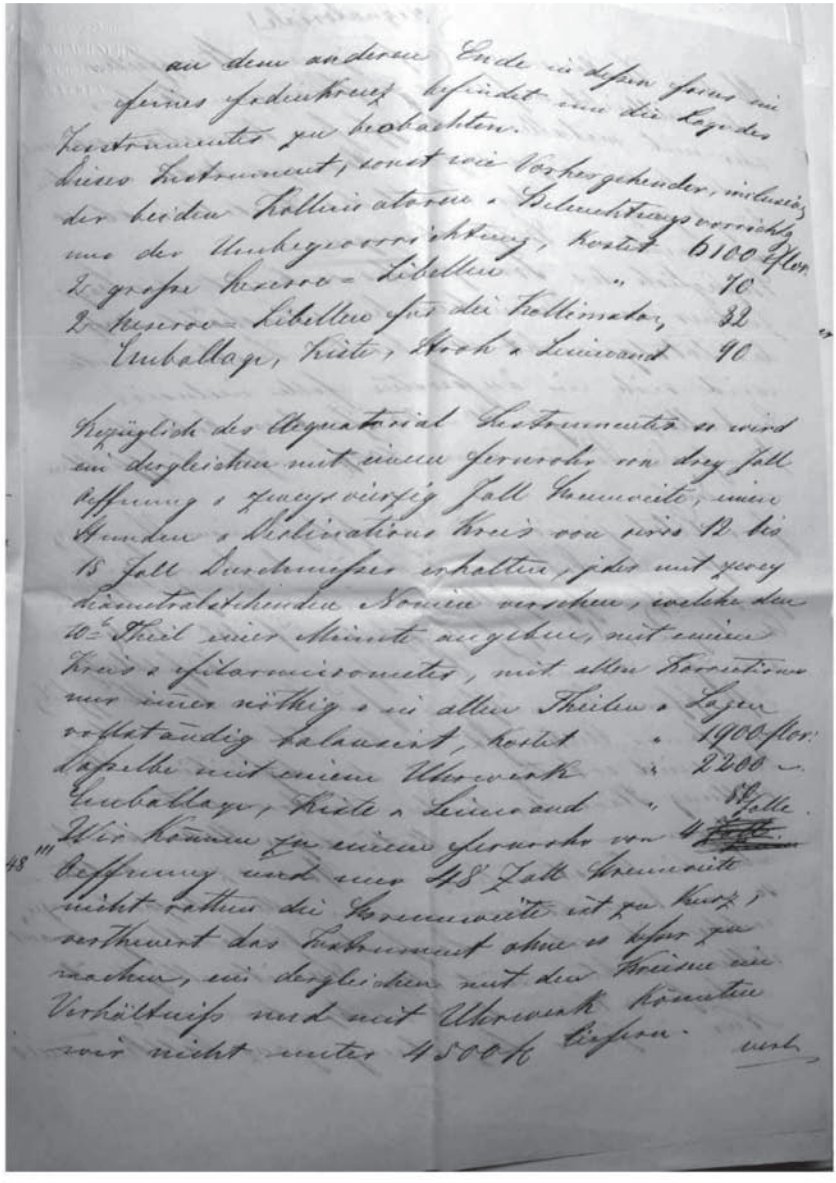






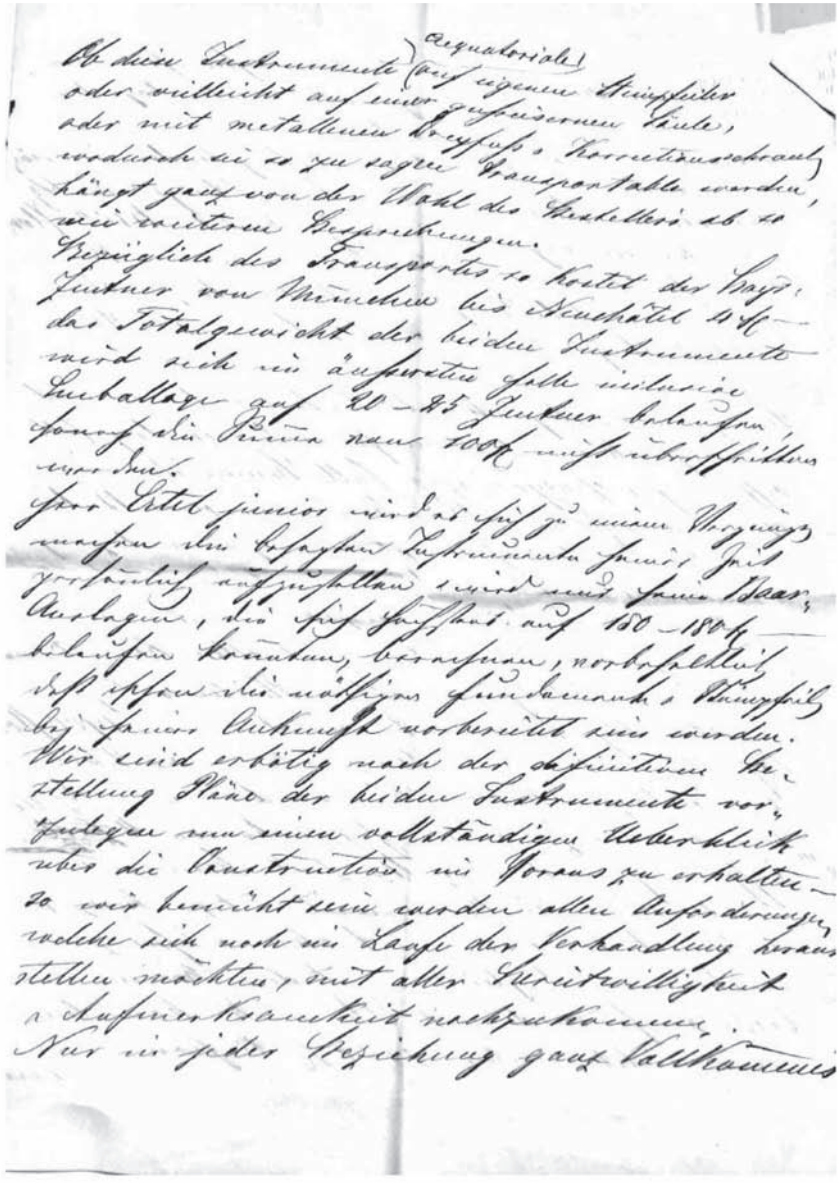


Dies ist in den Dimensionen a wie allgemeinen derselben Art nur mit dem Unterschiede dass hier die Umlegevorrichtung eine ganz eigene Construction hat, sie ist nicht fahrbar – sondern fest zwischen den beiden Pfeilern angebracht, auf dieser Vorrichtung die übrigens mit den Pfeilern in gar keine Berührung kömt, ruhen die Gegengewichte a a' des Instrumentes selbst – die unterhalb an einem Parallelogram angebrachten Gegengewichte balanciren die Maschine des Fliehzeuges selbst, dadurch ist man in Stande so schnell umzulegen, dass man die denselben Durchgang in zwey verschiedene Lagen des Instrumentes beobachten kann, die Bewegung ist äußerst sanft & leicht – an diesem Instrumente sind auch 2 Lampen angebracht, welche dazu dienen die cäntralen faden des Okulares im dunklen felde zu erleuchten, diese Lampen sind so eingerichtet, dass sie bey jeder beliebig Neigung des Fernrohres eine vertikale Lage behalten – durch diese helle faden will man die reflectirtes Bild vom Quecksilberhorizont erhalten, sehr bequem zur Untersuchung der gleichen Dicke der Achse, der Berichtigung der Radialität der faden, des Nadirpunctes & des Kollimationsfehlers – damit man aber diese schnellen Umlegen nicht immer die Libelle aufsetzen muss, sind 2 Kollimatoren C. C' angebracht welche durch die Achse gekreuzt gerichtet, welch' Letztere an dem einen Ende ein Objektiv

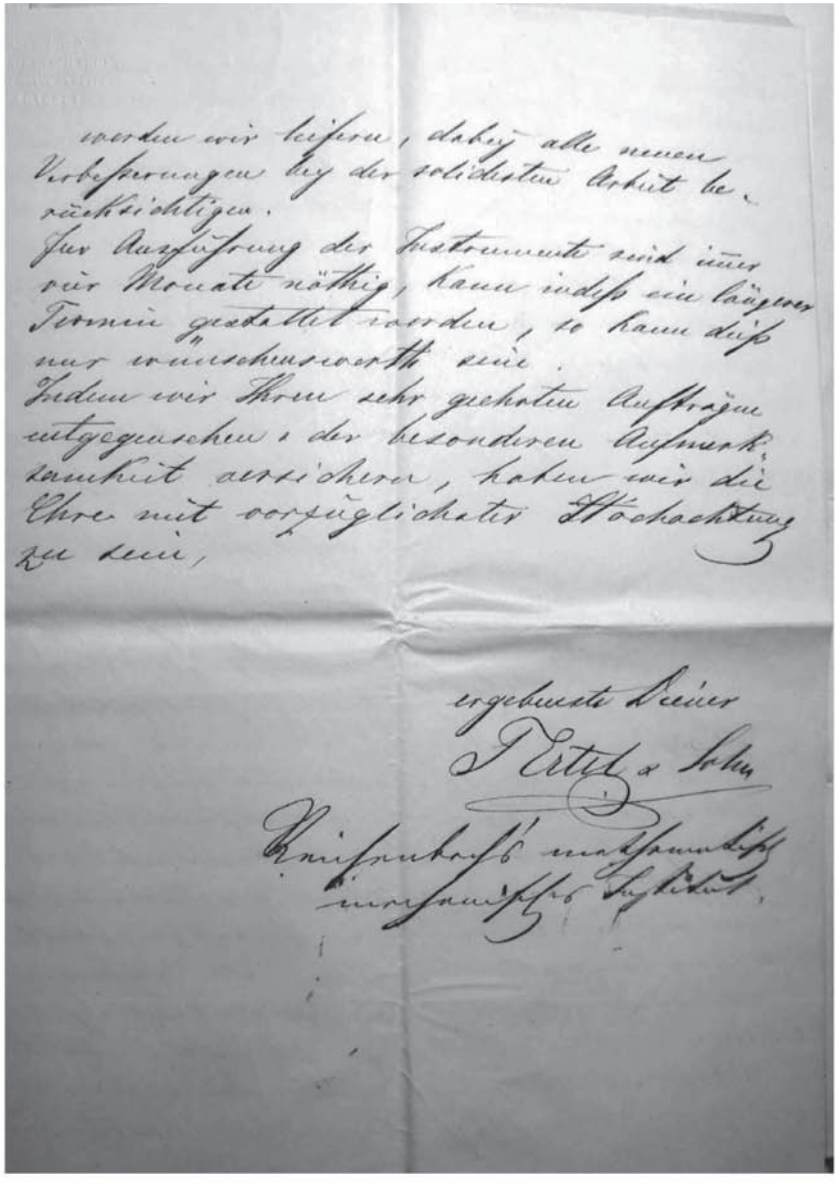


zu dem anderen Ende in dessen Focus in
seines Focalebene befindet um die Lage der
Fadenkreuze zu beobachten.
Dieses Instrument, sonst wie vorhergehender, inclusive
der beiden Kollimatoren & Beleuchtungsvorrichtung
und der Umlegevorrichtung, kostet 6100 Flor.
2 grosse Reserve-Libellen " 70
2 Reserve-Libellen für die Kollimator, 32
Emballage, Kiste, Rock & Leinwand 40

Bezüglich der Aequatorial Instrumente so wird
ein dergleichen mit einem Spiegel von 20ʳ Fall
Oeffnung & zwanzig fünfzig Fall Brennweite, einer
Stunden & Declinations Kreis von 12 bis
18 Fall Durchmesser enthalten, jedes mit zwey
diametralstehenden Nonien versehen, welche den
10ᵉ Theil einer Minute angeben, mit einem
Kreis & Collarmicrometer, mit allen Korrektionen
nur einer nöthig & in allen Theilen & Lagen
vollständig balancirt, kostet " 1900 flor.
dasselbe mit einem Uhrwerk " 2200 –
Emballage, Kiste & Leinwand " 80 Falle.
Wir kommen zu einem Spiegel von 4 [illegible]
48" Oeffnung und einer 48' Fall Brennweite
nicht rathen die Brennweite ist zu kurz,
verthuert das Instrument ohne es besser zu
machen, ein dergleichen mit dem Kreise im
Verhältniss und mit Uhrwerk könnten
wir nicht unter 4500 ℔ liefern. und



Bei dien Instrumente (aequatoriale)
oder vielleicht auf einer gusseisernen Säule,
oder mit metallenen Dreyfuss, Kommunikationsschraub,
wodurch sie so zu sagen Transportable werden,
hängt ganz von der Wahl des Etablissis ab so
wie weiteren Besprechungen.
Bezüglich des Transportes so kostet der Bayr.
Zentner von München bis Neuchâtel 8 M.
das Totalgewicht der beiden Instrumente
wird sich in ungefähr solide imitierte
Emballage auf 20–25 Zentner belaufen
somit die Fracht nach 200 M nicht übertreffen
wird.
Herr Ertel junior wird sich die Ehre geben einen Voranschlag
mehrer ihm bekannten Instrumente samt Spesen
vorläufig aufzustellen, wird auch seine Ansicht,
Anschlagen, die sich schätzt auf 150–180 M
belaufen könnten, beifügen, vorbehaltlich
dass etwas die nähern Fundamente, Räumlichkeiten
bei seiner Ankunft vorbereitet sein werden.
Wir sind erbötig nach der definitiven Be-
stellung Pläne der beiden Instrumente vor-
zulegen um einen vollständigen Ueberblick
über die Construction im Voraus zu erhalten –
so wir benützt sein werden allen Anforderungen,
welche sich noch im Laufe der Verhandlung heraus
stellen möchten, mit aller Bereitwilligkeit
u Aufmerksamkeit nachzukommen.
Nur in jeder Beziehung ganz Vollkommenes



werden wir liefern, dabey alle neuen Verbesserungen bey der solidesten Arbeit berücksichtigen.
Zur Aufstellung der Instrumente sind immer vier Monate nöthig, kann indess ein längerer Termin gestattet werden, so kann dies nur wünschenswerth sein.
Indem wir Ihren sehr gefälligen Aufträgen entgegensehen, der besonderen Aufmerksamkeit versichern, haben wir die Ehre mit vorzüglichster Hochachtung zu sein,

ergebenste Diener
Pistor & Sohn

Transcription de la lettre de Georg Ertel à Aimé Humbert, 31 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

München, 31 März 1858

Herrn Aimé Humbert, Conseiller d'Etat, directeur de l'Education publique, à Neuchâtel

Hochgeehrter Herr,

Indem wir die Ehre haben Ihnen den Empfang Ihrer sehr schätzbaren Zuschrift vom 27. l(aufenden) M(onats) zu bestätigen, erlauben wir uns Ihnen in der Anlage unser neuestes Verzeichniss der Instrumente so wie zwey kleine Pläne eines Meridiankreises vorzulegen und dabey höflichst zu bemerken:

Die für den Meridiankreis angegebenen Dimensionen, nämlich drey Pariser Fuss Durchmesser für den Kreis und einem Fernrohr von 48 Linien Oeffnung und circa 54 Zoll Brennweite (in der Regel hat man bey dieser Oeffnung 60 Zoll Brennweite was durchaus nicht nachtheilig für das Instrument ist:) sind vollkommen hinreichend und im richtigen Verhältniss indem das Instrument dabey die grösstmöglichste Genauigkeit und Vollkommenheit erhalten kann.

Wir sind auch entschieden dafür dass die feine Ablesung des Hauptkreises durch vier um je um 90 ° verschieden-diametralstehende Mikrometer-Mikroskope geschehe, welche so eingerichtet sind, dass eine Involution der Schraube = 1 Minute ist und der Kopf derselben in 60 Theile getheilt 1/60 gleich (eine) sekunde ist, diese Sekunde nicht allein an der eingetheilten Trommel hinreichend gross, sondern durch zweckgemässe Beleuchtung und Genauigkeit der Schraube auf den Kreise selbst mit Sicherheit zu erkennen.

Die Theilung des Hauptkreises wird direct von zwey zu zwey Minuten gehen die jeder Grad in 30 dreissig Theile auf Silber getheilt 10'800 Zwischenraüme – es werden daher zwey Umgänge der Schraube des Mikroskopes in einem Zwischenraum aufgehen. Diese feine Theilung hat den grossen Vorzug, dass man schon nach zwey Umgängen der Schraube an einen Theilstrich gelangt – die Auszeichnungen der Theilungstriche ist der Art durch Merkmale bezeichnet, dass man schon beim Durchsehen die halben und einviertel Grade und die einzelnen Minuten an den Zähnen im Gesichtsfelde erkennt und daher nur die Sekunden an der Trommel des Mikrometer-Mikroskopes abliest.

Die Ablesung der Mikrometer-Mikroscope ist jedenfalls der gewöhnlichen Methode mit vier an einer Alhidade befindlichen Nonien vorzuziehen, indessen dürfen, nach unseren Erfahrungen und wie dies allenthalben geschieht, die

Mikrometer Mikroskope nicht wie die Nonien an einer beweglichen Alhidade angebracht, sondern wir in der beiliegenden Zeichnung I an der Theilern des Instrumentes vermittels eines kreisförmiges Trägers befestiget werden, die Fertigkeit in der Aufstellung der Mikroskope ist eine Hauptbedingniss. Man könnte die Mikroskope jedes für sich direct am Pfeiler befestigen, wir glauben aber bey einem kreisförmigen Träger mehr Gleichheit bezüglich der Temperatur-Veränderungen mit dem Kreis zu erhalten. Dieser Träger aus einem Stück von Metall hat in der Zeichnung zwey Libellen auf Achsen stehend, wir haben aber die Absicht nur eine grosse Libelle anzubringen, welche über die Pfeiler gehend zu beiden Seiten reichen wird, diese so wie die Hauptlibelle welche auf die Stahlzapfen der grossen Achse zu stehen kömmt, ist dort wo die Libellen selbst ruhen mit Glasdeckel und Holz umhüllt, damit keine schädlichen Einwirkungen auf die Libelle selbst stattfinden kann.

Die Hauptlibelle ruht genau über jene Puncte der beiden Lager in welche die grosse Achse ruht und sich bewegt - da man an dieser Stelle die Lage des Instrumentes beobachten will. Die Empfindlichkeit jeder Libelle, bey volkommenster Gleichheit ist 1 Sekunde = 1, 5 Pariser Linien. Die beiden Achsenzylinder von Stahl werden vollkommen gleich dick und rund, die Anstalt besitzt hiezu eigene Vorrichtungen um dies mit der aller schärfsten Sicherheit zu erreichen.

Das Ocularsystem kann genau nach Ihrer Angabe mit 5 oder 7 verticalen und 2 horizontalen Parallelen Fäden bey welchen sich das Ocular darrüber verschieben lässt eingerichtet werden, wir erlauben uns jedoch Sie aufmerksam zu machen, dass man demselben, so Sie es wünschen sollten, zwey Mikrometer Fäden hinzufügen kann, wovon sich der Eine von unten nach oben, der Andere im Sinne des Durchganges, verschieben lässt. Die Beleuchtung geschieht durch die Hauptachse, ist mit einer Vorrichtung zur Moderation des Lichtes versehen, diese Beleuchtung bezweckt dunkle Fäden im hellen Felde.

Das Instrument ist durch die Gegengewichte a a' so balancirt, dass nur ganz geringe Reibung in den Achsenlagern stattfinden kann, alle übrigen Theile Objektiv und Okularende sind im vollständigsten Equilibre. Um Durchbiegung zu vermeiden haben die Rohre des Fernrohres eine konische Form – sind doppelt, hart gelöthet und die Löthfugen so gegenseitig versetzt, dass eine Veränderung im Sinne der Collimation und Inclination bey Temperaturverschiedenheiten nicht wohl stattfinden kann, gleiche Sorgfalt ist bey der Befestigung des Faden-Diaphragma getroffen, indem dasselbe von der Mitte ausgeht – desshalb eine einseitige Ausdehnung nicht vor sich

gehen kann. Objectiv und Okular sind zum […] eingerichtet. Das Instrument ist so genau gearbeitet, dass die Kollimation schon richtig ist, nachdem nur ein wenig korrigiert wurde.

Sie ersehen aus der Zeichnung, dass das Instrument zwey Kreise von gleicher Grösse, vollkommen eben gedreht, hat, wovon der Eine als Aufsuchungskreis (zugleich Gegengewicht) dient, mit einer groben leicht ersichtlichen, ablesbaren Theilung auf Silber versehen, durch einen am Steinpfeiler befestigten Nonius eine Minute giebt.

Der in der Mitte zwischen den beiden Pfeilern dargestellte, fahrbare Umlagewagen ist ersichtlich ganz einfach, man kann denselben so einrichten, dass es unnöthig wird beim Umlegen jedesmal das Instrument aus seinen Pfeilern herauszufahren, es bedarf nur der Erhöhung über die […] Lager und das Instrument kann verdreht werden, ohne dass die Kreise die Mikroskope noch die Pfeiler berühren können. Die auf den Pfeilern ruhenden Gegengewichte sind dahin eingerichtet, dass ihre Hebel sich auf die Pfeiler legen, wenn das Instrument in die Höhe gehoben - desshalb dieselben nicht nachschieben können. Die Genauigkeit der Theilungen wird den strengsten Prüfungen entsprechen. Dieses Instrument, welches ziemlich der N°3 des Catalogue entspricht, kostet mit einem Objectiv von 48 Linien Oeffnung und 60 Zoll Brennweite, mit 4 Okularen und Sonnenglas nebst allen nöthigen Zubehör und Korrectionen, Lampen (=) 4700 flor

- mit einem Objektiv von nur 54 Zoll Brennweite 4800 flor.
- Der Umlagewagen 240 flor.
- Zwey Reserve-Libellen 70 flor.
- Emballage, Kisten, Stroh und Leinwand 80 flor.

Wir bemerken noch, dass auch die Meridiankreise N°4 und N°5, wenn Mikrometer Mikroskope angebracht, ebenfalls eine Secunde angeben werden. Das Instrument N°3 ist indess jedenfalls vorzuziehen, eine Vergrösserung des Kreises aber weder nöthig noch nützlich.

Der in der Zeichnung II dargestellte Meridiankreis ist in den Dimensionen und im Allgemeinen derselben Art nur mit dem Unterschiede, dass hier die Umlegevorrichtung eine ganz eigene Construction hat, sie ist nicht fahrbar – sondern fest zwischen den beiden Pfeilern angebracht, auf dieser Vorrichtung die übrigens mit den Pfeilern in gar keine Berührung kömmt, ruhen die Gegengewichte a, a' des Instrumentes selbst – die unterhalb an einem Parallelogram angebrachten Gegengewichte balansiren die Maschiene

des Hebzeuges selbst, dadurch ist man im Stande so schnell umzulegen, dass man ein und denselben Durchgang in zwey verschiedenen Lagen des (Instrum(ents) beobachten kann, die Bewegung ist äussert sanft und leicht – an diesem Instrument sind auch 2 Lampen angebracht, welche dazu dienen die sämmtlichen Fäden des Okulares im dunklen Felde zu erleuchten; diese Lampen sind so eingerichtet, dass sie bey jeder beliebigen Neigung des Fernrohres eine verticale Lage behalten – durch diese hellen Fäden will man ein reflectirtes Bild vom Quecksilberhorizont erhalten, sehr bequem zur Untersuchung der gleichen Dicke der Achse, der Berichtigung der Verticalität der Fäden, des Nadirpunctes, des Kollimationsfehlers – damit man aber beim schnellen Umlegen nicht immer die Libelle aufsetzen muss, sind zwey Kollimatoren C C' angebracht welche durch die Achse gehend und gerichtet, welch Letztere an dem einen Ende im Objektiv an den anderen Ende in dessen Focus [sich] ein feines Fadenkreuz befindet, um die Lage des Instrumentes zu beobachten.

Dieses Instrument, sonst wie Vorhergehender, inclusiv der beiden Kollimatoren und Beleuchtungsvorrichtung wie der Umlagevorrichtung, kostet 6000 flor.

2 grosse Reserve-Libellen " 70.-

2 Reserve-Libellen für die Kollimatoren " 32

Emballage, Kiste, Stroh und Leinwand " 90

Bezüglich des Aequatorial Instruments so wird ein dergleichen mit einem Fernrohr von drey Zoll Oeffnung und zweyundvierzig Zoll Brennweite, einen Stunden und Declinations Kreis von circa 12 bis 15 Zoll Durchmesser erhalten, jeder mit zwey diametralstehenden Nonien versehen, welche den 10ten Theil einer Minute angeben, mit einem Kreis und Filarmicrometer, mit allen Korrectionnen [wo]immer nöthig und in allen Theilen und Lagen vollständig balansirt, kostet 1900 flor.

Dasselben mit einen Uhrwerk 2200.-

Emballage, Kiste und […] 80

Wir können zu einem fernrohr von 4 Zolle 48" Oeffnung und nur 48 Zoll Brennweite nicht rathen, die Brennweite ist zu kurz, vertheuert das Instrument ohne es besser zu machen, ein dergleichen mit den Kreisen im Verhältniss und mit Uhrwerk könnten wir nicht unter 4500 fl(orin) liefern.

Ob diese Instrumente und [[?]] Aequatoriale auf eigenen Steinpfeilern oder vielleicht auf einer gusseisernen Säule, oder mit metallenen Dreyfuss und Korrektionschraube, wodurch sie so zu sagen transportable werden, hängt ganz von der Wahl des Bestellers ab so wie weiteren Besprechungen.

Bezuglich des Transportes so kostet der Bayr(ische) Zentner von München bis Neuchâtel 4 fl.; das Totalgewicht der beiden Instrumente wird sich im äusserten Falle inclusive Emballge auf 20-25 Zentner belaufen, sonach die Summe von 100 fl. nicht überschritten werden.

Herr Ertel junior wird es sich zu einem Vergnügen machen die besagten Instrumente seiner Zeit persönlich aufzustellen und wird aus seine Baar-Auslagen, die sich höchstens auf 150 – 180 fl. belaufen könnten, berechnen, vorbehaltlich dass schon die nöthigen Fundamente und Steinpfeiler bey seiner Ankunft vorbereitet sein werden. Wir sind erbötig nach der definitiven Bestellung Pläne der beiden Instrumente vorzulegen um einen vollständigen Überblick über die Construction im Voraus zu erhalten - so wir (von) einen Vollständigen Überblick über die Construction im Voraus zu erhalten – so wir/wie bemüht sein werden, allen Anforderungen welche sich noch im Laufe der Verhandlung herausstellen möchten, mit aller Bereitwilligkeit und Aufmerksamkeit nachzukommen.

Nur in jeder Beziehung ganz Vollkommens werden wir liefern, dabey alle neuen Verbesserungen bey der solidesten Arbeit berücksichtigen.

Zur Ausführung der Instrumente sind immer vier Monate nöthig, kann indess ein längerer Termin gestattet werden, so kann diess nur wünschenswerth sein.

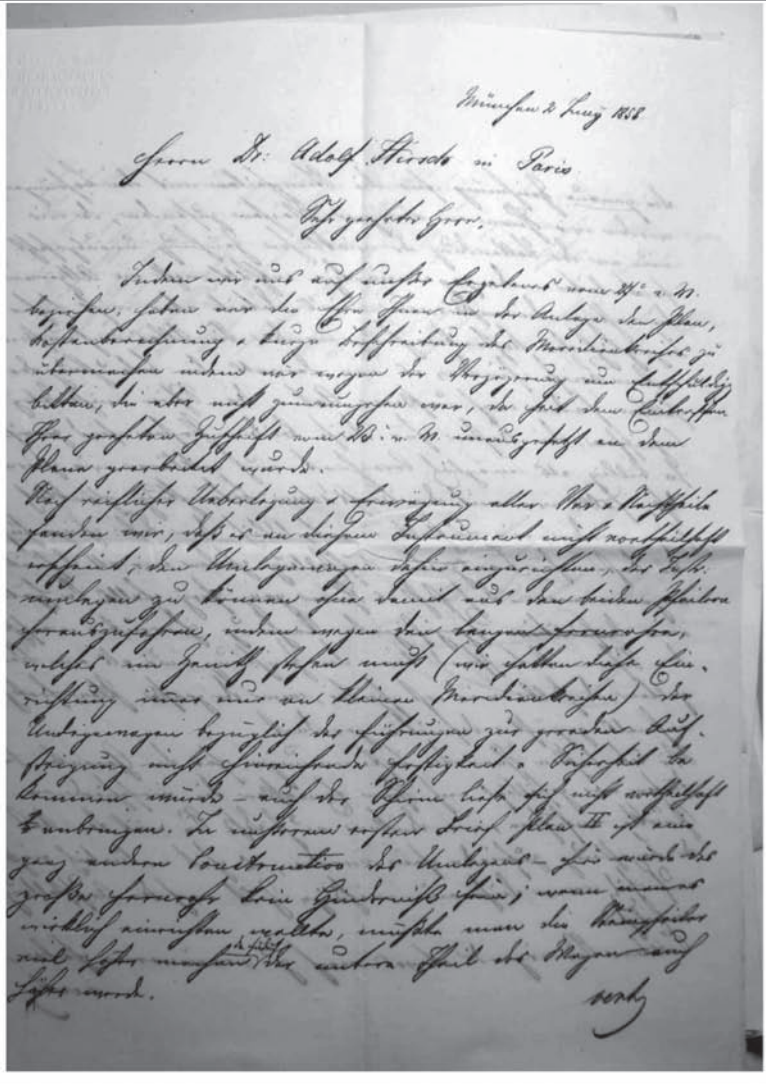
Indem wir Ihren sehr geehrten Aufträgen entgegensehen und der besonderen Aufmerksamkeit versichern, haben wir die Ehre mit vorzüglichster Hochachtung zu sein.

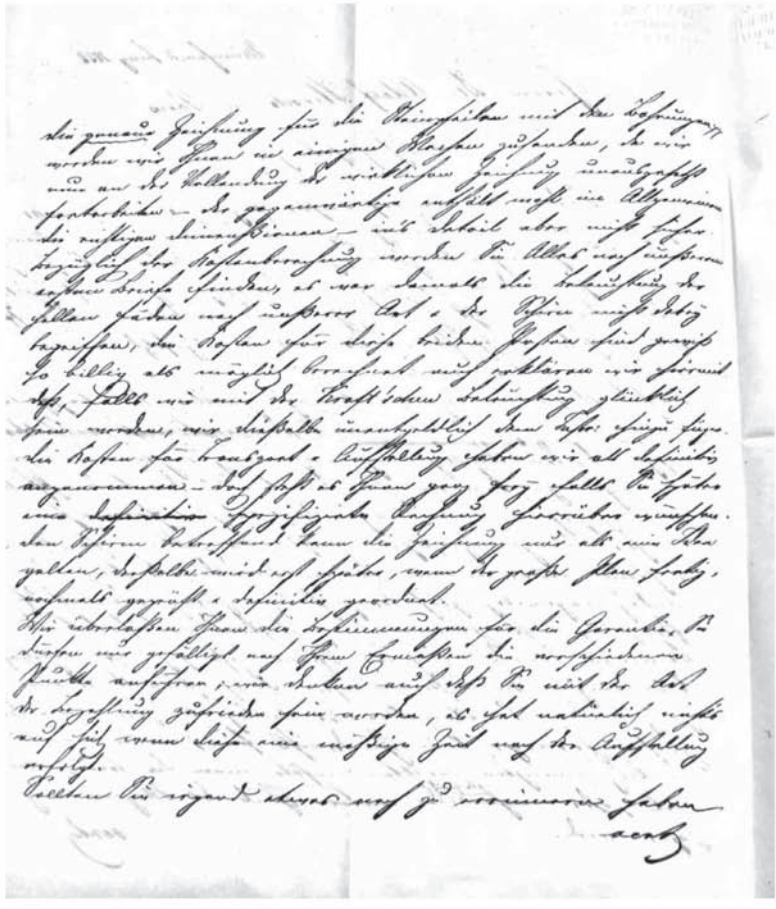
ergebenste Diener

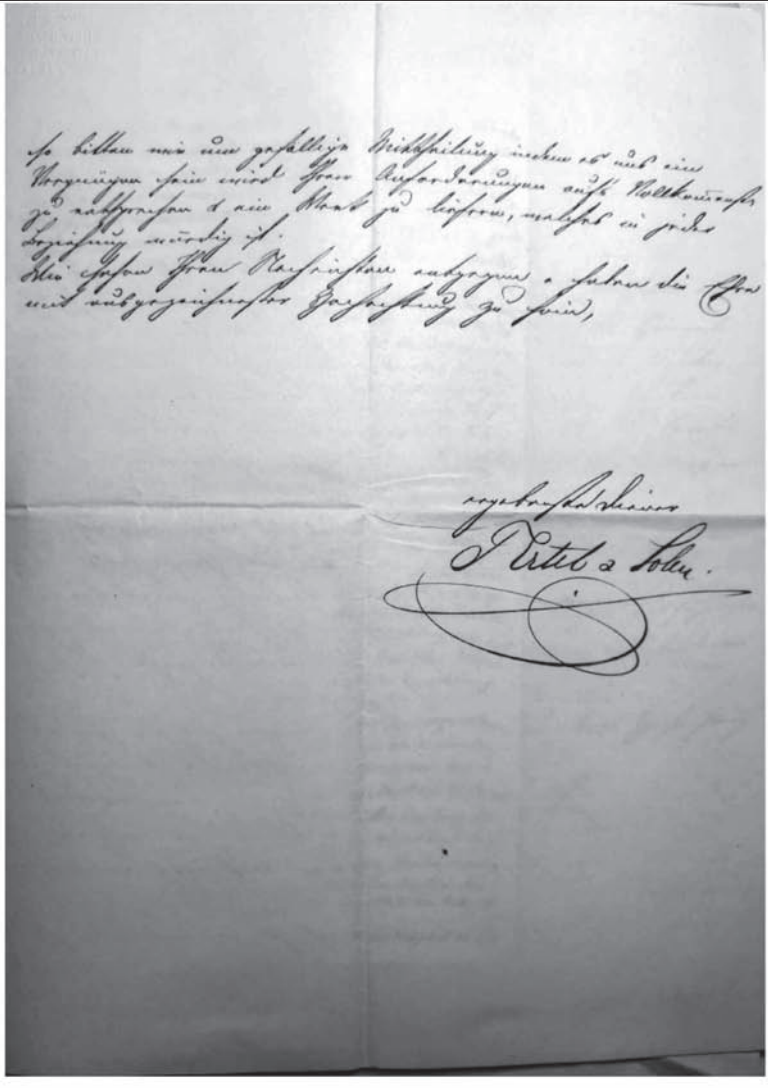
G. Ertel & Sohn.

Reichenbachs mathematisch- mechanisches Institut

3. Lettre d'Ertel & Sohn à Adolphe Hirsch, 2 juin 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich







Transcription de la lettre d'Ertel & Sohn à Adolphe Hirsch, 2 juin 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich

München 2 Juny 1858

Herrn Dr. Adolf Hirsch in Paris

Sehr geehrter Herr,

Indem wir uns auf unser Ergebenes vom 27 v.(origen). M.(onats) beziehen, haben wir die Ehre Ihnen in der Anlage den Plan, Kostenberechnung und kurze Beschreibung des Meridiankreises zu übermachen, indem wir wegen der Verzögerung um Entschuldigung bitten, die aber nicht zum umgehen war, da seit dem Eintreffen Ihrer geehrten Zuschrift vom 23 v. M. [sic : 24 May ?] unausgesetzt an dem Plan gearbeitet wurde.

Nach reiflicher Überlegung und Erwägung aller Vor- und Nachteile fanden wir, dass es an diesem Instrument nicht vortheilhaft erscheint, den Umlegewagen dahin einzurichten, das Instrument umlegen zu können ohne damit aus den beiden Pfeilern herauszufahren, indem wegen dem langen Fernrohre, welches im Zenith stehen muss (wir hatten diese Einrichtung immer nur an kleinen Meridiankreisen) der Umlegewagen bezüglich der Führungen zur geraden Aufsteigung nicht hinreichende Festigkeit und Sicherheit bekommen würde. Auch der Schirm liesse sich nicht vortheilhaft anbringen. In unserem ersten Brief Plan II ist eine ganz andere Construction des Umlegens – hier würde das grosse Fernrohr kein Hindernis sein, wenn man es wirklich einrichten wollte, müsste man die Steinpfeiler viel höher machen, da hiedurch der untere Theil des Wagen auch höher wird.

Die genaue Zeichnung für die Steinpfeiler mit den Bohrungen und werden wir Ihnen in einigen Wochen zusenden, da wir nun an der Vollendung der wirklichen Zeichnung unausgesetzt fortarbeiten – die gegenwärtige enthält wohl im Allgemeinen die richtigen Dimensionen – ins Detail aber nicht sicher. Bezüglich der Kostenberechnung werden Sie Alles nach unserem ersten Briefe finden, es war damals die Beleuchtung der hellen Fäden nach unserer Art und der Schirm nicht dabey begriffen. Die Kosten für diese beiden Posten sind gewiss so billig als möglich berechnet, auch erklären wir hiermit dass, falls wir mit der Kraft'schen Beleuchtung glücklich sein werden, wir dieselbe unentgeltlich dem Instrument hinzufügen. Die Kosten für Transport und Aufstellung haben wir als definitiv angenommen – doch steht es Ihnen ganz frey, falls Sie später eine spezifizirte Rechnung hierüber wünschen. Den Schirm betreffend kann die Zeichnung nur als eine Idee gelten, derselbe

wird erst später, wenn der grosse Plan fertig, nochmals geprüft und definitiv geordnet.

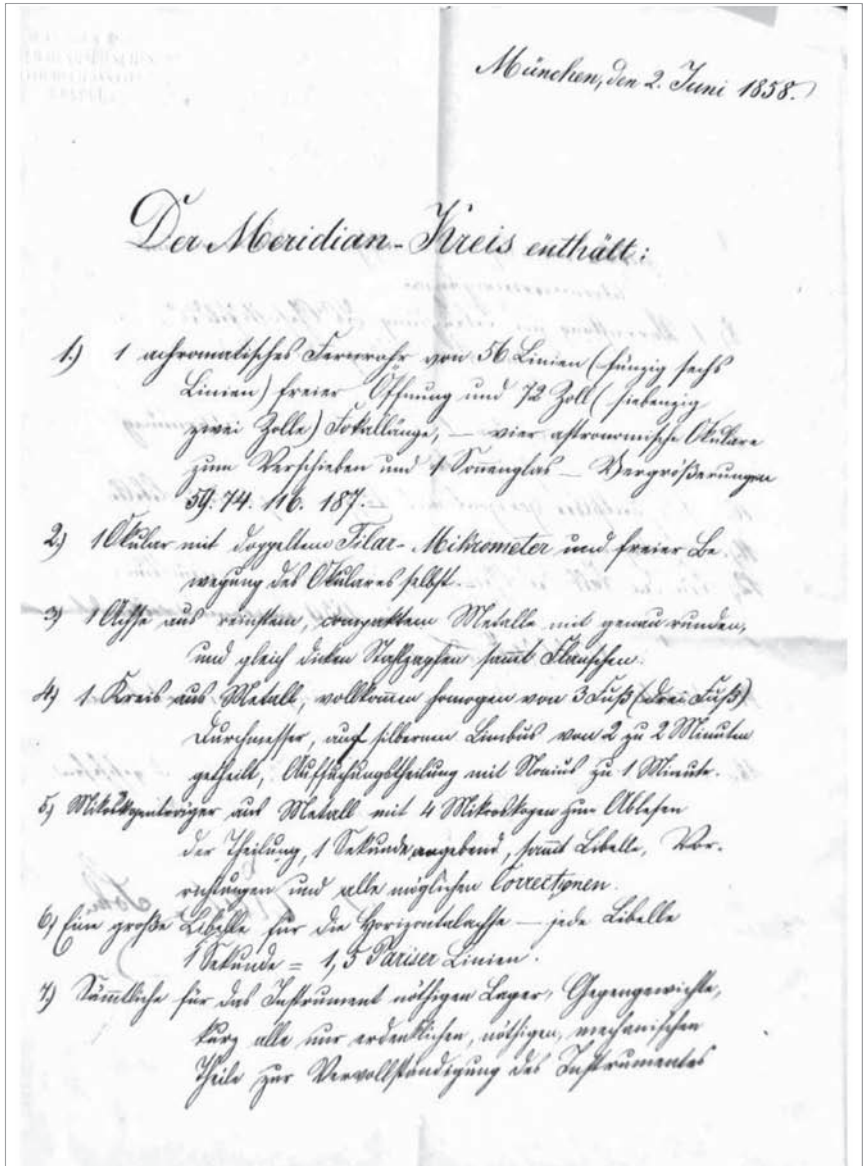
Wir überlassen Ihnen die Bestimmungen für die Garantie, Sie dürfen nur gefälligt nach Ihrem Ermessen die verschiedenen Punkte anführen. Wir denken auch, dass Sie mit der Art der Bezahlung zufrieden sein werden, es hat natürlich nichts auf sich, wenn diese eine mässige Zeit nach der Aufstellung erfolgt.

Sollten Sie irgend etwas noch zu erinnern haben, so bitten wir um gefällige Mitheilung, indem es uns ein Vergnügen sein wird Ihren Auforderungen aufs Vollkommenste zu entsprechen und ein Werk zu liefern, welches in jeder Beziehung würdig ist.

Wir sehen Ihren Nachrichten entgegen und haben die Ehre mit ausgezeichnetster Hochachtung zu sein,

ergebenste Diener
G. Ertel & Sohn

4. Annexe à la lettre d'Ertel & Sohn à Adolphe Hirsch, 2 juin 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich



München, den 2. Juni 1858.

Der Meridian-Kreis enthält:

1.) 1 astronomische Fernrohr von 56 Linien (fünfzig sechs Linien) freier Öffnung und 72 Zoll (siebenzig zwei Zolle) Brennweite, — vier astronomische Okulare zum Durchsehen und 1 Fadenglas — Vergrößerungen 39. 74. 116. 187.

2.) 1 Okular mit sogenanntem Filar-Mikrometer und freier Lagerung des Okularrohres selbst.

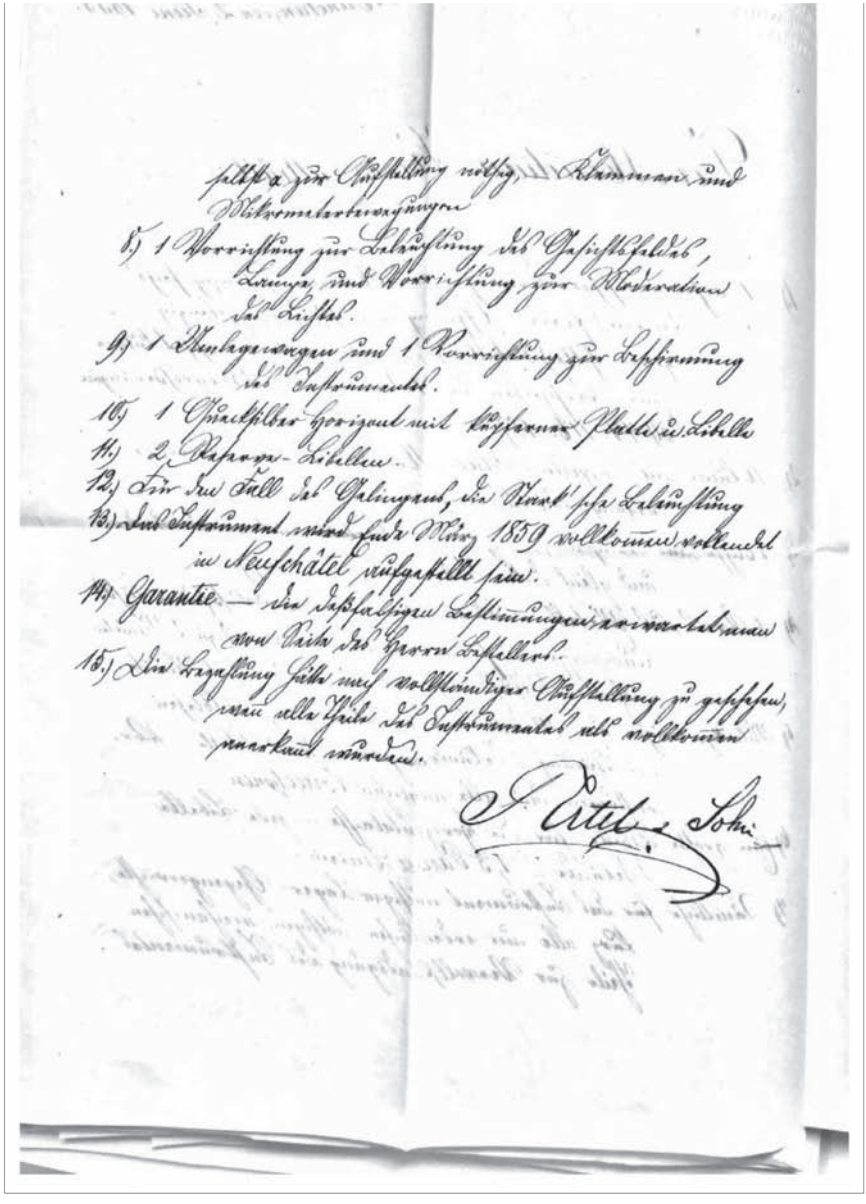
3.) 1 Achse mit runden, cylindrischen Zapfen mit genau runden, und gleich dicken Halszapfen samt Stellschrauben.

4.) 1 Kreis aus Metall, vollkommen fein gegossen von 3 Fuß (drei Fuß) Durchmesser, mit silbernem Limbus von 2 zu 2 Minuten getheilt, Theilungsbezeichnung mit Bezug zu 1 Minute.

5.) Mikroskopenträger aus Metall mit 4 Mikroskopen zum Ablesen der Theilung, 1 Balancier-Laufgewicht, samt Libelle, Vorrichtungen und alle möglichen Correctionen.

6.) Eine große Libelle für die Horizontalachse — jede Libelle 1 Pariser Zoll = 1,5 Pariser Linien.

7.) Vorrichtung für das Instrument nöthigen Lager-Gegengewichte, kurz alle zur ordentlichen, nöthigen, mechanischen Theile zur Vervollständigung des Instrumentes



Transcription de l'annexe à la lettre d'Ertel & Sohn à Adolphe Hirsch, 2 juin 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich

München, den 2. Juni 1858

Der Meridian-Kreis enthält:

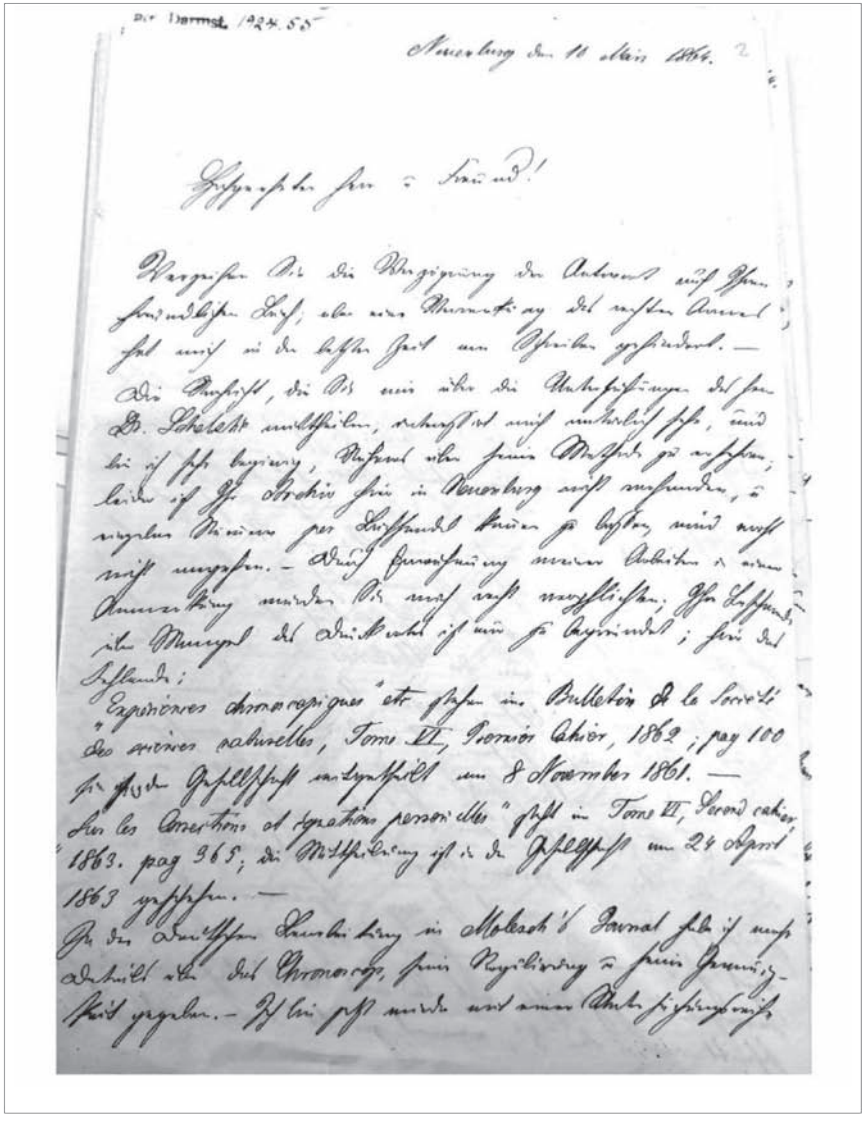
1) 1 achromatisches Fernrohr von 56 Linien (fünfzig sechs Linien) freier Öffnung und 72 Zoll (siebenzig zwei Zolle) Fokallänge, - vier astronomische Okulare zum Verschieben und 1 Sonnenglas – Vergrösserungen 59.74.116.187.
2) 1 Okular mit doppeltem Filar-Mikrometer und freier Bewegung des Okulares selbst.
3) 1 Achse aus reinstem, compaktem Metalle mit genau runden und gleich dicken Stahlzapfen samt Flanschen.
4) 1 Kreis aus Metall, vollkommen homogen von 3 Fuss (drei Fuss) Durchmesser, auf silbernen Limbus von 2 zu 2 Minuten getheilt, Aufsuchungstheilung mit Nonius zu 1 Minute.
5) Mikroskopenträger und Metall mit 4 Mikroskopen zum Ablesen den Theilung 1 Sekunde angebend, sammt Libelle, Vorrichtungen und alle möglichen Correctionen,
6) Eine grosse Libelle für die Horizontalachse – jede Libelle 1 Sekunde = 1,5 Pariser Linien.
7) Sämmtliche für das Instrument nöthigen Lager, Gegengewichte, kurz alle nur erdenklichen, nöthigen, mechanischen Theile zur Vervollständigung des Instrumentes selbst, zur Aufstellung nöthig. Klemmen und Mikrometerbewegungen
8) 1 Vorrichtung zur Beleuchtung des Gesichtsfeldes, Lampe und Vorrichtung zur Moderation des Lichtes.
9) 1 Umlegewagen und 1 Vorrichtung zur Bestimmung des Instrumentes.
10) 1Quecksilberhorizont mit kupferner Platte und Libelle.
11) 2 Reserve-Libellen
12) Für den Fall des Gelingens, die Stark'sche Beleuchtung.
13) Das Instrument wird Ende März 1859 vollkommen vollendet in Neufchâtel aufgestellt sein.

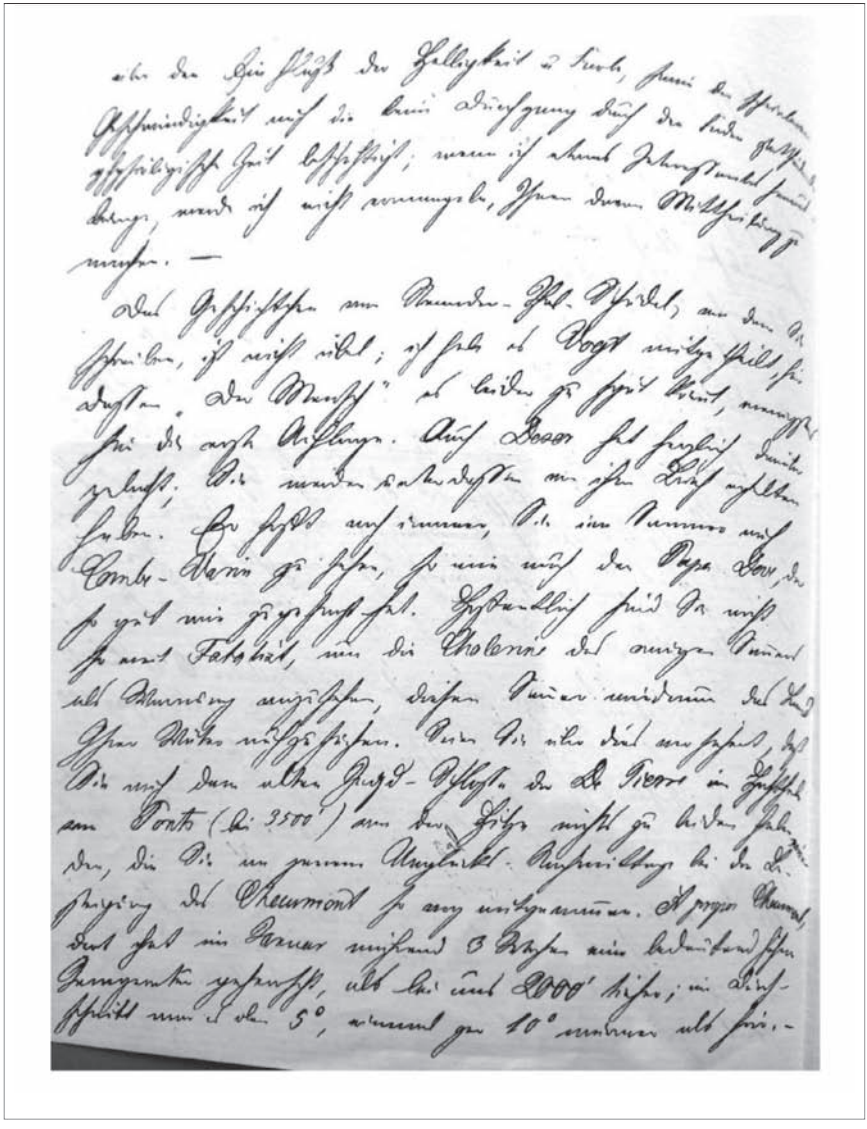
14) Garantie die dessfalsigen Bestimmungen erwartet man von Seite des Herrn Bestellers.

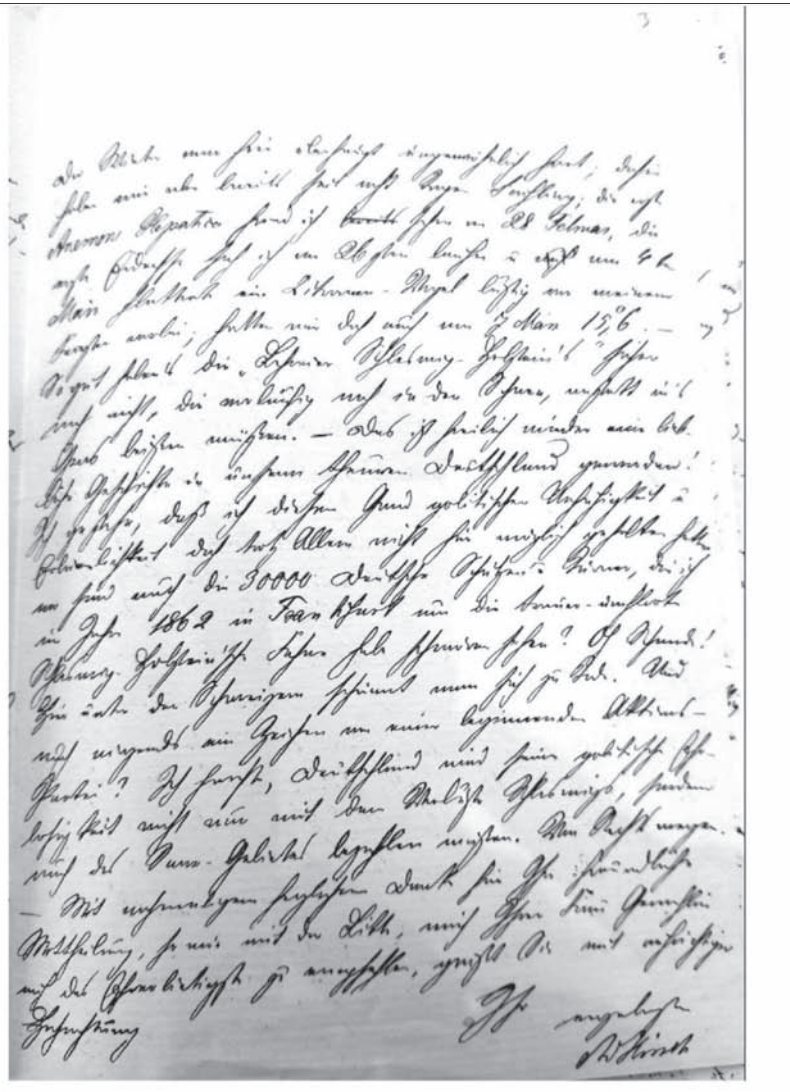
15) Die Bezahlung hätte nach vollständiger Aufstellung zu geschehen, wenn alle Theil des Instrumentes als vollkommen anerkennt wurden.

Correspondance d'Adolphe Hirsch à Emil du Bois-Reymond, Staatsbibliothek, Unter den Linden, Berlin Sammler Darmstaedter, J 1867 (10).

5. Lettre d'Adolphe Hirsch à Emil du Bois-Reymond, 10 mars 1864, Staatsbibliothek, Unter den Linden, Berlin, Sammler Darmstaedter, J 1867 (10)







Transcription de la lettre d'Adolphe Hirsch à Emil du Bois-Reymond, 10 mars 1864, Staatsbibliothek, Unter den Linden, Berlin, Sammler Darmstaedter, J 1867 (10)

Neuenburg den 10 März 1864.

Hochgeehrter Herr und Freund!

Verzeihen Sie die Verzögerung der Antwort auf Ihren freundlichen Brief; aber eine Verrenkung des rechten Armes hat mich in der letzten Zeit am Schreiben gehindert.

Die Nachricht, die Sie mir über die Untersuchungen des Herrn Dr. Schelske mittheilen, interessiert mich natürlich sehr, und bin ich sehr begierig, Näheres über seine Methode zu erfahren; leider ist Ihr Archiv hier in Neuenburg nicht vorhanden, und einzelne Nummern per Buchhandel kommen zu lassen, wird wohl nicht angehen. Durch Erwähnung meiner Arbeiten in einer Anmerkung würden Sie mich recht verpflichten; Ihre Beschwerde über Mangel des Druckortes ist nur zu begründet; hier das Fehlende:

„Expériences chronoscopiques" etc stehen im Bulletin de la Société des sciences naturelles, Tome VI, Premier cahier, 1862; pag 100; sie sind der Gesellschaft mitgetheilt am 8 November 1861.

„Sur les Corrections et équations personnelles" steht im Tome VI, Second cahier, 1863. pag 965; die Mittheilung ist in der Gesellschaft am 24 April 1863 geschehen.

In der deutschen Bearbeitung in Molesch's Journal habe ich mehr Details über das Chronoscop, seine Regulierung und seine Genauigkeit gegeben. Ich bin jetzt wieder mit einer Untersuchungsweise über den Einfluss der Helligkeit und Farbe, sowie der scheinbaren Geschwindigkeit auf die beim Durchgang durch die Fäden stattfindende physiologische Zeit beschäftigt; wenn ich etwas Interessantes herausbringe, werde ich nicht ermangeln, Ihnen davon Mittheilung zu machen.

Das Geschichtchen vom Neander-Thal-Schädel, von dem Sie schreiben, ist nicht übel, ich habe es Vogt mitgetheilt, für dessen „Der Mensch" es leider zu spät kommt, wenigstens für die erste Auflage. Auch Desor hat herzlich darüber gelacht; Sie werden unterdessen von ihm [einen] Brief erhalten haben. Er hofft noch immer, Sie im Sommer auf Combe-Varin zu sehen, so wie auch den Papa Dove, der so gut wie zugesagt hat. Hoffentlich sind Sie nicht so weit Fatalist, um die Cholerine des vorigen Sommers als Warnung anzusehen, diesen Sommer wiederum das Land Ihrer Väter aufzusuchen. Seien Sie aber

des versichert, dass Sie auf dem alten Jagd-Schloss der De Pierre im Hochthal von Ponts (bis 3500') von der Hitze nicht zu leiden haben werden, die Sie an jenem Unglücks-Nachmittage bei der Besteigung des Chaumont so arg mitgenommen. A propos Chaumont, dort hat im Januar während 3 Wochen eine bedeutend höhere Temperatur geherrscht, als bei uns 2000' tiefer; im Durchschnitt war es oben 5°, einmal gar 10° wärmer als hier.

Der Winter war hier überhaupt ungewöhnlich hart; dafür haben wir aber bereits seit acht Tagen Frühling, die erste *Anemone Hepatica* fand ich schon am 28 Februar. Die erste Eidechse sah ich am 26sten laufen und am 4ten März flatterte ein Zitronen-Vogel lustig vor meinem Fenster vorbei; hatten wir doch auch am 7 März 15,6°.

So gut haben es die «Befreier Schleswig-Holstein's» sicher noch nicht, die vorläufig noch in den Schnee, anstatt ins Gras beissen müssen. Das ist freilich wieder eine liebliche Geschichte in unserem theuren Deutschland geworden!

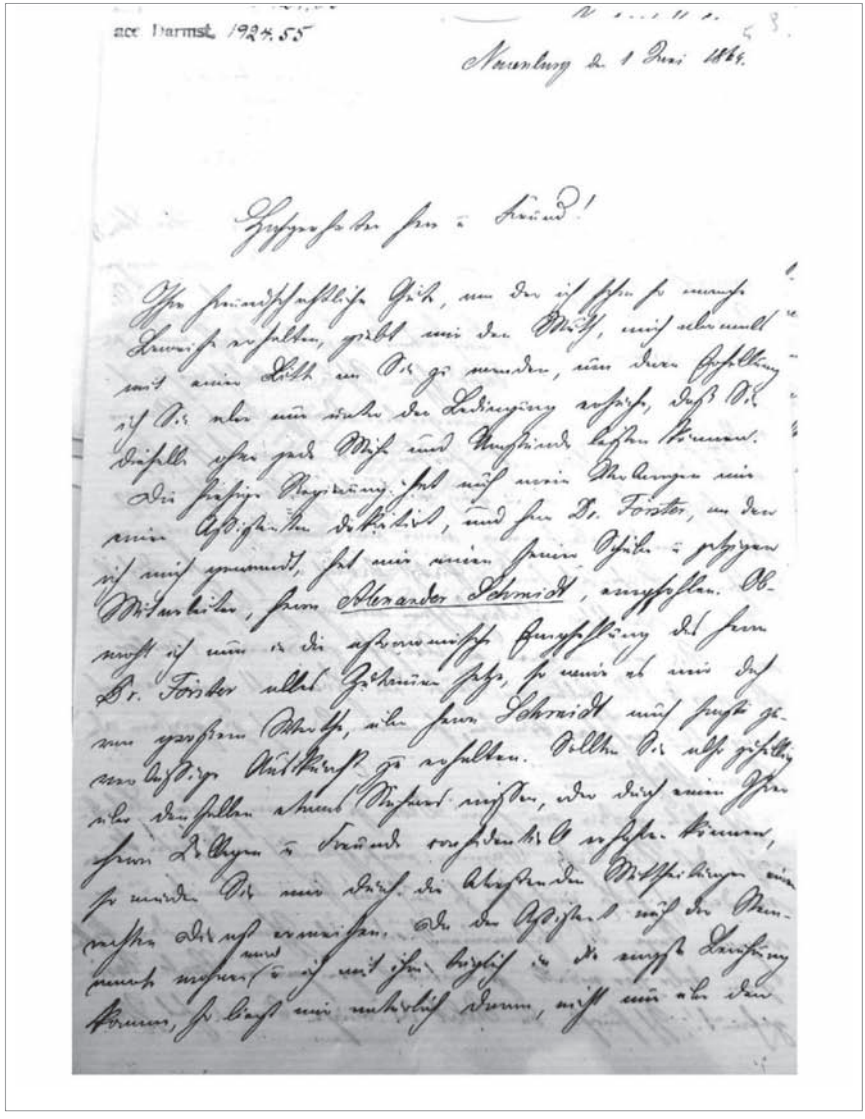
Ich gestehe, dass ich diesen Grad politischer Unfähigkeit und Erbärmlichkeit doch trotz Allem nicht für möglich gehalten hatte. Wo sind auch die 30'000 Deutsche Schützen und Turner, die ich im Jahr 1862 in Frankfurt um die trauer-umflorte Schleswig-Holstein'sche Fahne habe schwören sehen? Oh Schande!

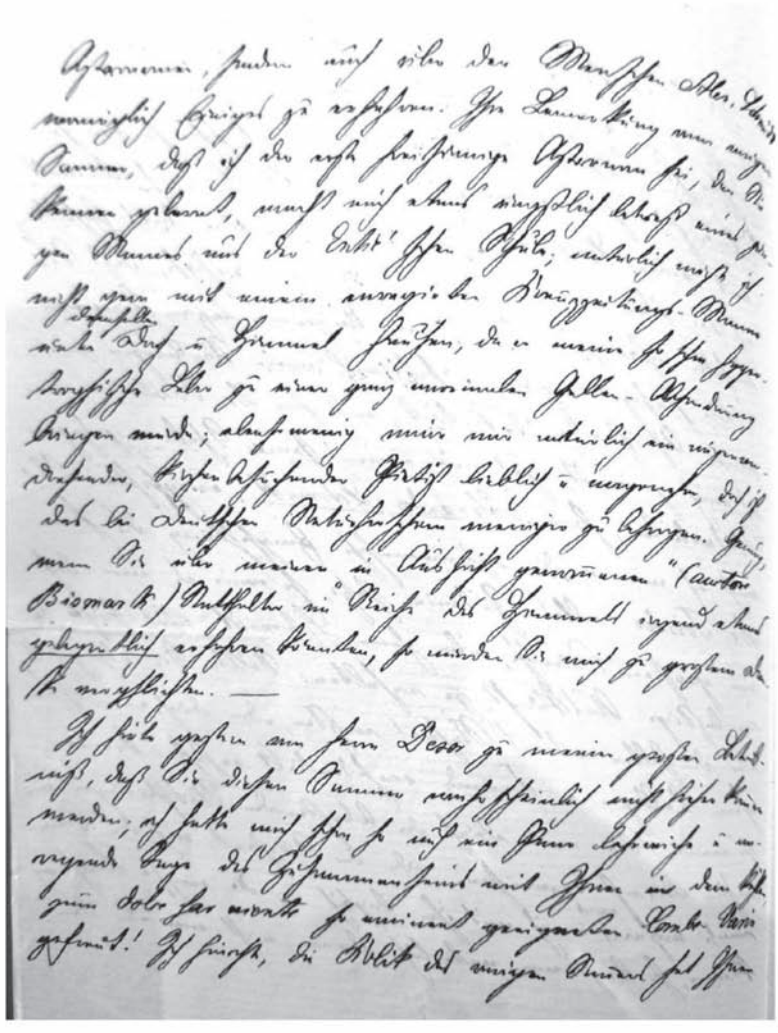
Hier unter den Schweizern schämt man sich zu Tode. Und auch nirgends ein Zeichen von einer beginnenden Aktions-Partei? Ich fürchte, Deutschland wird seine politische Ehrlosigkeit nicht nur mit dem Verluste Schleswigs, sondern auch des Seen-Gebietes bezahlen müssen. Von Rechts wegen.

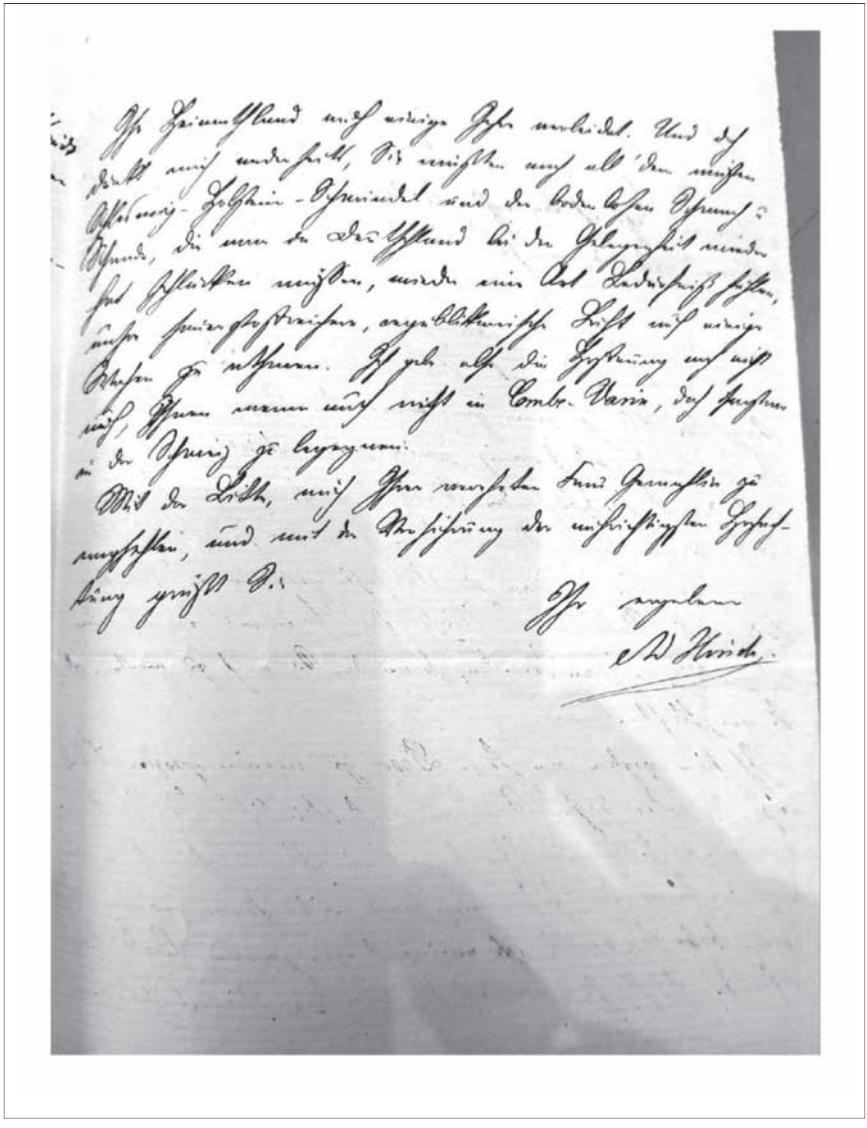
Mit nochmaligem herzlichem Dank für Ihre freundliche Mittheilung, sowie mit der Bitte, mich Ihrer Frau Gemahlin auf das Ehrenbietigste zu empfehlen, grüsst Sie mit aufrichtiger Hochachtung.

Ihr Ergebenster
A Hirsch

6. Lettre d'Adolphe Hirsch à Emil du Bois-Reymond, 1er juin 1864, Staatsbibliothek, Unter den Linden, Berlin, Sammler Darmstaedter, J 1867 (10)







Transcription de la lettre d'Adolphe Hirsch à Emil du Bois-Reymond, 1er juin 1864, Staatsbibliothek, Unter den Linden, Berlin, Sammler Darmstaedter, J 1867 (10)

Neuenburg den 1 Juni 1864

Hochgeehrter Herr und Freund!

Ihre freundschaftliche Güte, von der ich schon so manche Beweise erhalten, giebt mir den Muth, mich abermals mit einer Bitte an Sie zu wenden, um deren Erfüllung ich Sie aber nur unter der Bedingung ersuche, dass Sie dieselbe ohne jede Mühe und Umstände leisten können.

Die hiesige Regierung hat auf mein Verlangen mir einen Assistenten dekretiert, und Herr Dr. Förster, an den ich mich gewandt, hat mir einen seiner Schüler und jetzigen Mitarbeiter, Herrn Alexander Schmidt, empfohlen. Obwohl ich nun in die astronomische Empfehlung des Herrn Dr. Förster alles Zutrauen setze, so wäre es mir doch von grossem Werthe, über Herrn Schmidt auch sonst zuverlässige Auskunft zu erhalten. Sollten Sie also zufällig über denselben etwas Näheres wissen, oder durch einen Ihrer Herren Kollegen und Freunde confidentiell erfahren können, so würden Sie mir durch die betreffenden Mittheilungen einen rechten Dienst erweisen. Da der Assistent auf der Sternwarte wohnen wird und ich mit ihm täglich in die engste Berührung komme, so liegt mir natürlich daran, nicht nur über den Astronomen, sondern auch über den Menschen Alex. Schmidt womöglich Einiges zu erfahren. Ihre Bemerkung vom vorigen Sommer, dass ich der erste freisinnige Astronom sei, den Sie kennen gelernt, macht mich etwas ängstlich betreff eines jungen Mannes aus der Enke'schen Schule; natürlich möchte ich nicht gern mit einem enragierten Kreuzzeitungs-Manne unter demselben Dach und Himmel hausen, da er meine so schon hypertrophische Leber zu einer ganz anormalen Gallen-Absonderung bringen würde; ebenso wenig wäre mir natürlich ein ungemein drohender, kirchenbesuchender Pietist lieblich und angenehm, doch ist das bei Deutschen Naturforschern weniger zu befürchten. Genug, wenn Sie über meinen „in Aussicht genommenen» (auctore Bismark) Statthalter im Reiche des Himmels irgendetwas gelegentlich erfahren könnten, so würden Sie mich zu grossem Dank verpflichten.

Ich hörte gestern von Herrn Desor zu meiner grossen Betrübniss, dass Sie diesen Sommer wahrscheinlich nicht hieher kommen werden; ich hatte mich schon so auf ein paar lehrreiche und anregende Tage des Zusammenseins mit Ihnen in dem kühlen, zum *dolce far niente* so eminent geeigneten Combe-Varin gefreut! Ich fürchte, die Kolik des vorigen Sommers hat Ihnen Ihr

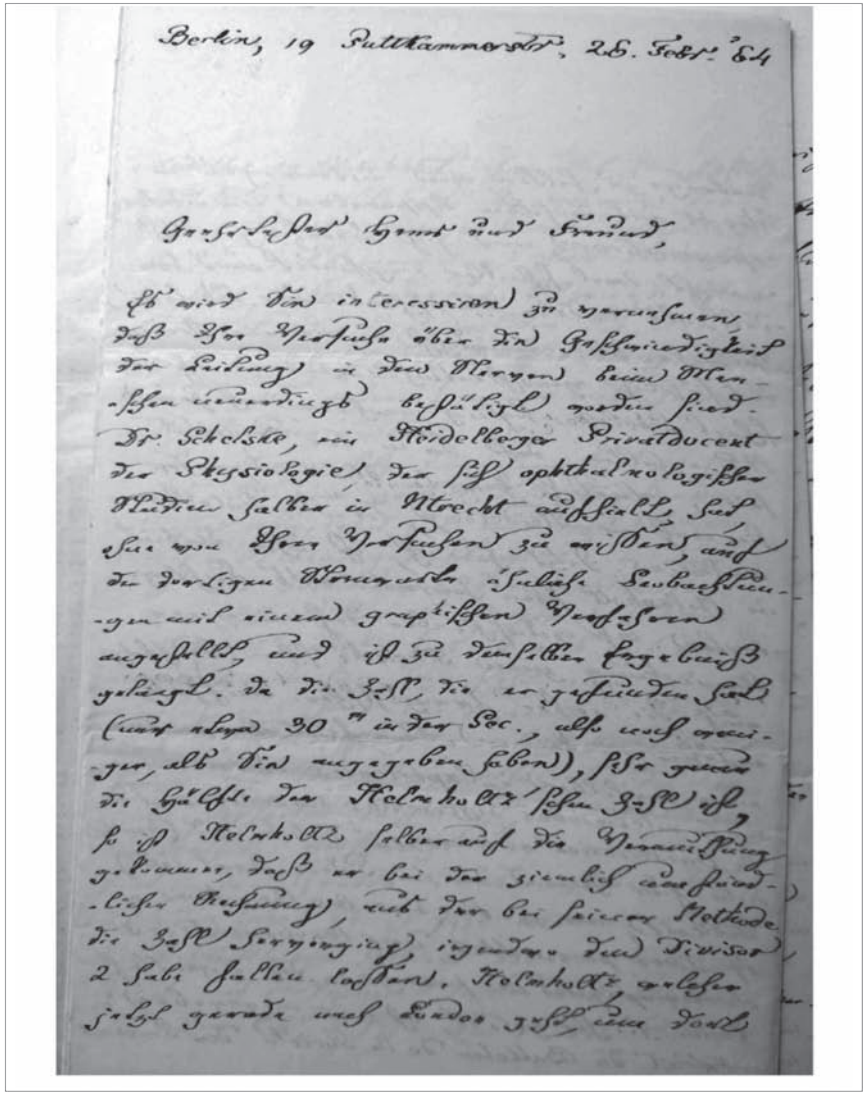
Heimatland auf einige Jahre verleidet. Und doch dünkt mich anderseits, Sie müssten nach all' dem wüsten Schleswig-Holstein-Schwindel und der bodenlosen Schmach und Schande, die man in Deutschland bei der Gelegenheit wieder hat schlucken müssen, wieder eine Art Bedürfniss fühlen, unsere sauerstoffreichere, republikanische Luft auf einige Wochen zu athmen. Ich gebe also die Hoffnung noch nicht auf, Ihnen wenn auch nicht in Combe-Varin, doch sonstwo in der Schweiz zu begegnen.

Mit der Bitte, mich Ihrer verehrten Frau Gemahlin zu empfehlen, und mit der Versicherung der aufrichtigsten Hochachtung grüsst Sie

Ihr ergebener
Ad. Hirsch

Correspondance d'Emil du Bois-Reymond à Adolphe Hirsch, AEN, 2IND-8, correspondances 1858-1869.

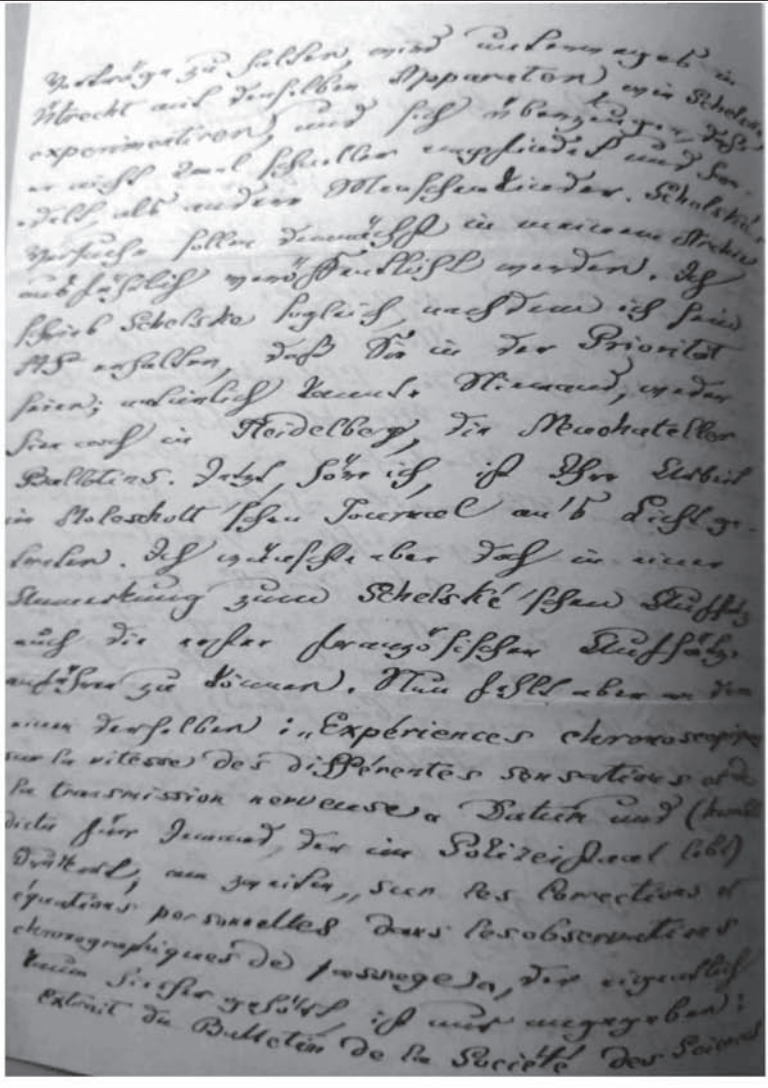
7. Lettre d'Emil du Bois-Reymond à Adolphe Hirsch, 26 février 1864, Staatsbibliothek, Unter den Linden, Berlin, Sammler Darmstaedter, J 1867 (10)

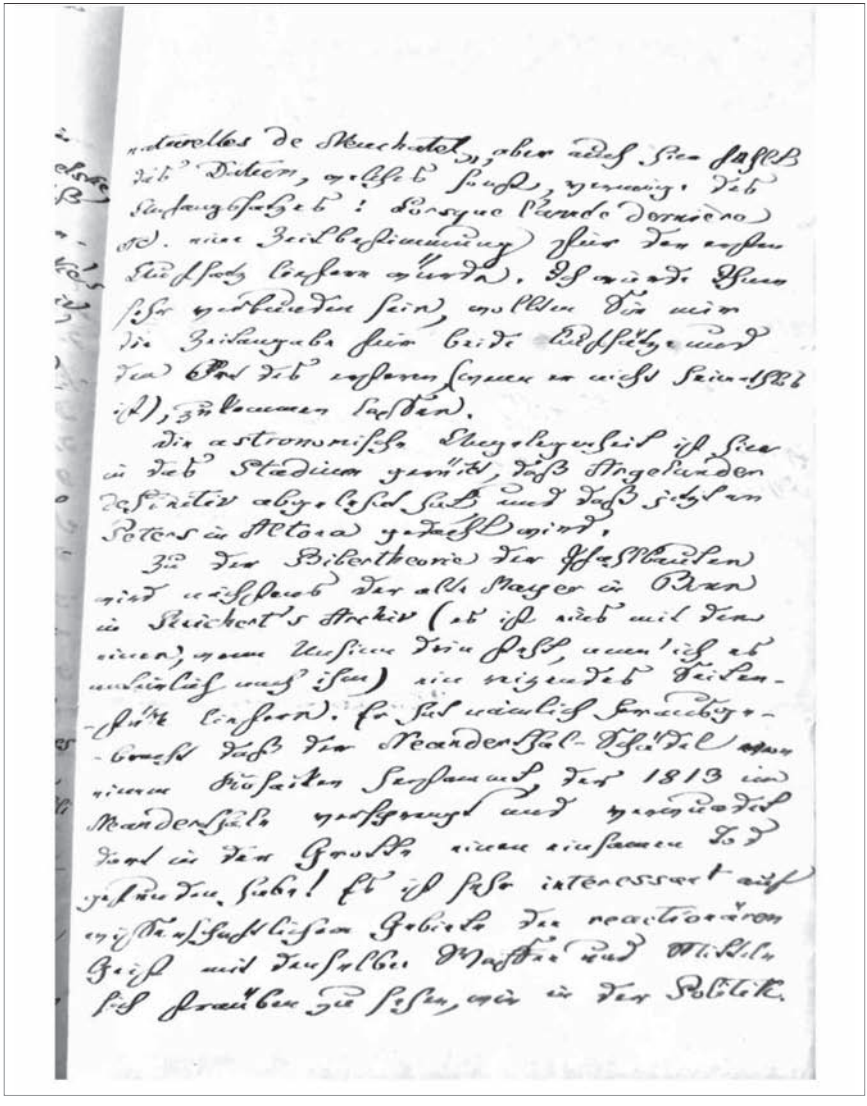


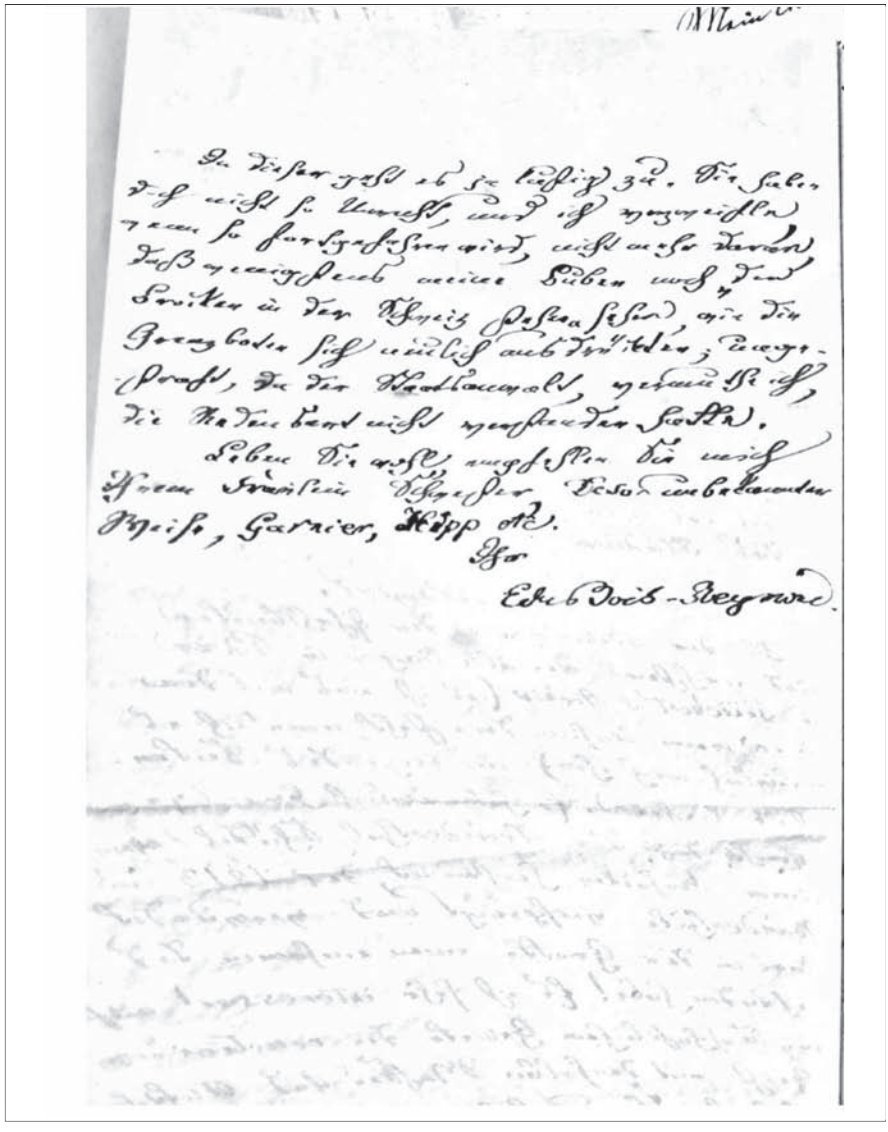
Berlin, 19 Dorotheenstr. 26. Febr. 64

Ganz ergebenst Ihr

Es wird Ihnen interessiren zu vernehmen, dass Ihre Versuche über die Geschwindigkeit der Leitung in den Nerven beim Menschen neuerdings bestätigt worden sind. Dr. Schelske, ein Heidelberger Privatdocent der Physiologie, der sich ophthalmologischen Studien halber in Utrecht aufhält, hat Ihre neuen Versuche über Leitungsgeschwindigkeit mit einem graphischen Verfahren angestellt und ist zu denselben Ergebnissen gelangt. Da die Zahl, die er gefunden hat (zwischen 30 m in der Sec., also noch weniger, als Sie angegeben haben), für gewöhnliche Nerven die Helmholtz'schen Zahl ist, so ist Helmholtz selber auf die Vermuthung gekommen, dass er bei der ziemlich complicirten Rechnung, und bei der bei seiner Methode die Zahl Verzögerung irgendwo den Divisor 2 habe fallen lassen, Helmholtz erklärt selbst gerade unsere Zahlen für sehr







Transcription de la lettre d'Emil du Bois-Reymond à Adolphe Hirsch, 26 février 1864, Staatsbibliothek, Unter den Linden, Berlin, Sammler Darmstaedter, J 1867 (10)

Berlin, 19 Puttkammerstrasse, 26 februar 1864

Geehrtester Herr und Freund,

Es wird Sie interessieren zu vernehmen, dass Ihre Versuche über die Geschwindigkeit der Leitung in den Nerven beim Menschen neuerdings bestätigt worden sind. Dr. Schelske, ein Heidelberger Privatdocent der Physiologie, der sich ophthalmologischer Studien halber in Utrecht aufhielt, hat, ohne von Ihren Versuchen zu wissen, auf der dortigen Sternwarte ähnliche Beobachtungen mit einem graphischen Verfahren angestellt, und ist zu demselben Ergebnis gelangt. Da die Zahl, die er gefunden hat (nur etwa 30m in der Secunde, also noch weniger als Sie angegeben haben), sehr genau die Hälfte der Helmholtz'schen Zahl ist, so ist Helmholtz selber auf die Vermuthunggekommen, dass er bei der ziemlich umständlichen Rechnung, aus der bei seiner Methode die Zahl hervorging, irgendwo den Divisor 2 habe fallen lassen. Helmholtz, welcher jetzt gerade nach London geht, um dort Vorträge zu halten, wird unterwegs in Utrecht mit denselben Apparaten, wie Schelske experimentieren, und sich überzeugen, dass er nicht viel schneller empfindet und handelt als andere Menschenkinder. Schelske's Versuche sollen demnächst in meinem Archiv ausführlich veröffentlicht werden. Ich schrieb Schelske sogleich, nachdem ich sein Manuscript erhalten, dass Sie in der Priorität seien; natürlich kannte niemand, weder hier noch in Heidelberg, die Neuchateller Bulletins. Jetzt, höre ich, ist Ihre Arbeit im Moleschott'schen Journal ans Licht getreten. Ich wünschte aber doch in einer Anmerkung zum Schelske'schen Aufsatz auch die ersten französischen Aufsätze anführen zu können. Nun fehlt aber an dem einen derselben: «Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse» Datum und (horribilie dictu für jemand, der im Polizeistaat lebt) Druckort, am zweiten, «Sur les corrections et équations personnelles dans les observations chronographiques de passages», der eigentlich kaum hierher gehört, ist nur angegeben: Extrait du Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel», aber auch hier fehlt das Datum, welches sonst vermöge des Anfangssatzes: «Lorsque l'année dernière etc.» eine Zeitbestimmung für den ersten Aufsatz liefern würde. Ich würde Ihren sehr verbunden sein, wollten Sie mir die Zeitangabe für beide Ausätze und den Ort des ersteren (wenn er nicht heimatlos ist), zukommen lassen.

Die astronomische Angelegenheit ist hier in das Stadium gerückt, dass Angelanden definitiv abgelehnt hat und dass jetzt an Peters in Altona gedacht wird.

Zu der Bibertheorie der Pfahlbauten wird nächstens der alte Mayer in Bern in Rückert's Archiv (es ist mies mit dem neuen, wenn Unsinn drin steht, nenn ich es natürlich nach ihm) ein reizendes Seitenstück liefern. Er hat nämlich herausgebracht, dass der Neanderthal-Schädel von einem Kosacken herstammt, der 1813 im Neanderthale versprengt und verwundet dort in der Grotte einen einsamen Tod gefunden habe! Es ist sehr interessant auf wissenschaftlichem Gebiete den reactionären Geist mit denselben Weisen und Mitteln sich sträuben zu sehen, wie in der Politik. In dieser geht es ja lästig zu. Sie haben doch nicht so Unrecht, und ich verzweifle, wenn so fortgefahren wird, nicht mehr daran, dass wenigstens meine Buben noch «die Brücken in der Schweiz stehen» sehen, wie die Grenzboten sich neulich ausdrückten; ungestraft, da der Staatsanwalt, vermuthlich, die Redensart nicht verstanden hatte.

Leben Sie wohl, empfehlen Sie mich Ihrem Fräulein Schwester, Desor unbekannter Weise, Garnier, Hipp, etc.

Ihr

Ed du Bois-Reymond.

Sources

Sources manuscrites

Archives de l'État de Neuchâtel (AEN)

Département de l'Économie publique

- 1 EP-352 à 368/1 : Observatoire cantonal
- 2 EP-576 à 579 : Observatoire cantonal
- 2 EP-1148/1 à 1151/1 : Observatoire cantonal

Département des Finances

- 1 FIN-457 à 458 : Succession du Dr Adolphe Hirsch

Département de l'Industrie

- 1IND-340 à 352 : Observatoire cantonal
- 2IND-1 à 99 : Observatoire (1841-1990)

Département de l'Instruction publique

- 1 IP-702 à 711 : Correspondance du recteur de l'Académie
- 1 IP-802 à 803 : Observatoire de Neuchâtel
- 2 IP-363 : Faculté des sciences, Observatoire cantonal

Département des Travaux publics

- 1 TP-319
- 1 TP-760
- 1 TP-792 à 794 : Bâtiments de l'État : Observatoire
- 1 TP-995 à 1003 : Intendance de l'État : Observatoire

Écoles, Fonds de l'Université

- 2IND-4 à 6

Fonds de Couvet

Manuels du Conseil d'État

Centre suisse d'électronique et de microtechnique (CSEM)

- Archives de l'Observatoire non inventoriées

Bibliothèque publique et universitaire Neuchâtel (BPUN)

– 102-OBSE-1 à 4 : correspondance des directeurs
– 104-OBSE-1 : dossiers divers
– 106-OBSE-1 à 2 : notes de cours et autres textes
– Manuscrits divers

Cambridge Library, Cambridge

– GBR/0180/RGO 7/142
– GBR/0180/RGO 7/148
– GBR/0180/RGO 9/110.
– GBR/0180/RGO 9 /111.
– GBR/0180/RGO 9/219
– GBR/0180/RGO 9/227
– GBR/0180/RGO 9/241
– GBR/0180/RGO 9/275
– GBR/0180/RGO 9/620
– GBR/0180/RGO 9/654
– GBR/0180/RGO 10/338
– GBR/0180/RGO 21/1/11
– GBR/0180/RGO 21/1/15
– GBR/0180/RGO 21/1/78
– GBR/0180/RGO 16/313/13
– GBR/0180/RGO 16/333/21
– GBR/0180/RGO 16/333/26
– GBR/0180/RGO 87/89
– GBR/0180/RGO 103/box 4
– GBR/0180/RGO 220/2/3/11
– GBR/0180/RGO 220/2/4/3

Archives communales de La Chaux-de-Fonds

– Fonds L3A

Archives de la ville du Locle

– Fonds : G411 à G413

Archives de la ville de Neuchâtel

– Chemin de l'Observatoire (1858-1867)
– Fiches d'état civil
– Manuel des Quatre-Ministériaux
– Registres des contributions
– Registres des procès-verbaux du conseil municipal

Centre d'étude l'Homme et le Temps, Musée international d'horlogerie de La Chaux-de-Fonds

– Fédération horlogère
– *Journal suisse d'horlogerie*
– Société suisse de chronométrie

Département audiovisuel de la Bibliothèque de la Ville de La Chaux-de-Fonds

– Fonds iconographiques

Bibliothèque de l'Institut de France

– Correspondance Adolphe Hirsch, MS 3711

Conservatoire national des arts et métiers

– Fonds iconographique

Archives fédérales

– E89 1000/1172 BD : 23, 24 : Association géodésique internationale
– E 1047-01 2005-60 Band 4 : Nr. 530. Observatoire de Neuchâtel 1879-1886
– E2001 (E) 1968/82

Archives de la Radio-Télévision Suisse

– Archives audio

Stadtmuseum Aarau

– Sammlung Kern, non inventoriée

Deutsches Museum

– « Verzeichniss der mathematischen Instrumente, welche in dem Reichenbach'schen mathematisch-mechanischen Institute T. Ertel & Sohn in München um beigesetzte Preise verfertigt werden », 1849, Deutsches Museum, T. Ertel & Sohn, Reichenbachsches Mathem.-Mech. Institut, FS 1154.
– « Universalinstrumente und Theodoliten », Berlin, 1883, Deutsches Museum Munich, FS 197, n° 10.
– « Preis-Verzeichniss n° XI. Wissenschaftliche Instrumente », Berlin, 1904, Deutsches Museum Munich, FS 272.
– « Preis-Verzeichnis n° XII. Wissenschaftliche Instrumente. Astronomische und Geodätische Messinstrumente », Berlin, 1908, Deutsches Museum Munich, FS 274, n° 3.
– « Tragbare Passage-Instrumente », Berlin, 1931, Deutsches Museum Munich, FS 197, n° 4 et n° 5.
– « Instrumente für Landvermessung und höhere Geodäsie », Berlin, 1932, Deutsches Museum Munich, FS 197, n° 8.

Deutsches Technikmuseum Berlin

– « Astronomische Instrumente », Askania, 1935, Archive of the Deutsches Technikmuseum Berlin, III.2, 06132.
– « Astro 40 », Askania, Archive of the Deutsches Technikmuseum Berlin, III.2, 10068.

Musée de la communication de Berne

– Tele-005, A0002-1
– T-00 A_0291
– T-00 A_0452

Observatoires, archives matérielles

– Observatoire d'Athènes
– Observatoire de Besançon
– Observatoire de Bordeaux
– Observatoire de Bruxelles
– Observatoire de Cambridge
– Observatoire de Genève
– Observatoire de Greenwich
– Observatoire de Hambourg (Bergedorf)
– Observatoire d'Heidelberg
– Observatoire d'Hendaye (Château d'Abbadia)
– Observatoire de Palerme
– Observatoire de Paris
– Observatoire de Potsdam
– Observatoire de Yerkes
– Observatoire de Zurich (Semper)

Royal Society

– Minutes of the Council of the Royal Society
– HS.26.32
– HS 26.29

Staatsbibliothek, Unter den Linden

– *Astronomische Nachrichten*
– Sammlung : Darmstaedter J 1867 (10) : Adolphe Hirsch
– « Verzeichniss der mathematischen Instrumente, welche in dem Reichenbach'schen mathematisch-mechanischen Institute T. Ertel & Sohn in München um beigesetzte Preise verfertigt werden », *Astronomische Nachrichten*, 30 (25), 1850, 367-372 ; 31 (5), 1851, 27-32 ; et 31 (2), 1851, pp. 75-78.

Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften

– Matrikelbucheintrag
– Sternwarte, Nr. 206

Tyne & Wear Archives, Newcastle upon Tyne

– Accession 1919
– Accession 1681
– DS.GP/4/PH/1/I

Archives de l'association Espace-Temps

– Divers
– Fonds iconographiques

Sources imprimées

Airy George-Biddell, « Description of the transit circle of the royal observatory Greenwich », *Greenwich Observations*, 1852.

Airy George-Biddell, *Astronomical and Magnetical and Meteorological Observations Made at the Royal Observatory, Greenwich in the Year 1878*, Londres, v. 1880.

Amtliches Verzeichnis des Personals und der Studirenden der königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin auf das Winterhalbjahr vom 16. october 1882 bis 15. März 1883, Berlin, 1882, p. 28.

Amtliches Verzeichnis des Personals und der Studirenden der königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin auf das Winterhalbjahr vom 16. october 1887 bis 15. März 1888, Berlin, 1887, p. 33.

André Charles, Angot Alfred, *L'Astronomie pratique et les observatoires en Europe et en Amérique depuis le milieu du XVII^e siècle jusqu'à nos jours*, 5 volumes, Paris, Gauthier-Villars, 1874-1881.

Annuaire et almanach du commerce et de l'industrie, Paris, 1840-1864.

Anonyme, *Précis de la séance de la Société d'émulation patriotique de Neuchâtel du 3 juillet 1828,* Neuchâtel, 1828.

Anonyme, *Indicateur des Montagnes pour 1855*, La Chaux-de-Fonds, 11^e année, 1854, BVCF, n^o 866.

Anonyme, « La science de l'économie politique et……. M. le Dr Hirsch ! », *La Solidarité horlogère*, 8, 19 février 1887, p. 1.

Anonyme, « Adolphe Hirsch », *Journal suisse d'horlogerie*, 11, mai 1901, pp. 418-420.

Anonyme [A.B.], « Samuel de Perrot-Suchard : 1862-1934 », *BSSNN*, 59, 1934, pp. 2-7.

Anonyme, « L'observatoire a depuis hier un nouveau directeur », *FAN*, 7 juillet 1934, p. 10.

Anonyme, « Louis Arndt », *Le Véritable Messager boiteux, 1941, pp. 50-51.*

Anonyme, « La Suisse horlogère. Le 75e anniversaire de la Chambre suisse de l'horlogerie 1876-1951 », *La Suisse horlogère*, 66, 1951, numéro spécial 26, pp. 365-408.

Arago François, *Astronomie populaire : œuvre posthume*, [nouvelle édition mise au courant des progrès de la science par M. Jean-Augustin Barral], tome 2, Paris, 1864.

« Arrêté concernant l'observation des pendules de précision à l'Observatoire cantonal, 17 novembre 1905, AEN, *Lois et décrets*, 29, p. 157.

B. G., « Un départ à l'Université », *L'Express*, 30 juillet 1928, p. 6.

Bérard, Dumas, Payen, Molard jeune et Péclet, *Annales de l'industrie française et étrangère*, tome second, Paris, 1828, p. 256.

Berthoud Ferdinand, « Horlogerie », Diderot Denis, D'Alembert Jean Le Rond (dir), *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers par une société de gens de lettres, tome VIII,* Neuchâtel, 1765, pp. 303-310.

Berthoud Ferdinand, *Essai sur l'horlogerie ; dans lequel on traite de cet Art relativement à l'usage civil, à l'astronomie et à la Navigation, en établissant des principes confirmés par l'expérience*, en 2 volumes, Paris, Mérigot, 1786.

Berthoud Ferdinand, *Histoire de la mesure du temps par les horloges, tome 1*, Paris, 1802.

Berthoud Ferdinand, *Histoire de la mesure du temps par les horloges*, tome 2, Paris, 1802.

Bessel Friedrich Wilhelm, *Astronomische Beobachtungen auf der Koniglichen Universitiits-Sternwarte in Konigsberg von F. W. Bessel*, 8, Königsberg, 1823.

Bessel Friedrich Wilhelm, « Ueber die Verbindung der astronomischen Beobachtungen mit der Astronomie », Populäre Vorlesungen, Hamburg, 1848, pp. 408-457.

Bessel Friedrich Wilhelm, *Abhandlungen*, 3, Leipzig, 1875-1876, pp. 300-304.

Du Bois-Reymond Emil, *Untersuchungen über thierische Elektricität*, Berlin, 1848.

Bonhôte Daniel, « 5 minutes avec M. Jean-Pierre Blaser, nouveau directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », *L'Express*, 14 décembre 1955, p. 16.

Boquet Félix, « Sur l'organisation du service de l'heure à l'Observatoire de Paris », *Société astronomique de France*, juin 1913, pp. 241-258.

Bosch Joseph et Bosch Albert, « Catalogue 22 : instruments sismographiques », Strasbourg, 1910.

Bowring John, *Report on the Commerce and Manufactures of Switzerland,* Londres, 1836.

Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel.

Cassini Jean-Dominique, *Mémoires pour servir à l'Histoire des Sciences et à celle de l'Observatoire royal de Paris, suivis de la vie de J.-D. Cassini, écrite par lui-même, et des éloges de plusieurs Académiciens morts pendant la Révolution,* Paris, Bleuet, 1810.

Catalogue général officiel – Exposition internationale de l'électricité, Paris 1881, ministère des Postes et des Télégraphes, Paris, Lahure, 1881.

Comité international des poids et mesures*, Procès-verbaux des séances de l'année 1883*, Paris, 1884.

« Compte-rendu de la 45e session de la Société suisse des sciences naturelles réunie à Lausanne, les 20, 21 et 22 août 1861 », *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden* Gesellschaft [Actes de la Société helvétique des sciences naturelles] ou [Atti della Società elvetica di scienze naturali], 45, 1861.

Das Telegraphen- und Telephonwesen in der Schweiz, 1852-1902, Bern, Schweizerische Telegraphen-Direktion, 1902.

« Discours de M. André Sandoz », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01.

Droz Edmond, « La transmission automatique du signal horaire par l'Observatoire chronométrique de Neuchâtel aux stations suisses de radiodiffusion », *JSH*, 10, octobre 1932, pp. 205-209.

« Exposé de M. Jean-Pierre Blaser, directeur », centenaire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, 22 mai 1958, AEN, 5CHA-3/01.

Exposition des produits de l'industrie française en 1839. Rapport du jury central, Tome 2, Paris, 1839.

« Extraits de la Feuille officielle », Feuille d'avis de Neuchâtel et du vignoble neuchâtelois, 60, 26 juillet 1862, p. 1.

Favarger Albert, *L'Électricité et ses applications en chronométrie,* Neuchâtel, Privat, 1886.

Faye Hervé, *Cours d'astronomie de l'école polytechnique. Première partie,* Paris, Gautier-Villars, 1881.

Fayet Gaston, « F. Cohn. – Rektaszensions-Beobachtungen von 4066 Sternen, mit dem selbstregistrirenden Mikrometer des Repsoldschen Meridiankreises in den Jahren 1901 bis 1907 », *Bulletin astronomique*, 28, 1911, pp. 424-437.

Galilei Galileo, *Dialogo sui due massimi sistemi del mondo*, 1632.

Gauss Carl Frédéric, *Determinatio attractionis : quam in punctum quodvis positionis datae exerceret planeta, si eius massa per totam orbitam, ratione temporis, quo singulae partes describuntur, uniformiter esset dispertita*, Göttingen, 1818.

Gautier Raoul, « Exposé historique des travaux de la Commission géodésique suisse de 1862 à 1892 », *BSSNN*, 21, 1892-1893, pp. 35-69.

Gautier Raoul, « Alfred de Quervain », *Le Globe. Revue genevoise de géographie*, 66, 1927, pp. 28-36.

Gautier Raoul et Tiercy Georges, *L'Observatoire de Genève, 1772-1830-1930*, Genève, Publications de l'Observatoire, 1930.

Gould Benjamin, « An account of the Observatoty at Pulkowa », *North American Review*, 1849.

Gruey Louis-Jules, « Visite à divers observatoires étrangers », *Mémoires de la Société d'émulation du Doubs*, 1883, pp. 39-88.

Guillaume Charles-Édouard, « Adolphe Hirsch », *La Nature,*1459, 1901, pp. 383-384.

Guillemin Amédée, *The Heavens: An Illustrated Handbook of Popular Astronomy*, Londres, Richard Bentley, 1866.

Guinand Aimé, « Lettre du 26 décembre 1829 », *Bibliothèque universelle des sciences, belles-lettres, et arts, rédigée à Genève*, 15, 43, 1830, pp. 222-228.

Helmholtz Hermann, « Messungen über zeitlichen Verlauf der Zuckung animalischer Muskeln und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den Nerven », *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin*, 17, 1850, pp. 176-364.

Helmholtz Hermann, « Messungen über Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven », *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin*, 19, 1852, pp. 199-216.

Helmholtz Hermann, « Über die Methoden, kleinste Zeittheile zu messen, und ihre Anwendung für physiologischie Zwecke », *Wissenschaftliche Abhandlungen, Bd. II*, Leipzig J. A. Barth, 1883 [1850], pp. 862-880.

Hipp Matthias, « Über seine telegraphische Eisenbahn-Control-Uhr », *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellchaft in Bern*, 317-318, 1854, pp. 62-64.

Hipp Matthias, « Über gleichzeitiges Telegraphiren in entgegengesetzten Richtungen mittelst des gleichen Leitungsdrahts », *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellchaft in Bern*, 341-342, 1855, pp. 81-89.

Hipp Matthias, « Über Verschiedenheit der Wirkung gleich starker Ströme auf Electromagnete », *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellchaft in Bern*, 352-354, 1855, pp. 190-192.

Hipp Matthias, « Über den elektrischen Wehstuhl », *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellchaft in Bern*, 370-374, 1856, pp. 81-100.

Hipp Matthias, « Über eine neue Anwendung der Elektrizität », *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellchaft in Bern*, 391-393, 1857, pp. 66-70.

Hipp Matthias, « Über die Störungen der elektrischen Telegraphen während der Erscheinung eines Nordlichts », *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellchaft in Bern*, 444-446, 1860, pp. 33-37.

Hipp Matthias, *Prix courant de la fabrique de télégraphes et d'appareils électriques à Neuchâtel, Hipp – Section B – appareils scientifiques*, Neuchâtel, 1869.

Houriet Jacques-Frédéric, *Essai sur la mesure du temps par les horlogers*, 1816, BPUN, MS.1855.

Houriet Jacques-Frédéric, *Plan d'un nouveau correcteur employé avec succès ; avec les figures du rouage qui composent la pendule de règle destinée pour l'hôtel de ville de Neuchâtel, construit en 1804, et fini en 1805*, BPUN, MS 1858.

Houriet Jacques-Frédéric, *Essai sur l'isochronisme des ressorts spiraux à rendre la marche des horloges plus exacte*, Le Locle, 1814.

Jeanneret Frédéric-Alexandre et Bonhôte James Henri, *Biographie neuchâteloise*, 2 tomes, Le Locle, 1863.

Joint Committee for guides in metrology, *Évaluation des données de mesure – Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*, 100, septembre 2008 [1re édition].

Juvet Gustave, « Eugène LeGrandRoy : 1852-1926 », *BSSNN*, 51, 1926, pp. 211-214.

Kowalski Aleksandr Marianovich, (1897) « Uber das neue selbstregistrierende Mikrometer von Repsold », *Bulletin de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg*, Série V, Tome VI, 5, 1897, pp. 489-504.

Lamont Johann, « Jahresbericht 1838 », *Jahrbuch der Königlichen Sternwarte bei München*, 1840, pp. 185-209.

Laracine Marin, *Description pittoresque et critique de La Chaux-de-Fonds*, La Chaux-de-Fonds, Convert, 1852.

Laugier Paul Auguste Ernest et Winnerl Joseph-Thaddeus, « Mémoire sur l'influence du ressort de suspension sur la durée des oscillations du pendule », *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 21, Paris, juillet-décembre 1845, pp. 117-123.

LeGrandRoy Eugène, « Adolphe Hirsch », *BSSNN*, 29, 1900-1901, pp. 3-35.

Lepaute Jean-André, *Traité d'horlogerie : contenant tout ce qui est nécessaire pour bien connaître et pour régler les pendules et les montres, la description des pièces d'horlogerie les plus utiles, des répétitions, des équations, des pendules à une roue, & celle du nouvel échappement, un traité des engrénages, avec plusieurs tables, & XVII planches en taille-douce : augmenté de la description d'une nouvelle pendule policamératique*, Paris, 1767.

Lippmann Gabriel, « Mire méridienne à miroirs cylindriques », *Journal de physique théorique et appliquée*, 10, 1, 1901, pp. 413-415.

Littrow Karl, « Über lichte Fäden im dunklen Felde bei Meridian-Instrumenten », *Sitzungberichte der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenchaften*, 20, 1856, pp. 253-260.

Maïnka Carl, « Eine neue seismische Untersuchungsplatte », Veröffentlichungen des Zentralbureaus der internationalen seismologischen Assoziation, Strasbourg, 1909.

Maïnka Carl, « Das bifilare Kegelpendel. (Instrument für die Aufzeichnung von Erdbeben) », *Naturwissenschaften*, 1, 36, 1913, pp. 866-867.

Marrisson Warren, « L'évolution de l'horloge à quartz », *La Suisse horlogère*, n^os^ 52, 2, 4, 6, 7, 14, 16, 18, 19, 25, 28 publiés entre le 29 décembre 1949 et le 13 juillet 1950, traduction d'un article en anglais : Marrisson Warren, « The evolution of the crystal quartz clock », *The Bell System Technical Journal,* 27, 3, 1948, pp. 510-588.

Maskelyne Nevil, *Astronomical Observations Made at the Royal Observatory at Greenwich,* t. 3, Londres, 1799-1800.

Matthey Charles-Henri, « Chapitre V : Les constructions », Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912, pp. 85-125.

Matthey Charles-Henri, « Le Pavillon Hirsch de l'Observatoire astronomique de Neuchâtel », *Bulletin technique de la Suisse romande*, 38, 1912, pp. 250-254.

Miller Michael Joseph, *Technical report 15: Photographic Zenith Tube Observations at Mount Stromlo*, 1973, Xnatmap, https://www.xnatmap.org/.

Moinet Louis, *Nouveau Traité général d'horlogerie*, tome 2, Paris, Dunod, 1877 [1853].

Osterwald Frédéric Samuel, *Description des Montagnes et des Vallées qui font partie de la Principauté de Neuchâtel et Valangin*, 1766.

Philippot H. et Delporte E., *Description des installations du service de l'heure*, Bruxelles, Hayez, 1912.

Porro Ignazio, « Nuovo micrometro per mezzo di linee luminose ad uso dell'astronomia », *Astronomische Nachrichten*, 1133 (48), 1858, pp. 65-70.

Pretzsch Karl, *Verzeichnis der Breslauer Universitätsschriften, 1811-1885*, Breslau, Wilh. Gottl. Korn, 1905.

Projet de recherche « La correspondance du troisième voyage en Europe de Charles S. Peirce (septembre-novembre 1877) » (PIUNA 2016-2018), Université de Navarre, https://www.unav.es/gep/Havre02.11.1877En.html.

Quartier-la-Tente Édouard, *L'Observatoire cantonal neuchâtelois 1858-1912. Souvenir de son cinquantenaire et de l'inauguration du Pavillon Hirsch*, Neuchâtel, Département de l'Instruction publique, 1912.

Quartier-la-Tente Édouard, *Histoire de l'instruction publique dans le canton de Neuchâtel. De l'origine à nos jours avec de nombreuses illustrations dans le texte*, Neuchâtel, Attinger Frères, 1914.

Quervain Alfred de, « Über die Erdbeben des Wallis und der Schweiz une ihre seismographische Erforschung », *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* [Actes de la Société helvétique des sciences naturelles] ou [Atti della Società elvetica di scienze naturali], 104, 1923, pp. 74-95.

Repsold Johann Adolf, *Zur Geschichte der Astronomischen Messwerkzeuge*, Leipzig, W. Engelmann, 1908 [vol. 1] ; Leipzig, E. Reinicke, 1914 [vol. 2].

Respect Dudley S., « Supplementay report on the design of the Photographic Zenith Tube », 3 janvier 1944, Cambridge Library, GBR/180/RGO-9-110, *Correspondence on Photographic Zenith Tubes*, 1943-1954.

« Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal », *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 1858, AEN, 3GC-1.22, pp. 605-626.

« Rapport au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 », AEN, 1TP-792, n° 2.

« Rapport de M. le Dr Hirsch, 31 mars 1858 », Bibliothèque de la ville de La Chaux-de-Fonds, CFV, Ndoc 588.

« Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur son voyage d'études à quelques observatoires d'Allemagne et sur sa visite à Iéna pour l'examen de la nouvelle lunette photographique. Du 6 septembre au 6 octobre 1910 », 9 mars 1911, AEN, 1IND-342, 19-11.

« Règlement pour le service de l'Observatoire cantonal du 22 janvier 1861 », *Recueil des décrets*, LOI, 9, 56, pp. 223-227.

« Règlement général pour le service de l'Observatoire cantonal », 28 juin 1901, AEN, 1EP-352.

« Règlement pour l'Observatoire [sic] des chronomètres à l'Observatoire astronomique cantonal et pour la distribution des prix alloués aux meilleurs chronomètres sortant du concours annuel », 27 décembre 1901, *Recueil officiel des lois*, AEN.

« Règlement pour l'observation des chronomètres et des pendules à l'Observatoire astronomique cantonal et pour la distribution des prix alloués aux meilleurs chronomètres et pendules sortant du concours annuel », 23 mai 1905, *Recueil officiel des lois*, 12, Neuchâtel, Seiler, 1907, pp. 87-108.

« Règlement concernant le travail dans les bureaux de l'administration cantonale », 2 juin 1911, *Recueil officiel des lois*, 14, Neuchâtel, Seiler, 1912, n° 33, pp. 270-273.

« Règlement concernant le travail à l'Observatoire cantonal », 22 mai 1916, AEN, 1EP-352.

Report of the Astronomer Royal to the Board of Visitors of the Royal Observatory, Greenwich, 1938. Ce rapport se trouve dans la dernière section de l'ouvrage : *Observations Made at the Royal Observatory, Greenwich in the year* 1937, Londres, His Majesty's Stationery Office, 1951.

Reslhuber Augustin, « Beobachtung auf der Sternwarte zu Kremsmünster », *Astronomische Nachrichten*, 846 (36), 1853, p. 85.

Reynier Édouard, « Notice sur feu M. Guinand, opticien ; demeurant aux Brenets, Canton de Neuchâtel, lue à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, le 19 février 1923 », *Bibliothèque universelle des sciences, belles-lettres, et arts, faisant suite à la Bibliothèque britannique*, tome vingt-cinquième, Genève, 1824, pp. 142-158, pp. 227-236.

Richard Louis, Favre Dalphon, Tixier, Perret Philibert, Courvoisier Alfred et Combe Édouard, *Rapport présenté au comité du canton de Neuchâtel pour l'Exposition universelle de 1855, à Paris*, Neuchâtel, Imprimerie Leidecker & Combe, 1856, AEN, ACAE 620 RAP.

Rousseau Jean-Jacques, Lettre à M d'Alembert « Sur le Projet d'établir un Théâtre de Comédie en cette Ville [Genève] », 1758, version à l'orthographe rectifiée : http://www.espace-rousseau.ch/f/textes/lettre%20%C3%A0%20d%27alembert%20utrecht%20corrig%C3%A9e.pdf, consulté le 16 août 2021.

Schmitt Eduard (Hrsg.), *Handbuch der Architektur. Vierter Teil: Entwerfen, Anlage und Einrichtung der Gebäude. 6. Halbband: Gebäude für Erziehung, Wissenschaft und Kunst. Heft 2, b: Hochschulen, zugehörige und verwandte wissenschaftliche Institute. II. Medizinische Lehranstalten der Universitäten. Technische Laboratorien und Versuchsanstalten. Sternwarten und andere Observatorien*, Stuttgart, Alfred Kröner Verlag, 1905.

« Session de Neuchâtel », *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* [Actes de la Société helvétique des sciences naturelles] ou [Atti della Società elvetica di scienze naturali], 101, 1920, pp. 44-53.

S.n., « Un souvenir de 1845 », *Feuille d'avis des Montagnes*, Bibliothèque de la ville du Locle (BVL), FAM, 27 décembre 1845, Un souvenir de 1845, pp. 3-4.

Société genevoise pour la construction d'instruments de physique et de mécanique, *Instruments astronomiques et accessoires*, Genève, 1914.

Stampfer Simon, « Vorschlag eines neuen Fernrohr-Mikrometers, mit hellen Linien und Punkten im dunklen Gesichtsfelde », *Annalen der kaiserlich-königlichen Sternwarte in Wien*, 21, 1, 1841, pp. 44-48.

Steinheil Carl August, « Ueber ein neues Netzmikrometer zunächst als Hülfsmittel bey der Verfertigung vollständiger Himmelscharten », *Astronomische Nachrichten*, 117, 5, 1827, pp. 359-366.

Struve Wilhelm, *Description de l'observatoire astronomique central de Poulkova*, Saint-Pétersbourg, 1845.

Wälti A., *Nouveautés en électro-chronométrie*, Bienne, E. Magron, 1921.

Wolf Charles, « Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages, sa détermination absolue, ses lois et son origine », *Comptes rendus*

hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, tome 61e, Paris : juillet-décembre 1865, pp. 1268-1272.

Wolf Charles, « Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages, sa détermination absolue, ses lois et son origine », *Annales de l'Observatoire impérial de Paris, mémoires,* 1866, 8, pp. 153-208.

Wolf Rudolf, « Über die neuesten Veränderungen auf der Sternwarte », *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern*, 319-320, 1854, pp. 73-77.

Wolf Rudolf, *Biographien der Kulturgeschichte der Schweiz*, tome 2, Zurich, 1859, 249-268.

Wolf Rudolf, « Mémoire sur la période commune à la fréquence des taches solaires et à la variation de la déclinaison magnétique », 1877, non publié.

Wolf Rudolf, *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz als historische Einleitung zu den Arbeiten der schweizerischen geodätischen Kommission,* Zürich, 1879.

Zeiss Carl, « Astronomical Instruments », Astro 30, s.d., Archives Carl Zeiss, Iéna.

Publications des membres du personnel de l'Observatoire

Arndt Louis

Beitrag zur Berechnung der störenen Kräfte in der Theorie der säcularen Störungen, Berlin, 1895, thèse de doctorat.

« Recherches sur le calcul des forces perturbatrices dans la théorie des perturbations séculaires », *BSSNN*, 24, 1895-1896, pp. 3-44.

« Sur le degré de précision des résultats déduits des observations de chronomètres de poche », *BSSNN*, 31, 1902-1903, pp. 340-347.

« Étude sur le spectre de la nouvelle étoile parue en juin 1918 dans la constellation de l'Aigle », *BSSNN*, 49, 1924, p. 213.

« Observations spectroscopiques de Nova Aquilae 1918 », Compte rendu de la Société suisse de géophysique, météorologie et astronomie (GMA), session de Lucerne, 3 octobre 1924, *Archives des sciences physiques et naturelles*, 7, 1925, p. 53.

« Le micromètre enregistreur de la lunette méridienne de l'Observatoire de Neuchâtel », *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* [Actes de la Société helvétique des sciences naturelles] ou [Atti della Società elvetica di scienze naturali], 107, 1926, p. 166.

« Du nouveau sismographe », *BSSNN*, 53, 1928, p. 241.

« La station séismologique de l'Observatoire astronomique et chronométrique de Neuchâtel », *BSSNN*, 57, 1932, pp. 187-198.

Becker Ernest

« Découverte de trois nouvelles petites planètes », *BSSNN*, 9, 1871-1872, p. 204.

« Sur la variabilité du diamètre solaire », *BSSNN*, 9, 1872-1873, pp. 462-468.

Blaser Jean-Pierre

« Les satellites artificiels », *BSSNN*, 80, 1957, pp. 236-238.

« Comparaison de la lunette zénithale photographique et de l'astrolabe Danjon dans le cadre de la réorganisation du service international des latitudes », *Bulletin géodésique*, 59, 1961, pp. 79-85.

Guyot Edmond

« Sur la précision scientifique du temps », *BSSNN*, 52, 1927, p. 136.

« La détermination et la conservation de l'heure exacte », *BSSNN*, 54, 1929, p. 137.

« L'observation et le calcul dans les découvertes astronomiques », *BSSNN*, 55, 1930, p. 120.

Étude sur l'instrument des passages et la détermination de l'heure, Neuchâtel, Attinger, 1931.

« Les variations séculaires des éléments météorologiques à Neuchâtel », *BSSNN*, 57, 1932, pp. 5-44.

Avec Godet Charles, « Influence du climat sur le rendement de la vigne », *BSSNN*, 58, 1933, pp. 77-96.

« Les étoiles variables », *BSSNN*, 59, 1934, pp. 195-196.

« Le climat et la vigne », *BSSNN*, 60, 1935, pp. 209-223.

« Les tremblements de terre de Tripolitaine du 19 avril 1935 », *BSSNN*, 60, 1935, pp. 252-253.

« Le déplacement des pôles terrestres et l'abaissement progressif de la limite supérieure de la culture de la vigne », *BSSNN*, 61, 1936, pp. 227-228.

« L'étude des séismogrammes », *BSSNN*, 62, 1937, pp. 157-184.

« Les ouragans et le sauvetage sur le lac », *BSSNN*, 62, 1937, pp. 189-190.

« L'Observatoire cantonal de Neuchâtel : 1858-1938. Son histoire, son organisation et ses buts actuels », *BSSNN*, 63, 1938, pp. 5-36.

« L'aurore boréale du 25 janvier dernier », *BSSNN*, 63, 1938, p. 103.

« Application du calcul des probabilités à la Chronométrie », *BSSNN*, 64, 1939, pp. 84-85.

« La compensation des chronomètres de marine avec le balancier Guillaume », *BSSNN*, 66, 1941, pp. 129-130.

« Les éclipses totales de Lune des 2 mars et 26 août 1942 et l'éclipse partielle de Soleil du 10 septembre 1942 », *BSSNN*, 67, 1942, p. 144.

« Les précipitations à Neuchâtel », *BSSNN*, 68, 1943, pp. 17-20.

« La durée d'insolation à Neuchâtel », *BSSNN*, 68, 1943, pp. 21-26.

« L'emploi d'une projection cylindrique oblique pour l'étude de la dérive des continents », *BSSNN*, 68, 1943, pp. 105-111.

« À propos du quatrième centenaire de la mort de Copernic (19 février 1473 - 24 m ai 1543) : le système du monde de Ptolémée à Einstein », *BSSNN*, 68, 1943, p. 148.

« Le vent à Neuchâtel », *BSSNN*, 69, 1944, pp. 105-117.

« Quelques moyens utilisés par les pilotes d'avion pour se diriger », *BSSNN*, 69, 1944, p. 173.

« Le contrôle et l'utilisation pratique des chronomètres et des montres compliquées », *BSSNN*, 70, 1945, pp. 126-127.

« Une nouvelle méthode de détermination de l'heure avec la lunette zénithale photographique », *JSH*, 7-8, 1946, pp. 333-334.

« Horloge à quartz et comparateur de fréquence », *La Suisse horlogère*, 63, 3, juillet 1948, pp. 21-23.

« Le vent à Neuchâtel de 1943 à 1947 », *BSSNN*, 72, 1949, pp. 111-142.

« Sur quelques méthodes peu connues de détermination de la longitude », *BSSNN*, 73, 1950, pp. 146-147.

« Le nouveau pluviographe de l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN*, 74, 1951, pp. 83-88.

« La mesure du temps chez les Anciens », *BSSNN*, 74, 1951, pp. 233-234.

« Présentation commentée de prises de vues sur la formation des nuages », *BSSNN*, 75, 1952, pp. 234-235.

« Amélioration des comparaisons de pendules et des enregistrements à l'Observatoire de Neuchâtel », *Journal suisse d'horlogerie*, 9-10, 1952, pp. 196-202.

Dictionnaire des termes utilisés dans la mesure du temps, La Chaux-de-Fonds, Chambre suisse de l'horlogerie, 1953.

« Observations à Khartoum de l'éclipse totale de Soleil du 25 février 1952 », *BSSNN*, 76, 1953, pp. 205-207.

Avec Portner Claude « Quelques considérations sur la pointe des Vents à Neuchâtel », *BSSNN*, 77, 1954, pp. 111-115.

« À l'Observatoire cantonal de Neuchâtel. De la lunette méridienne à la lunette zénithale photographique », *La Suisse horlogère*, 32 et 33, 1954, pp. 779-780 et pp. 811-812.

Histoire de la détermination des longitudes, La Chaux-de-Fonds, Chambre suisse de l'horlogerie, 1955.

« Sur la précision relative des horloges à quartz et des horloges mécaniques », *Annales françaises de chronométrie*, 4-5 juin 1955, pp. 1-9.

« La détermination de l'heure autrefois et aujourd'hui », *Ciel et Terre*, 72, 1956, pp. 457-480.

« La détermination de l'heure au cours des âges », *BSSNN*, 81, 1958, pp. 174-176.

Guyot Edmond, « L'Observatoire naval de Washington crée un nouveau système de temps uniforme », *La Suisse horlogère*, 15, 9 avril 1959, pp. 378-389.

« Tremblements de terre et prospection séismique », *BSSNN*, 83, 1960, pp. 149-151.

Histoire de la détermination de l'heure, La Chaux-de-Fonds, Chambre cuisse de l'horlogerie, 1969.

Hilfiker Jacob

« Sur le passage de Vénus devant le disque du Soleil », *BSSNN,* 12, 1881-1882, pp. 504-512.

« Notice sur le passage de Vénus devant le disque du Soleil », *BSSNN,* 13, 1882-1883, pp. 102-104.

« Première étude sur les observations du diamètre du Soleil : faites à l'Observatoire de Neuchâtel, de 1862 à 1883 », *BSSNN,* 14, 1883-1884, pp. 19-33.

« Sur la marche de la pendule astronomique Winnerl de l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 15, 1884-1886, pp. 21-32.

« Sur l'équation personnelle dans les observations de passage », *BSSNN,* 16, 1886-1888, pp. 47-51.

« Influence de la pression de l'air sur la marche des chronomètres », *BSSNN,* 17, 1888-1889, pp. 3-22.

« Sur une équation personnelle dans les observations de passage », *BSSNN,* 17, 1888-1889, pp. 82-86.

« Sur les catalogues d'étoiles », *BSSNN,* 19, 1890-1891, pp. 145-146.

Hirsch Adolphe

« Vorausberechnung der totalen Sonnen-Finsterniss am 18 Juli 1860 : mit 3 Karten », *Sitzung Bericht der kaiserlichen Akademie der Wissenschaft*, 19, 1856, pp. 195-225.

« Sur l'établissement de l'observatoire à Neuchâtel, son orientation et les premiers travaux d'installation », *BSSNN*, 5, 1858-1859, pp. 60-65.

« Détermination de la différence de longitude, entre les observatoires de Genève et de Neuchâtel ; par le transport d'un chronomètre », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 176-183.

« Hauteur de l'Observatoire de Neuchâtel au-dessus de la mer », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 200-203.

« Inspection de l'Observatoire de Neuchâtel par la Société des sciences naturelles de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 228-238.

« Détermination de la différence en longitude entre les Observatoires de Berne et de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 253-259.

« Éclipse de Soleil du 18 juillet 1860 », *BSSNN*, 5, 1859-1860, pp. 260-265.

« Recherches sur des pendules astronomiques », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 461-489.

« Les découvertes astronomiques faites pendant l'été de 1860 », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 539-542.

« Observation de l'éclipse de Soleil du 18 juillet 1860 à Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 543-546.

« Résumé des observations publiées sur l'éclipse totale de Soleil du 18 juillet 1860 », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 547-577.

« Note sur la figure de la Terre », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 78-582.

« Détermination du méridien de Neuchâtel », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 583-586.

« Note sur les courants électriques dérivés et remarques sur l'établissement d'un système d'horloges électriques », *BSSNN*, 5, 1860-1861, pp. 591-608.

« L'Observatoire cantonal de Neuchâtel », *L'Almanach de la République et Canton de Neuchâtel*, Neuchâtel, 38, 1861, pp. 36-41.

« Sur la construction d'une étuve à température constante », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 29-30.

« Sur la relation des phénomènes météorologiques avec la marche des instruments magnétiques », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 48-52.

« Sur la détermination de la différence de longitude entre les observatoires de Neuchâtel et de Greenwich par le transport de deux chronomètres », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 61-63.

« Sur la vitesse de propagation des courants électriques dans la détermination télégraphique de longitude entre Genève et Neuchâtel », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 82-90.

« Note sur l'hypothèse de plusieurs zones d'astéroïdes déduite par M. Le Verrier des mouvements des quatre premières planètes », « Sur la vitesse de propagation des courants électriques dans la détermination télégraphique de longitude entre Genève et Neuchâtel », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 91-93.

« Description d'un photomètre », « Sur la vitesse de propagation des courants électriques dans la détermination télégraphique de longitude entre Genève et Neuchâtel », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 94-99.

« Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse », *BSSNN*, 6, 1861-1862, pp. 100-114.

« Sur la détermination nouvelle de la parallaxe du Soleil, par les observations de Mars dans son opposition en 1862 », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 316-319.

« Sur une déviation remarquable du fil à plomb, découverte récemment à Moscou », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 319-321.

« Sur les corrections et équations personnelles dans les observations chronographiques de passage », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 365-372.

« Sur la transmission électrique de l'heure à travers un réseau télégraphique », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 373-379.

« Remarques sur l'observation de la température et de l'humidité de l'air au moyen du psychromètre », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 380-386.

« Rapport sur un mémoire de M. H. Grandjean, du Locle concernant les chronomètres de marine de sa fabrication », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 387-393.

« Sur les nouvelles planètes et comètes découvertes en 1862 », *BSSNN*, 6, 1862-1863, pp. 400-404.

« Rapport sur les mesures de température dans le tunnel des loges », *BSSNN*, 6, 1863-1864, pp. 417-423.

« Détermination de la déclinaison magnétique », *BSSNN*, 6, 1863-1864, pp. 423-424.

« Les découvertes en astronomie faites en 1863 », *BSSNN*, 6, 1863-1864, pp. 436-438.

« Recherches nouvelles sur les taches solaires du Soleil », *BSSNN*, 6, 1863-1864, pp. 439-443.

« Communication sur la détermination télégraphique de la différence de longitude entre les Observatoires de Genève et Neuchâtel », *BSSNN*, 6, 1863-1864, pp. 477-484.

« Augmentation anormale de la température avec la hauteur, observée au mois de janvier, entre les stations de l'Observatoire de Neuchâtel et de Chaumont », *BSSNN*, 6, 1863-1864, pp. 534-539.

« Sur la question de la hauteur du môle de Neuchâtel », *BSSNN*, 6, 1863-1864, pp. 603-608.

Avec Plantamour Émile, *Détermination télégraphique de la différence de longitude entre les observatoires de Genève et de Neuchâtel*, Genève et Bâle, 1864.

« Rapport à la Commission géodésique suisse sur la conférence géodésique internationale de Berlin », *BSSNN*, 7, 1864-1865, pp. 3-15.

« Sur la méthode trigonométrique employée dans le lever du cadastre et spécialement sur son application dans le grand-duché de Hesse », B*SSNN*, 7, 1864-1867, pp. 26-37.

« Communication de M. le Dr Hirsch sur les baromètres anéroïdes à enregistrement électrique de M. Hipp », *BSSNN*, 7, 1864-1865, pp. 49-57.

« Les découvertes en astronomie faites en 1864 », *BSSNN*, 7, 1864-1865, pp. 94-104.

« Observations sur la température de l'air dans le grand tunnel des Loges », *BSSNN*, 7, 1864-1865, pp. 105-109.

« Sur la différence de hauteur entre la station météorologique de Chaumont et l'Observatoire déduites des observations barométriques d'une année », *BSSNN*, 7, 1864-1865, pp. 124-131.

« Sur la question du foehn », *BSSNN*, 7, 1864-1865, pp. 132-135.

« Chronoskopische Versuche über die Geschwindigkeit der verschiedenen Sinneseindrücke und der Nerven-Leitung », *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere*, 9, 1865, pp. 183-199.

« Über persönliche Gleichung und Correction bei chronographischen Durchgangs-Beobachtungen », *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere*, 9, 1865, pp. 200-208.

« Diminution de la température avec la hauteur entre Neuchâtel et Chaumont », *BSSNN*, 7, 1865-1866, pp. 201-204.

« Sur l'interversion de température entre Neuchâtel et Chaumont dans les hivers de 1864 et 1865 », *BSSNN*, 7, 1865-1866, pp. 205-210.

« Nouvelles recherches sur l'équation personnelle », *BSSNN*, 7, 1865-1866, pp. 277-284.

« Les découvertes et travaux astronomiques faits en 1865 », *BSSNN*, 7, 1865-1866, pp. 291-299.

« Sur les progrès des travaux géodésiques en Europe », *BSSNN*, 7, 1865-1866, pp. 387-299.

« Sur les opérations du nivellement fédéral de précision exécutées dans le canton de Neuchâtel », *BSSNN*, 7, 1865-1866, pp. 422-430.

« Sur un chronomètre de marine à enregistrement électrique », *BSSNN*, 7, 1865-1866, pp. 431-434.

« Rapport de la commission chargée d'étudier la question du niveau de l'ancien môle de Neuchâtel », *BSSNN*, 7, 1866-1867, pp. 526-532.

« Sur les travaux préliminaires en vue de déterminer télégraphiquement la différence de longitude entre les observatoires de Neuchâtel et Zurich et le Righi », *BSSNN*, 7, 1866-1867, pp. 552-558.

« Sur les causes cosmiques des changements de climat », *BSSNN*, 7, 1866-1867, pp. 561-580.

« Appendice sur les causes cosmiques des changements du climat », *BSSNN*, 7, pp. 561-580.

« Détermination de la différence de longitude entre les observatoires de Paris & Neuchâtel par le transport des chronomètres », *BSSNN*, 7, 1866-1867, pp. 581-586.

« Diminution de la température avec la hauteur résultant des observations de trois ans, faites à Neuchâtel et à Chaumont, et dans les autres stations du réseau météorologique suisse », *BSSNN*, 8, pp. 26-36.

« Sur l'interversion de la température entre Neuchâtel & Chaumont et dans la Suisse en général pendant l'hiver 1866-1867 », *BSSNN*, 8, 1867-1868, pp. 46-56.

« Les recherches récentes sur le foehn », *BSSNN*, 8, 1867-1868, pp. 93-121.

« Sur des mouvements observés dans les piliers de la lunette méridienne de Neuchâtel », *BSSNN*, 8, 1868-1869, pp. 171-179.

« Sur quelques résultats de l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 18 août 1868 », *BSSNN*, 8, 1868-1869, pp. 180-185.

« Sur un nouveau thermomètre métallique à maxima et minima de MM. Hermann et Pfister à Berne », *BSSNN*, 8, 1868-1869, pp. 220 b-225.

« Expériences de dilatation faites à Berne », *BSSNN*, 8, 1869-1870, pp. 456-459.

« Nouvelles recherches sur la diminution de la température avec la hauteur », *BSSNN*, 8, 1869-1870, pp. 461-470.

« Découvertes astronomies en 1870 », *BSSNN*, 9, 1870-1871, pp. 36-42.

« Compte-rendu de la troisième conférence générale de l'association géodésique pour la mesure des degrés », *BSSNN*, 9, 1871-1872, pp. 124-131.

« La première période de froid du mois de décembre 1871 », *BSSNN*, 9, 1871-1872, pp. 155-159.

« Nouvelles expériences faites avec le pendule à réversion pour la détermination de la pesanteur, à Genève et à Righi-Kulm, par É. Plantamour », *BSSNN*, 9, 1871-1872, pp. 188-191.

« Sur le nombre de jours de brouillard », *BSSNN*, 9, 1871-1872, pp. 196-197.

« Détermination télégraphique de longitude entre les observatoires de Neuchâtel et de Berne », *BSSNN*, 9, 1871-1872, pp. 197-199.

« Observations d'étoiles filantes faites le 27 novembre 1872 », *BSSNN*, 9, 1872-1873, pp. 332-340.

« Résultats récents du nivellement de précision en Suisse », *BSSNN*, 9, 1872-1873, pp. 395-407.

« Sur éclipse solaire du 25 mai 1873 », *BSSNN*, 9, 1872-1873, pp. 491-492.

« Sur le travail de M. Donati sur l'aurore boréale du 4 février 1872 », *BSSNN*, 10, 1873-1874, pp. 30-34.

« Sur la déviation de la verticale à Neuchâtel », *BSSNN*, 10, 1873-1874, pp. 91-94.

« Sur quelques recherches récentes concernant l'équation personnelle et le temps physiologique », *BSSNN*, 10, 1873-1874, appendices.

« 5e livraison du nivellement de précision du Suisse », *BSSNN*, 10, 1874-1875, pp. 136-140.

« Résultats de la conférence diplomatique du mètre », *BSSNN*, 10, 1874-1875, pp. 171-179.

« Sur la réorganisation de la transmission télégraphique des signaux de l'heure de l'Observatoire », *BSSNN*, 10, 1875-1876, pp. 245-252.

« Compte-rendu de la conférence géodésique internationale de Paris du 20-28 septembre 1875 », *BSSNN*, 10, 1875-1876, pp. 254-257.

« Démonstration par M. Hipp de l'horloge électrique qu'il a installée récemment à l'Hôtel-de-Ville », *BSSNN*, 10, 1875-1876, pp. 257-263.

« Observations de température faites dans le tunnel du Gothard », *BSSNN*, 10, 1875-1876, pp. 316-325.

« Compte-rendu sur les travaux de M. le Prof. Kerner sur l'origine des températures relativement élevées qu'on trouve en automne et en hiver à mi-côte des bassins des vallées des Alpes », *BSSNN*, 10, 1875-1876, pp. 327-330.

« Lecture de six communications écrites concernant le tremblement de terre du 2 avril », *BSSNN*, 10, 1875-1876, pp. 330-331.

« Sur l'influence que la mise au foyer plus ou moins exacte exerce sur la valeur du micromètre d'un microscope », *BSSNN*, 11, 1876-1877, pp. 36-39.

« De l'influence des taches du Soleil sur la température de la Terre », *BSSNN*, 11, 1876-1877, pp. 142-146.

« Sur le limnimètre de Neuchâtel », *BSSNN*, 11, 1877-1878, pp. 213-215.

« Sur la parallaxe du Soleil », *BSSNN*, 11, 1877-1878, pp. 263-265.

« Sur la sixième livraison du nivellement de précision de la Suisse », *BSSNN*, 11, 1877-1878, pp. 289-292.

« Sur le curieux mouvement périodique remarqué pour l'azimut de la lunette méridienne », *BSSNN*, 11, 1878-1879, pp. 376-379.

« Sur les deux satellites de Mars », *BSSNN*, 11, 1878-1879, pp. 385-389.

« Communication au sujet de la monographie de Mars par Schiaparelli », *BSSNN*, 11, 1878-1879, pp. 450-451.

« Détermination de la hauteur du môle de Neuchâtel », *BSSNN*, 11, 1878-1879, pp. 483-485.

« Sur le développement et les travaux du Bureau international des poids et mesures, à Breteuil, *BSSNN*, 12, 1879-1880, pp. 5-8.

« Sur la température des mois de décembre 1879 et de janvier 1880 », *BSSNN*, 12, 1879-1880, pp. 41-52.

« Communication au sujet d'une tache rouge observée sur la planète Jupiter », *BSSNN*, 12, 1879-1880, pp. 76-79.

« Le percement du Gothard et l'exactitude obtenue pour la galerie de direction », *BSSNN*, 12, 1879-1880, pp. 83-87.

« La jonction géodésique et astronomique de l'Europe et de l'Afrique », *BSSNN*, 12, 1879-1880, p. 87.

« Note de M. Alluard sur l'interversion de la température », B*SSNN*, 12, 1879-1880, pp. 108-110.

« Communication sur les températures observées dans le tunnel du Saint-Gothard », *BSSNN*, 12, 1879-1880, pp. 138-143.

« Rapport de la commission du limnimètre », *BSSNN,* 12, 1880-1881, pp. 272-275.

« Rapport de la commission chargée d'examiner le projet de M. le professeur Weber sur l'installation d'un baromètre à glycérine à la colonne météorologique », *BSSNN,* 12, 1880-1881, pp. 276-279.

« Sur un mouvement brusque et exceptionnel du sol de l'Observatoire », *BSSNN,* 12, 1880-1881, pp. 335-337.

« Premier volume des travaux et mémoires du Bureau international des poids et mesures », *BSSNN,* 12, 1880-1881, pp. 337-342.

« Sur le photophone de M. Bell », *BSSNN*, 12, 1880-1881, pp. 342-345.

« Discussion sur les procès-verbaux de la conférence internationale du passage de Vénus », *BSSNN,* 12, 1881-1882, pp. 480-485.

« Résumé des observations faites pendant cette période aux stations de Neuchâtel et de Chaumont », *BSSNN,* 12, 1881-1882, pp. 486-495.

« Sur le premier volume de la Triangulation suisse, publiée par la Commission géodésique fédérale », *BSSNN*, 12, 1881-1882, pp. 499-503.

« Sur les mouvements du sol constatés à l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, pp. 45-57.

« Sur le passage de Vénus observé à Neuchâtel le 6 décembre 1882 », *BSSNN,* 13, 1882-1883, pp. 132-138.

« Sur les réparations et les modifications apportées à l'instrument méridien de l'Observatoire de Neuchâtel », *BSSNN,* 13, 1882-1883, pp. 142-150.

« Communication sur la variabilité avec le temps, de la dilatation des métaux », *BSSNN,* 13, 1882-1883, p. 431.

« La pendule électrique de précision de M. Hipp », *BSSNN,* 14, 1883-1884, pp. 3-18.

« Note sur l'éruption du Krakatau », *BSSNN,* 15, 1884-1886, pp. 47-52.

« Étude sur le régime pluvial dans le canton de Neuchâtel depuis 1864 à 1884 », *BSSNN,* 15, 1884-1886, pp. 65-82.

« Sur le degré d'exactitude des prévisions du temps », *BSSNN,* 15, 1884-1886, pp. 124-129.

« Les météores de Biela (27 novembre 1885) », *BSSNN,* 15, 1884-1886, pp. 186-189.

« Sur les résultats du congrès international de Washington », *BSSNN,* 15, 1884-1886, pp. 191-192.

« Communication sur une mire méridienne que l'Observatoire a fait construire à Chaumont », *BSSNN,* 15, 1884-1886, pp. 200-201.

« Sur le tremblement de terre du 23 février 1887 », *BSSNN,* 16, 1886-1888, pp. 244-245.

« Sur la prétendue influence des astres sur les tremblements de terre », *BSSNN,* 16, 1886-1888, pp. 260-264.

« Sur la modification avec le temps du coefficient de dilatation de certains métaux », *BSSNN,* 16, 1886-1888, pp. 298-301.

« Compte-rendu de la séance de la réunion géodésique internationale tenue à Salzbourg du 17 au 20 septembre 1888 », *BSSNN,* 17, 1888-1889, pp. 216-218.

« Première conférence générale des poids & mesures tenue à Paris du 24 au 28 septembre 1889 », *BSSNN,* 18, 1889-1890, pp. 38-46.

« La pendule électrique de précision de M. Hipp », *BSSNN,* 19, 1890-1891, pp. 3-16.

« Sur les forces motrices de la Reuse », *BSSNN,* 19, 1890-1891, p. 141.

« Quelques données sur le mouvement du sol pendant ces dernières années », *BSSNN,* 20, 1891-1892, pp. 174-176.

« Sur l'augmentation de la température du sol avec la profondeur », *BSSNN,* 20, 1891-1892, pp. 182-184.

« Sur la comète découverte le 6 novembre par Holmes », *BSSNN*, 21, 1892-1893, pp. 184-185.

« Rodolphe Wolf, notice nécrologique », *BSSNN*, 22, 1893-1894, pp. 265-272.

« L'invar métal à dilatation presque insensible », *BSSNN*, 25, 1896-1897, pp. 217-227.

Odermatt Hans

« Principes sur lesquels est basée la construction du grand sismographe », *BSSNN*, 53, 1928, p. 241.

« La détermination des longitudes », *BSSNN*, 54, 1929, p. 137.

« Sur l'opposition d'Éros », *BSSNN*, 56, 1931, p. 425.

« Rapport sur la participation de l'Observatoire cantonal à l'opération des longitudes internationales de 1926 », *BSSNN*, 57, 1932, pp. 169-186.

« Le classement des chronomètres d'après les résultats des observations », *BSSNN*, 57, 1932, pp. 204-206.

Payot Roger

« Amélioration de la conservation de l'heure à l'Observatoire de Neuchâtel », *Journal suisse d'horlogerie,* 11-12, 1952, pp. 347-350.

« Distribution de la radioactivité en Suisse », *BSSNN*, 77, 1954, p. 153.

« Le nouveau dispositif d'observation impersonnelle des chronomètres à l'Observatoire de Neuchâtel », *Société suisse de chronométrie*, 1956, pp. 632-636.

Avec Berger Francis et Steinemann S., « Étude de garde-temps à quartz » *BSSNN*, 80, 1957, pp. 163-178.

Schuler Walter

« Das vollautomatische photographische Zenit-Teleskop und der numerierende Chronograph des Observatoriums von Neuenburg », Siedentopf Heinrich (Hrsg.), *Symposium über Automation und Digitalisierung in der Astronomischen Messtechnik am 27. und 28. April 1962 in Tübingen*, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 1963.

Étude théorique et expérimentale de la lunette zénithale photographique (PZT) de Neuchâtel, Genève, Médecine & Hygiène, 1967.

Stroele Hermann

« La question d'une langue scientifique internationale et l'Esperanto », *BSSNN*, 32, 1903-1904, p. 358.

« Théorie de la compensation à mercure dans les pendules d'horloges astronomiques », *BSSNN*, 37, 1909-1910, pp. 209-309.

Discussions au Grand Conseil

« Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal », séance du 17 mai 1858, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, Neuchâtel, 18, 1858, pp. 605-626.

« Rapport de la commission nommée dans la séance d'hier pour examiner le projet de décret relatif à la construction d'un Observatoire cantonal », séance du 18 mai 1858, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, Neuchâtel, 18, 1858, pp. 631-637.

« Rapport du Conseil d'État sur la création d'un poste d'aide-astronome à l'Observatoire cantonal », séance du 17 mai 1864, *Bulletin des délibérations du Grand Conseil de Neuchâtel*, Neuchâtel, 24, 1864, pp. 20-24.

« Rapport du Conseil d'État concernant l'achat d'une pendule astronomique pour l'Observatoire de Neuchâtel », séance du 21 mai 1878, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, Neuchâtel, 38, 1878, pp. 60-63.

« Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un bâtiment annexe à l'Observatoire cantonal », *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 47, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1887, pp. 64-66, séance du 16 mai 1887 ; p. 115 ; p. 121, séance du 18 mai 1887.

« Rapport de la commission chargée d'examiner la construction d'un bâtiment annexe à l'Observatoire », séance du 25 janvier 1888, *Bulletin des délibérations du Grand Conseil*, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 47, 1887, pp. 512-525.

« Rapport sur une demande de crédit extraordinaire de Fr. 2 500 pour créer une servitude en faveur de l'Observatoire cantonal », *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 56, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1894, pp. 554-557.

« Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un pavillon pour le concierge de l'Observatoire », *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 62, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1899, pp. 639-642.

« Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret accordant un crédit pour travaux de canalisation et d'aménagement aux abords de l'Observatoire », séance du 21 novembre 1900, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la*

République et Canton de Neuchâtel, 63, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1900, pp. 225-227.

« Rapport du Conseil d'État au sujet de la succession de M. le Dr Adolphe Hirsch, directeur de l'Observatoire cantonal », séance du 23 juillet 1901, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 64, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1901, pp. 150-152.

« Rapport du Conseil d'État sur l'acquisition de terrains au sud de l'Observatoire cantonal », séance du 22 octobre 1901, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 64, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1901, pp. 276-281.

« Rapport de la commission chargée d'examiner le projet de décret concernant l'acquisition de terrains au sud de l'Observatoire cantonal », séance du 26 novembre 1901, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 64, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1901, pp. 674-681.

« Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire », séance du 15 mai 1911, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 77, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1911, pp. 118-121.

« Rapport de la commission spéciale chargée de l'examen du projet de décret accordant un crédit pour la transformation de l'ancien bâtiment de l'Observatoire cantonal », séance du 24 juillet 1911, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 77, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1911, pp. 437-444.

« Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant création d'un poste d'assistant à l'Observatoire cantonal », séance du 18 novembre 1913, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 79, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1913, pp. 175-179.

« Discussion du projet de budget pour 1923 (suite) », Séances du 20 et du 21 novembre 1922, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 88, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1922-1923, pp. 376-379 et pp. 394-396.

« Rapport de la commission financière chargée d'examiner les comptes et la gestion du Conseil d'État pendant l'exercice 1928 (suite) », séance du 21 mai 1929, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 95, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1929, pp. 89-90.

« Discussion du projet de budget pour 1932 (suite) », *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, séance du 30 novembre 1931, 97, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1931-1932, pp. 230-231.

« Rapport du Conseil d'État à l'appui ; 1. D'un projet de décret concernant la suppression de la Station d'essais vinicoles, à Auvernier ; 2. D'un projet de décret concernant la révision de la Convention "académique", séance du 16 novembre 1936, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 102, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1936-1937, pp. 94-103.

« Rapports de la commission chargée d'examiner les propositions du Conseil d'État au Grand Conseil, relatives à : I. L'Observatoire cantonal, à Neuchâtel. II. L'École cantonale d'agriculture, à Cernier. III. La Station d'essais viticoles, à Auvernier, 18 mai 1937, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 103, Cernier, Société d'imprimerie de Cernier, 1938, pp. 77-80.

« Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret concernant l'octroi d'un crédit pour l'agrandissement de l'observatoire cantonal et pour l'achat de divers instruments », séance du 15 mars 1948, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 113, 1947-1948, pp. 702-740.

Humbert Jean, « Rapport sur l'état des travaux à fin 1951 des nouvelles installations de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel », 12 mars 1952, AEN, 2IND-98.

« Rapport du Conseil d'État à l'appui d'un projet de décret portant octroi d'un crédit pour l'extension des installations scientifiques de l'Observatoire cantonal et la rénovation de la maison d'habitation du directeur », séance du 21 novembre 1956, *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, 122, 1956-1957, pp. 579-585.

Bibliographie

Abbott Andrew, *The System of Professions: An essay on the division of expert labor,* Chicago, University of Chicago Press University of Chicago Press, 1988.

Agar Jon, *Science in the Twentieth Century and Beyond*, Cambridge, Polity Press, 2012.

Alder Ken, *Mesurer le monde. L'incroyable histoire de l'invention du mètre*, Paris, Flammarion, 2005.

Akrich Madeleine, Callon Michel et Latour Bruno, « À quoi tient le succès des innovations ? 1 : L'art de l'intéressement », *Annales des Mines*, 11, 1988, pp. 4-17.

Akrich Madeleine, Callon Michelet et Latour Bruno (éd.), *Sociologie de la traduction : textes fondateurs*, Paris, Mines, 2006.

Aldersey-Williams Hugh, *Dutch Light: Christiaan Huygens and the Making of Science in Europe*, Londres, Picador, 2020

Altamore Aldo et Maffeo Sabino, *Angelo Secchi. L'avventura scientifica del Collegio romano*, Foligno, Quater Edizioni, 2012.

Ambronn Leopold, *Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde*, 2 volumes, Berlin, Julius Springer, 2018 [1899].

Amoudry Michel, *Le Général Ferrié et la naissance des transmissions et de la radiodiffusion*, Grenoble, PUG, 2000.

Andriesse Dennis, *Huygens: The Man Behind the Principle*, Cambridge, Cambridge University Press, 2005.

Appelbaum Barbara, *Conservation Treatment Methodology*, Amsterdam, Butterworth-Heinemann, 2007.

Appell Paul, « Le centenaire du général Ibañez de Ibéro », *Revue internationale de l'enseignement*, 79, 1925, pp. 208-211.

Arbenz Dietrich, *Vom Trommelwähler Zu Optiset E. Die Geschichte Der Drahtgebundenen Telefone Für Die Wählnebenstellenanlagen Von Siemens (1950-2000)*, München, Utz, 2013.

Attinger Claude, « Quand le Soleil donnait l'heure et réglait nos horloges », Cardinal Catherine, Jéquier François, Barrelet Jean-Marc et Beynier André (éd.), *L'Homme et le temps en Suisse 1291-1991*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1991, pp. 81-92.

Aubin David, « Orchestrating Observatory, Laboratory and Field: Jules Janssen, the Spectroscope, and Travel », *Nuncius*, 17, 2002, pp. 615-633.

Aubin David, « The fading stars of the Paris Observatory in the nineteenth century: astronomers' urban culture of circulation and observation », *Osiris*, 18, 2003, pp. 79-100.

Aubin David, « Observatory mathematics in the nineteenth century », Robson Eleanor et Stedall Jacqueline (eds.), *The Oxford handbook of the History of Mathematics*, Oxford, Oxford University Press, 2009, pp. 273-298.

Aubin David, « Modèles de scientificité dans les observatoires : les églises de l'âge positiviste ? », *Revue des sciences religieuses*, 87, 4, 2013, pp. 451-461.

Aubin David, « L'observatoire. Régimes de spatialité et délocalisation du savoir », Raj Kapil et Sibum Otto (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. Tome 2. Modernité et globalisation*, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 54-71.

Aubin David, « Popularizing precision : cultures of exactness at the Paris Observatory, 1667-1742 », *Annals of Science*, 81, 1-2, 2024, pp. 139-159.

Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth. Observatories and astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Duke, Duke University Press, 2010.

Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), « Introduction: observatory techniques in nineteenth-century science and society », Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Duke, Duke University Press, 2010, pp. 1-32.

Audoin Claude et Guinot Bernard, *Les Fondements de la mesure du temps. Comment les fréquences atomiques règlent le monde*, Paris, Milan, Barcelone, Masson, 1998.

Auerbach Jeffrey et Hoffenberg Peter (eds.), *Britain, the Empire, and the World at the Great Exhibition of 18*51, Aldershot, Ashgate, 2008.

Avrami Erica, Macdonald Susan, Mason Randall et Myers David, *Values in Heritage Management, Emerging Approaches and Research Directions,* Los Angeles, Getty Conservation Institute, 2019.

Babey Virginie, « L'Observatoire chronométrique de Neuchâtel. Évaluation et évolution d'une société de services à travers ses instruments scientifiques de la deuxième moitié du XIX^e^ à la première moitié du XX^e^ », Gilomen Hans-Jörg, Müller Margrit et Tissot Laurent (Hrsg.), *Dienstleistungen: Expansion und Transformation des dritten Sektors (15.-20. Jahrhunderts)* [Les services : essor et transformation du secteur tertiaire (XV^e^-XX^e^ siècles)], Chronos, 2007, pp. 329-344.

Babey Virgine et Piguet Claire, « La recherche de l'exactitude », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 224-243.

Bachelin Auguste, *L'Horlogerie neuchâteloise*, Neuchâtel, Attinger Frères, 1888.

Bahl Peter et Ribbe Wolfgang (Hrsg.), *Die Matrikel der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin 1810-1850, Teil 2, 24. Bis 40. Rektoratsjahr (1833-1850)*, De Berlin, Boston, De Gruyter, 2013.

Baier Andrea, Hansing Tom, Müller Christa et Karin Werner (Hrsg.), *Die Welt reparieren. Open Source als postkapitalistische Praxis,* Bielefeld, transcript, 2016.

Baillaud Lucien, « Les chemins de fer et l'heure légale », *Revue d'histoire des chemins de fer*, 35, 2006, pp. 25-40.

Baker Timothy, « Dudley perfect and the royal observatory's photographic zenith tube », *The Antiquarian Astronomer*, 16, 2022, pp. 79-91.

Balbi Gabriele et Fickers Andreas (eds.), *History of the International Telecommunication Union: Transnational techno-diplomacy from the telegraph to the Internet,* Berlin, Boston, De Gruyter Oldenbourg, 2020.

Balmer Heinz, « Edouard Desor und sein Landhaus Combe-Varin », *Gesnerus*, 32, 1975, pp. 61-86.

Barles Sabine, *L'Invention des déchets urbains, France, 1790-1970*, Ceyzérieu, Champ Vallon, 2005.

Barrelet Jean-Marc, « L'horlogerie neuchâteloise dans le canton de Neuchâtel », Cardinal Catherine, Jéquier François, Barrelet Jean-Marc et Beynier André (éd.), *L'Homme et le temps en Suisse 1291-1991*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1991.

Barrelet Jean-Marc, « Louis(-Constant) Guillaume : médecin, hygiéniste, professeur, directeur de pénitencier (1833-1924) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises, tome 3 : de la Révolution au cap du xx^e^ siècle,* Hauterive, Gilles Attinger, 2001, pp. 175-180.

Barrelet Jean-Marc, « Sydney de Coulon. Industriel, homme politique (1889-1976) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises. De 1950 au seuil du xxi^e^ siècle, tome 5,* Hauterive, Neuchâtel, Gilles Attinger, 2008, pp. 81-85.

Barrelet Jean-Marc, *Histoire du Canton de Neuchâtel : La création d'une République. De la Révolution de 1848 à nos jours*, tome 3, Neuchâtel, Alphil, 2011.

Barr William, « Alfred de Quervain's Swiss Greenland expeditions, 1909 and 1912 », *Polar Reccord*, 51, 4, 2015, pp. 366-385.

Barry Andrew, *Political Machines: Governing a Technological Society*, Londres, The Athlone Press, 2001.

Bartki Ian, *Selling the True Time: Nineteenth Century Timekeeping in America*, Stanford, Stanford University Press, 2000.

Bartki Ian, *One Time Fits All: the Campaigns for Global Uniformity*, Stanford, Stanford University Press, 2007.

Bar-Yosef Ofer et Van Peer Philip, « The chaîne opératoire approach in middle paleolithic archaeology », *Current Anthropology*, 50, 1, 2009, pp. 103-131.

Batten Alan Henry, *Resolute and Undertaking Characters: the lives of Wilhelm and Otto Struve*, Dordrecht, Reidel, 1988.

Beauchamp Ken, *History of Telegraphy*, Londres, the Institution of engineering and technology, 2001.

Beaudoin Denis, Brenni Paolo et Turne Anthony, « Fastre aîné », *Dictionary of Precision Instrument-Makers and Related Craftsmen in France & Switzerland, 1430-1960*, 2018, en ligne, https://bibnum.explore.psl.eu/s/dictionarypim/ark:/18469/1sx4q, consulté le 12 mai 2022.

Bechtold Jakob, *Gottfried Kellers Leben. Seine Birge und Tagebücher. Zweiter Band: 1850-1861,* Berlin, Verlag von Wilhelm Herz, 1894.

Beck Ulrich, *La Société du risque. Sur la voie d'une autre modernité*, Paris, Flammarion, 2008 [1986].

Bedini Silvio, *The Pulse of Time: Galileo Galilei, the Determination of Longitude, and the Pendulum clock,* Florence, Leo S. Olschki, 1991.

Béguelin Sylvie, « Bourquin, Fritz », *DHS*, version du 14.10.2004. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006071/2004-10-14/, consulté le 31.03.2023.

Belteki Daniel, *Overseeing the Production of Space and Time: A History of the Airy Transit Circle*, Thèse de doctorat, University of Kent, 2019, non publiée.

Belteki Daniel, « A model instrument: the making and the unmaking of the Airy transit circle », *Science Museum Group Journal*, 13, 2020.

Belteki Daniel, « The galvanic connections of the Airy transit circle and the Airy chronograph », *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 149, 2021, pp. 2-10.

Belteki Daniel et Gressot Julien, « Introduction: Re-assembling the history of meridian circles », [Une culture de la précision : les cercles méridiens aux XIX^e^ et XX^e^ siècles], *Cahiers François Viète*, III.14, 2023, pp. 5-20.

Belteki Daniel, Gressot Julien, Jeanson Loïc et Davoigneau Jean (éd.), « Une culture de la précision : les cercles méridiens aux XIX^e^ et XX^e^ siècles, une diversité d'ensembles instrumentaux pour des travaux partagés et convergents », *Cahiers François Viète,* III-14, 2023.

Benguigui Isaac, *Genève et ses savants : physiciens, mathématiciens et chimistes aux XVIII^e^ et XIX^e^ siècles*, Genève, Slatkine, 2006, p. 225-227.

Bennett Jim, *The Divided Circle: A history of instruments for astronomy, navigation and surveying*, Oxford, Phaidon-Christie's limited, 1987.

Bennett Matthew, Schatz Michael, Rockwood Heidi et Wiesenfeld Kurt, « Huygens's Clocks », *Proceedings: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 458, 2019, 2002, pp. 563-579.

Benoît Serge, « Associer le développement artistique et l'innovation et promouvoir les arts industriels : une orientation majeure de la société d'encouragement pour l'industrie nationale au XIXe siècle », Lamard Pierre (éd.), *Art & Industrie. XVIIIe - XXIe siècle*, Paris, Picard, « Histoire industrielle et société », 2013, pp. 39-50.

Benschop Ruth et Draaisma Douwe, « In pursuit of precision: the calibration of minds and machines in late nineteenth-century psychology », *Annals of Science*, 57, 1, 2000, pp. 1-25.

Benveniste Guy, *The Politics of Expertise*, Berkeley, Glendessary Press, 1972.

Berberat Julien, Dujardin François, Lannaz Benoît et Papacella Irena, *L'Objet comme document : Techniques d'enquête et production de savoirs. Le Tube Photographique Zénithal (PZT) de l'Observatoire de Neuchâtel*, travail de séminaire de master.

Bergeron Louis, « Comment situer la Société d'encouragement pour l'industrie nationale dans la France de son temps », Benoit Serge, Emptoz Gérard et Woronoff Denis (éd.), *Encourager l'innovation en France et en Europe. Autour du bicentenaire de la société d'encouragement pour l'industrie nationale*, Paris, Éditions du CTHS, pp. 17-27.

Bernasconi Gianenrico, *Objets portatifs au siècle des Lumières*, Paris, Comité des travaux historiques et scientifiques, 2015.

Bernasconi Gianenrico, « L'objet comme document. Culture matérielle et cultures techniques », *Artefact*, 4, 2016, pp. 31-47.

Bernasconi Gianenrico, « La précision de l'heure dans les centres horlogers des Montagnes neuchâteloises dans la deuxième moitié du XVIIIe siècle et au XIXe siècle », Guzzi-Heeb Sandro et Dubuis Pierre (éd.), *Organisation et mesure du temps dans les campagnes européennes de l'époque moderne au XXe siècle*, Sion, Cahiers de Vallesia, 2019, pp. 37-48.

Bernasconi Gianenrico, « Introduction », Bernasconi Gianenrico, Carnino Guillaume, Hilaire-Pérez Liliane et Raveux Olivier (éd.), *Les Réparations dans l'histoire. Cultures techniques et savoir-faire dans la longue durée*, Paris, Presses des Mines, 2022, pp. 203-206.

Bernasconi Gianenrico et Huguenin Régis (éd.), *L'Heure pour tous, une montre pour chacun : un siècle de publicité horlogère*, Neuchâtel, Alphil, 2019.

Bernasconi Gianenrico et Nellen Stefan (Hrsg.), *Das Büro: Zur Rationalisierung des Interieurs, 1880-1960*, Bielefeld, Transcript Verlag, 2020.

Bernasconi Gianenrico, Carnino Guillaume, Hilaire-Pérez Liliane et Raveux Olivier (éd), *Les Réparations dans l'histoire. Cultures techniques et savoir-faire dans la longue durée*, Paris, Presses des Mines, 2022.

Bert Jean-François et Lamy Jérôme, *Voir les savoirs. Lieux, objets et gestes de la science*, Paris, Anamosa, 2021.

Besse Jean-Marc, « Approches spatiales dans l'histoire des sciences et des arts », *L'Espace géographique*, 39, 3, 2010, pp. 211-224.

Betts Jonathan, « Chronometer », Bud Robert et Warner Deborah Jean (eds.), *Instruments of Science*, New York, Londres, Garland Publishing, 1998, pp. 112-114.

Beuermann Klaus (Hrsg.), *Grundsätze über die Anlage neuer Sternwarten mit Beziehung auf die Sternwarte der Universität Göttingen von Georg Heinrich Borheck*, Göttingen, Universität Göttingen, 2005.

Beutler Gerhard, *Methods of Celestial Mechanics. Vol. I: Physical, Mathematical, and Numerical Principles*, Berlin, Heidelberg, New York, Springer, 2005, p. 33.

Biagioli Mario, *Galileo Courtier, the Practice of Science in the Culture of Absolutism*, Chicago, University of Chicago Press, 1993.

Biagioli Mario, *Galileo's Instruments of Credit. Telescopes, Images, Secrecy*. Chicago, University of Chicago Press, 2006.

Bianco Pierre, *De la pile de Volta à la conquête de l'espace. Deux siècles d'électrochimie (1799-1999)*, Aix-en-Provence, Presses de l'Université de Provence, 2010.

Bigg Charlotte, « Staging the heavens: astrophysics and popular astronomy in the late nineteenth century », Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Duke, Duke University Press, 2010, pp. 305-324.

Bigg Charlotte, « Le siècle de l'atome en images », Bonneuil Christophe et Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. Tome 3. Le siècle des technosciences*, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 166-185.

Bigg Charlotte, Aubin David et Felsch Philippe, « Introduction: the laboratory of nature – Science in the mountains », *Science in Context*, 22, 3, 2009, pp. 311-321.

Bigourdan Jean-Louis, Haugsted Ida et Reynaud François, *Paris et le daguerréotype*, Paris, Paris-Musées, 1989.

Birks John, *John Flamsteed, the First Astronomer Royal,* Londres, Avon Books, 1999.

Bivier Henri, « La Société neuchâteloise des sciences naturelles 1832-1932. Notice historique publiée à l'occasion de son centenaire », *BSSNN*, 56, 1931, pp. 5-83.

Blakeslee Donald, « The windom pipe: a chaîne opératoire analysis », *Plains Anthropologist*, 57, 224, 2012, pp. 299-323.

Blanchard Philippe, « Une production éclatée », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 15-32.

Blanchard Philippe, *L'Établissage. Étude historique d'un système de production horlogère en Suisse (1750-1950)*, Université de Neuchâtel, thèse de doctorat, 2009.

Blandin Patrick et Poupard Laurent, « L'Observatoire astronomique, météorologique et chronométrique de Besançon », *Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques*, 129-5, 2011, pp. 43-68.

Blaser Jean-Christophe et Lafontant Vallotton Chantal (éd.), *Transitions : la photographie dans le canton de Neuchâtel 1840-1970*, Neuchâtel, Alphil, 2017.

Bloor David, « Sociology of scientific knowledge », Niniluoto Ilkka, Sintonen Matti et Wolenski Jan (eds.), *Handbook of Epistemology,* Dordrecht, Springer, 2004.

Boetsch Gilles et Ferrie Jean-Noël, « Du daguerréotype au stéréotype : typification scientifique et typification du sens commun dans la photographie coloniale », *Hermès, La Revue*, 30, 2, 2001, pp. 169-175.

Boillat Johann, « Contrôler la dissidence : naissance et évolution du cartel horloger suisse (1931-1941) », Müller Margrit, Schmidt Heinrich et Tissot Laurent (Hrsg.), *Regulierte Märkte: Zünfte und Kartelle* [Marchés régulés : Corporations et cartels], Zurich, Chronos, 2011, pp. 247-260.

Boillat Johann*, Les Véritables Maîtres du temps. Le cartel horloger suisse (1919-1941)*, Neuchâtel, Alphil, 2013.

Boillat Johann, « La culture technique allemande de la chronométrie neuchâteloise : Jules Grossmann, l'École d'horlogerie du Locle et l'Observatoire cantonal de Neuchâtel (1868-1907) », *Bulletin de la Société suisse de chronométrie*, 87, 2019, pp. 41-50.

Boillat Johann et Noyer Frédéric, « La cartellisation de l'horlogerie suisse (1928-1931), un mécanisme de production d'inégalités ? », David Thomas, Groebner Valentin, Schaufelbuehl Marina Janick et Studer Brigitte (Hrsg.), *Die Produktion von Ungleichheiten.* [La production des inégalités], Zurich, Chronos, 2010, pp. 195-204.

Boistel Guy (éd.), « Observatoires et patrimoine astronomique français », *Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences*, 54, Lyon, SFHST/ENS, 2005, pp. 135-152.

Boistel Guy, « De quelle précision a-t-on réellement besoin en mer ? Quelques aspects de la diffusion des méthodes de détermination astronomique et chronométrique des longitudes en mer en France, de Lacaille à Mouchez (1750-1880) », *Histoire & Mesure*, 21, 2, 2006, pp. 121-156.

Bomford Anthony, *The Geodetic Adjustment of Australia, 1963-1966*, *Survey Review*, 19, 144, 1967, pp. 52-71.

Bonjour Edgar, *Der Neuenburger Konflikt 1856/57. Untersuchungen und Dokumente*, Bâle et Stuttgart, Helbing & Lichtenhahn, 1957.

Bonjour Edgar, *Die Universität Basel von den Anfängen bis zur Gegenwart, 1460-1960*, Bâle, Helbling & Lichtenhahn, 1960, pp. 755-757.

Bonneuil Christophe et Joly Pierre-Benoît, *Sciences, techniques et société,* Paris, La Découverte, 2013.

Bonneuil Christophe et Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. Tome 3. Le siècle des technosciences*, Paris, Le Seuil, 2015.

Bonneuil Christophe et Pestre Dominique, « Introduction », Bonneuil Christophe et Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. Tome 3. Le siècle des technosciences*, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 8-24.

Boquet Félix, *Les Observations méridiennes : théorie et pratique*, Paris, Octave Doin et Fils, 1909.

Boring Edwin, *A History of Experimental Psychology*, New York, Appleton-Century-Crofts inc., 1957.

Boring Edwin, « Beginning and growth of measurement in psychology », *Harry Woolf, Quantification: a history of the meaning of measurement in the natural and social sciences,* New York, History of science society, 1961, pp. 108-127.

Bottani Alessia, « Portrait d'Antoine Borel », Maire Frédéric et Tortajada Maria (éd.), *La Collaboration UNIL + Cinémathèque suisse*, www.unil-cinematheque.ch, novembre 2016.

Bouchard Julie, « A prehistory of statistics on science and technology in France: From inventories to statistics », http://juliebouchard.free.fr/articles-pdf/2006c-bouchard-statistics.pdf, 2006.

Boucher Claude, « La genèse du Système international de référence terrestre (ITRS) », *Revue XYZ*, 145, 4, 2015, pp. 53-56.

Boudia Soraya, « Sur les dynamiques de constitution des systèmes d'expertise scientifique. La naissance du système d'évaluation et de régulation des risques des rayonnements ionisants », *Genèses. Sciences sociales et histoire*, 70, 2008, pp. 26-44.

Bourguet Marie-Noëlle, Licoppe Christian et Sibum Otto (eds.), *Instruments, Travel and Science. Itineraries of Precision from the Seventeenth to the Twentieth Century,* Londres, New York, Routledge, 2002.

Bourguet Marie-Noëlle, Licoppe Christian et Sibum Otto, « Introduction », Bourguet Marie-Noëlle, Licoppe Christian et Sibum Otto (eds.), *Instruments, Travel and Science. Itineraries of Precision from the Seventeenth to the Twentieth Century,* Londres, New York, Routledge, 2002, pp. 1-19.

Brachner Andreas, « German nineteenth-century scientific instrument makers », De Clercq Peter (eds.), *xixth Century Scientific Instruments and Their Makers*, Leiden, Museum Boerhaave, Amsterdam, Rodopi, 1985, pp. 117-157.

Brämer Andreas, « Philippson, Ludwig », *Neue Deutsche Biographie,* 20, 2001, pp. 397-398 [Online-Version] ; URL : https://www.deutsche-biographie.de/pnd116176288.html#ndbcontent.

Bregnard Théo, *Le Rôle du mécénat horloger dans le développement culturel de La Chaux-de-Fonds (1920-1980)*, mémoire de master soutenu à l'Université de Neuchâtel [non publié], 2006.

Breitenberger Ernst, « Gauss's geodesy and the axiom of parallels », *Archive for History of Exact Sciences*, 31, 3, 1984, pp. 273-289.

Brenni Paolo, « 19th century french scientific instrument makers. I: H.-P. Gambey », *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 38, 1993, pp. 11-13.

Brenni Paolo, « 19th century french scientific instrument makers. I: The Brunners and Paul Gautier », *Bulletin of the Scientific Instrument Society,* 49, 1996, pp. 3-8.

Brenni Paolo, « Les instruments scientifiques anciens : un patrimoine à redécouvrir », *Bulletin de la Sabix*, 18, 1997, pp. 5-7.

Brenni Paolo, « Un siècle d'instruments. La transformation des appareils scientifiques et leur utilisation pendant le xxe siècle », *Sartoniana*, 14, 2001, pp. 13-56.

Brenni Paolo, « Du laboratoire à l'industrie. La Société genevoise d'instruments de physique (SIP) », Ratcliff Marc et Stahl Gretsch Laurence-Isaline (éd.), *Mémoires d'instruments. Une histoire des sciences et des savants à Genève 1559-1914*, Genève, Suzanne Hurter, 2011, pp. 202-215.

Brenni Paolo, « From workshop to factory: the evolution of the instrument making industry, 1850-1930 », Buchwald Jed et Fox Robert (eds.), *The Oxford Handbook of the History of Physics*, Oxford, Oxford University Press, 2013, pp. 584-650.

Bret Patrice, « La Société d'encouragement pour l'industrie nationale et l'Académie des sciences au xixe siècle : le fonctionnement parallèle de deux institutions », Benoit Serge, Emptoz Gérard et Woronoff Denis (éd.), *Encourager l'innovation en France et en Europe. Autour du bicentenaire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, Paris, Éditions du CTHS, 2006, pp. 65-94.

Brian Scherer Sarah, « Kern », *DHS*, version du 10.08.2007, traduit de l'allemand. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/043148/2007-08-10/, consulté le 20.10.2022.

Briggs Asa, *The BBC. The First Fifty Years*, Oxford, Oxford University Press, 1985.

Briquel Dominique (éd.), *Écriture et transmission des savoirs de l'Antiquité à nos* jours, Paris, Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, 2020.

Brooks G. P. et Brooks Randall, « The improbable progenitor », *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 73, 1979, pp. 1-23.

Brooks Randall, « Development of micrometers in the seventeenth, eighteenth and nineteenth centuries », *Journal of History of Astronomy*, 22(2), 1991, pp. 127-173.

Brooks Randall, « Development of scale-reading micrometers in the seventeenth to the nineteenth centuries », *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 98, 2008, pp. 8-23.

Brunet François, « Frémont et le daguerréotype : la photographie au service du mythe », *Revue française d'études américaines*, 76, 1998, pp. 28-43.

Bryden David John, « The Edinburg Observatory 1736-1811: a story of failure », *Annals of Science*, 47, 5, 1990, pp. 445-474.

Buchwald Jed, « Measurements and experimental knowledge in the early modern era », *Archive for History of Exact Sciences*, 60, 6, 2006, pp. 565-649.

Bud Robert et Warner Deborah Jean (eds.), *Instruments of Science*, New York, Londres, Garland Publishing, 1998.

Buess Heinrich, « Der Neuenburger Arzt Louis Guillaume », *Gesnerus*, 35, 1978, pp. 230-241.

Bühler Henri, « Le long de notre méridienne », *L'Impartial*, 29 avril 1939.

Bühler Henri, « Horlogerie », Comité directeur du centenaire de la République neuchâteloise (éd.), *Le Pays de Neuchâtel : collection publiée à l'occasion du centenaire de la République*, Neuchâtel, P. Attinger, 6, 1948, pp. 24-25.

Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008.

Bureau de contrôle des ouvrages en métaux précieux de La Chaux-de-Fonds, *Le Bureau de contrôle des ouvrages en métaux précieux de La Chaux-de-Fonds,* La Chaux-de-Fonds, Haefli & Co, 1954.

Burgat-Grellet Mika et Schaer Jean-Paul, « Adolphe Hirsch (1830-1901), directeur de l'Observatoire de Neuchâtel de 1858 à 1901 », *BSSNN*, 124, 2001, pp. 23-39.

Burke Peter, *Qu'est-ce que l'histoire culturelle*, Paris, Belles Lettres, 2022.

Cabrio Amandine, *Un établissement scientifique pour l'industrie horlogère. L'Observatoire cantonal de Neuchâtel*, thèse de doctorat en cours à l'Université de Neuchâtel.

Cahan David (ed.), *Hermann von Helmholtz and the Foundations of Nineteenth Century Science*, Berkeley, University of California Press, 2014.

Cahan David, *Helmholtz: a Life in Science*, Chicago, University of Chicago Press, 2018.

Calame Caroline, « Auguste Bachelin, peintre, historien, critique d'art, romancier (1830-1890) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises*, Tome 3, Hauterive, G. Attinger, 2001, pp. 18-24.

Calame Caroline, « Henri Grandjean. Horloger, homme politique (1803-1879) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises*, tome 3, Hauterive, G. Attinger, 2001, pp. 155-159.

Caldwell Peter, *Love, Death, and Revolution in Central Europe,* New York, Palgrave Macmillan, 2009.

Callens Stéphane, *Les Maîtres de l'erreur : mesure et probabilité au XIX^e siècle*, Paris, Presses universitaires de France, 1997.

Callon Michel, « Éléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc », *L'Année sociologique*, 36, 1986, pp. 169-208.

Callon Michel, Lascoumes Pierre et Barthes Yannick, *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Paris, Le Seuil, 2001.

Canales Jimena, « The single eye: Re-evaluating Ancien Regime science », *History of Science*, 39, 123, 2001, pp. 71-94.

Canales Jimena, « Exit the frog, enter the human: physiology and experimental psychology in nineteenth-century astronomy », *The British Journal for the History of Science*, 34, 2001, pp. 173-197.

Canales Jimena, « Sensational differences: the case of the transit of Venus », *Cahiers François Viète*, 11-12, 2007, pp. 15-40.

Caneles Jimena, *A Tenth of a Second: a History*, Chicago, University of Chicago Press, 2009.

Cardinal Catherine (éd.), *Ferdinand Berthoud (1727-1807). Horloger mécanicien du roi et de la marine*, La Chaux-de-Fonds, Musée international d'horlogerie, 1984.

Cardinal Catherine, *Charles-Édouard Guillaume (1861-1938), prix Nobel de physique, le mètre et la seconde*, La Chaux-de-Fonds, Musée international d'horlogerie, 1988.

Cardinal Catherine et Piguet Jean-Michel (éd.), « Musée international d'horlogerie », *Catalogue d'œuvres choisies*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1999.

Cardinal Catherine, Jéquier François, Barrelet Jean-Marc et Beynier André (éd.), *L'Homme et le temps en Suisse 1291-1991*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1991.

Carnino Guillaume, *L'Invention de la science. La nouvelle religion de l'âge industriel*, Paris, Le Seuil, 2015.

Carnino Guillaume et Marquet Clément, « Du mythe de l'automatisation au savoir-faire des petites mains : une histoire des datacenters par la panne », *Artefact*, 11, 2019, pp. 163-190.

Caron François, *Histoire des chemins de fer en France,* tome 1, 1740-1883, Paris, Fayard, 1997.

Carré Anne-Laure, Corcy Marie-Sophie, Hilaire-Pérez Liliane et Demeulenaere-Douyère Christiane (éd.), *Les Expositions universelles en France au XIX^e^ siècle. Techniques Publics Patrimoines,* Paris, CNRS éditions, 2012.

Carré Patrice, *Le Téléphone, un monde à portée de voix*, Paris, Gallimard, 1993.

Carter M., Carter W., « Seth Carlo Chandler Jr.: the discovery of variation of latitude », *Polar Motion: Historical and Scientific Problems. ASP Conference Series*, 208, 2000, pp. 109-119.

Castagna Thierry, « L. Leroy. Les grandes heures scientifiques », *La Cote des montres* [En ligne], 1er avril 2011 [Consulté le 15 décembre 2022], La Cote des Montres : Les Grandes Heures scientifiques de L.Leroy – Les Sept Régulateurs à Tourbillon de la ligne Osmior.

Castellani Zahir Elisabeth, « Rychner, Hans », Rucki Isabelle et Huber Dorothee (Hrsg.), *Architektenlexikon der Schweiz-19./20. Jahrhundert*, Bâle, Birkhäuser, 1998, p. 463.

Chapman Allan, « The accuracy of angular measuring instruments used in astronomy between 1500 and 1850 », *Journal for the History of Astronomy*, 14, 1983, pp. 133-137.

Chapman Allan, « Sir George Airy (1801-1892), and the concept of international standards in science, timekeeping and navigation », *Vistas in Astronomy*, 28, 1985, pp. 321-328.

Chapman Allan, *Dividing the Circle: the Development of Critical Angular Measurement Astronomy 1500-1850*, New York, Ellis Horwood, 1990.

Chapman Allan, « The astronomical revolution », Fauvel John, Flood Raymond et Wilson Robin (eds.), *Möbius and his Band: Mathematics and Astronomy in Nineteenth-Century Germany*, Oxford, Oxford University Press, 1993, pp. 35-77.

Chapman Allan, *England's Leonardo: Robert Hooke and the Seventeenth-Century Scientific Revolution,* Londres, Institute of Physics Publishing, 2005.

Chapman Allan, « Dr Robert Hooke and the origins of engineering science », *Engineering and Computational Mechanics*, 164, EM4, 2011, pp. 189-205.

Chappey Jean-Luc, « Les sociétés savantes à l'époque consulaire », *Annales historiques de la Révolution française*, 309, 1997, pp. 451-472.

Chapuis Alfred*, Histoire de la pendulerie neuchâteloise*, Genève, Éditions Slatkine, 1983 [1917].

Chartier Roger, « Sciences et savoirs », *Annales. Histoire, Sciences sociales,* 71, 2, 2016, pp. 451-464.

Châtelain Auguste, « Louis Favre », *Musée neuchâtelois*, 1906, pp. 237-251.

Châtelain Auguste, *Du rôle de la Prusse dans le mouvement des royalistes neuchâtelois du 3 septembre 1856*, Paris, Neuchâtel, Victor Attinger, 1924.

Châtelain Pierre-Yves, « Frédéric-Alexandre Courvoisier, fabricant d'horlogerie homme politique militaire 1799-1854 », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises, tome 2,* Hauterive*,* G. Attinger, 1998, pp. 93-98.

Chessel Marie-Emmanuelle, *Histoire de la consommation*, Paris, La Découverte, 2012.

Chinnici Ileana (éd.). *La Carte du ciel : correspondance inédite conservée dans les archives de l'Observatoire de Paris*, Paris, Observatoire de Paris, 1999.

Chinnici Ileana, « Le voyage scientifique de Georges Rayet en Italie et la fondation de l'Observatoire de Bordeaux », Brouzeng Paul et Debarbat Suzanne (éd.), *Sur les traces de Cassini. Astronomes et observatoires du sud de la France. 121e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Nice, 1996*, Paris, Éditions du CTHS, 2001, pp. 259-269.

Chinnici Ileana, « The relationship between the Ramsden circles at Palermo and Dunsink », *Journal for the History of Astronomy,* 40, 2009, pp. 321-333.

Chinnici Ileana (ed.), *Merz telescopes: a heritage worth preserving*, Cham, Springer, 2017.

Chinnici Ileana, « The maker and the scientist: the Merz-Secchi connection », Chinnici Ileana (ed.), *Merz telescopes: a Heritage Worth Preserving*, Cham, Springer, 2017, pp. 39-68.

Chinnici Ileana et Gramatowski Wiktor, « Le carte di Angelo Secchi S. J. (1818-1878) conservato presso la Pontificia Università Gregoriana: un inventario inedito rivisitato », *Nuncius*, 16, 2001, pp. 571-627.

Chinnici Ileana et Brenni Paolo, « The Palermo Merz equatorial telescope. An instrument, a manuscript, some drawings », *Nuncius*, 30, 2015, pp. 228-279.

Christen Carole, « Les leçons et traités d'astronomie populaire dans le premier XIX^e^ siècle », *Romantisme*, 166, 4, 2014, pp. 8-20.

Clarke J. F., « An almost unknown great man. Charles Parsons, the significance of the patents of 1884 », *Occasional Papers in the History of Science and Technology*, 4, 1984.

Clot Yves, « Introduction », Clot Yves (éd.), *Le Travail sans l'homme ? Pour une psychologie des milieux de travail et de vie*, Paris, La Découverte, 2008, pp. 5-18.

Cohen Évelyne, Goetschel Pascale, Martin Laurent et Ory Pascal (éd.), *Dix ans d'histoire culturelle*, Villeurbanne, Presses de l'Enssib, 2011.

Cohn Fritz, « Rektaszenzions-Beobachtungen von 4066 Sternen mit dem selbstregistrierenden Mikrometer des Repsoldschen Meridiankreises in den Jahren 1901 bis 1907 », Battermann Hans (Hrsg.), *Astronomische Beobachtungen auf der Königlichen Universitäts-Sternwarte zu Königsberg*, 42, 1909.

Collins Harry, « The sociology of scientific knowledge: studies of contemporary science », *Annual Review of Sociology*, 9, 1983, pp. 265-285.

Collins Harry et Evans Robert, *Rethinking Expertise*, Chicago, University of Chicago Press, 2007.

Coulon Louis, « Notice biographique sur Monsieur Frédéric d'Osterwald », *Actes de la Société helvétique des sciences naturelles*, 35, 1850, pp. 153-156.

Coulon Philippe de, *Les Ébauches : deux siècles d'histoire horlogère. Ouvrage publié à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire d'Ébauches SA*, Neuchâtel, s.n., 1951.

Cop Raoul, *Aube horlogère sur les Montagnes neuchâteloises : les origines de l'industrialisation dans la région de La Chaux-de-Fonds et du Locle : 1666-1750*, La Chaux-de-Fonds, Monney & Schaub, 2003.

Cop Raoul, *Histoire de La Chaux-de-Fonds*, Le Locle, G d'encre, 2006.

Corbin Alain, *Le Monde retrouvé de Louis-François Pinagot : sur les traces d'un inconnu, 1798-1876*, Paris, Flammarion, 1998.

Corbin Alain, *Histoire du silence. De la Renaissance à nos jours,* Paris, Albin Michel, 2016.

Cordez Philippe, « Die kunsthistorische Objektwissenschaft und ihre Forschungsperspektive », *Kunstchronik*, 67, 7, 2014, pp. 364-373.

Cornet Émilie, « Vers une lubrification sèche pour le patrimoine horloger. Sa mise en œuvre, ses limites, sa réversibilité », *CeROArt*, EGG 4, 2014, pp. 1-20.

Cortat Alain (éd.), *Contribution à une histoire des cartels en Suisse*, Neuchâtel, Alphil, 2010.

Smith Crosbie, *The Science of Energy: A Cultural History of Energy Physics in Victorian Britain*, Chicago, University of Chicago Press, 1998.

Smith Crosbie, Agar John (eds.), *Making Space for Science: Territorial Themes in the Shaping of Knowledge*, Londres, Macmillan, 1998.

Smith Crosbie et, Wise Norton, *Energy and Empire: A biographical Study of Lord Kelvin*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989.

Crozier Michel, *Le Phénomène bureaucratique : essai sur les tendances bureaucratiques des systèmes modernes et sur leurs relations en France avec le système social et culturel*, Paris, Le Seuil, 1963.

Cutler Leonard, « Fifty years of commercial caesium clocks », *Metrologia*, 42, 2005, pp. 90-99.

Deias Dalia, *Inventer l'Observatoire : sciences et politique sous Giovanni Domenico Cassini (1625-1712)*, 2020, [thèse de doctorat non publiée].

Danjon André et Couder André, *Lunettes et télescopes Théorie, conditions d'emploi, description, réglage,* Paris, Librairie Blanchard, 1979 [1935].

Daston Lorraine, « Objectivity and the escape from perspective », *Social Studies of Science*, 22, 4, 1992, pp. 597-618.

Daston Lorraine, « The moral economy of science », *Osiris*, 10, 1995, pp. 2-24.

Daston Lorraine, « Objectivity and impartiality: epistemic virtues in the humanities », Bod Rens, Maat Jaap, Weststeijn Thijs, *The Making of the Humanities*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 2014, pp. 27-41.

Daston Lorraine et Galison Peter, « The image of objectivity », *Representations*, 40, 1992, pp. 81-128.

Daston Lorraine et Sibum Otto, « Introduction: scientific personae and their histories », *Science in Context*, 16, 2003, pp. 1-8.

Daston Lorraine et Lunbeck Elizabeth (eds.), *Histories of Scientific Observation*, Chicago, Londres, University of Chicago Press, 2011.

Daumas Maurice, *Les Instruments scientifiques aux xvii^e^ et xviii^e^ siècles*, Paris, Presses universitaires de France, 1953.

Daumas Maurice, « Precision measurement and physical and chemical research in the eighteenth century », Crombie Alistair (ed.), *Scientific change: Historical Studies in the Intellectual, Social and Technical Conditions for Scientific Discoveries and Technical Invention from Antiquity to the Present,* Londres, Heinemann, 1961, pp. 418-430.

Davies Hum et Wernli Heini, « Dynamical meteorology: the swiss contribution », Willemse Saskia et Furger Markus (eds.), *From Weather Observations to Atmospheric and Climate Sciences in Switzerland. Celebrating 100 Years of the Swiss Society for Meteorology*, Zurich, Hochschulverlag AG an der ETH-Zurich, 2016, pp. 103-121.

Davoigneau Jean, Le Guet Tully Françoise, Poupard Laurent et Vernotte François, *L'Observatoire de Besançon. Les étoiles au service du temps*, Lyon, Lieux Dits, 2009.

Debarbat Suzanne, « Méthode de Gauss et astrolabe à prisme », *Revue d'histoire des sciences*, 36, 3-4, 1983, pp. 249-263.

Debluë Claire-Lise, *Exposer pour exporter. Culture visuelle et expansion commerciale en Suisse (1908-1939)*, Neuchâtel, Alphil, 2015.

Decaux B., « Les horloges à quartz et leurs applications », Conférence du 29 mai 1948, *Société suisse de chronométrie*, pp. 266-275.

Dejaiffe René, « L'astronomie méridienne », *Ciel et Terre*, 85, 1969, pp. 193-235.

Degrigny Christian (éd.), *Projet OBS. Approche pluridisciplinaire intégrée pour l'étude et la conservation de la collection d'objets de l'Observatoire chronométrique de Neuchâtel*, Suisse (Rapport final), 2016 (non publié).

Deguerry Michel et David René, *De la logique câblée au calculateur industriel. Une aventure du Laboratoire d'automatique de Grenoble*, Grenoble, Eda Publishing, 2008.

Dejoux Marie, *Les Enquêtes de saint Louis. Gouverner et sauver son âme*, Paris, Presses universitaires de France, 2013.

De La Torre Marta (ed.), *Assessing the Values of Cultural Heritage: Research Report*, Los Angeles, Getty Conservation Institute, 2002.

Delattre Simone, *Les Douze Heures noires. La nuit à Paris au xix^e^ siècle*, Paris, Albin Michel, 2000.

Denis Jérôme et Pontille David, *Le Soin des choses. Politiques de la maintenance*, Paris, La Découverte, 2022.

Denjean Claude et Feller Laurent (éd.), *Expertise et valeur des choses au Moyen Âge*, *tome 1 : Le besoin d'expertise*, Madrid, Casa de Velázquez, 2013.

Denkel Eugen, *Charles Shepherd Junior: 1829-1905. Chronometermacher, Ingenieur, Erfinder, Fotograf, Band 1, Datensammlung zu Leben, Werk, Personen und Wirkungsstätten*, Lehmen Eigenverlag, 2015.

Derolez Séverine, « Instrument de la "big science" et biographie culturelle », *Culture & Musées*, 36, 2020, pp. 191-196.

Desrosières Alain, *La Politique des grands nombres : histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte, 1993.

Devorkin David, « Astrophysics », Lankford John (ed.), *History of Astronomy. An Encyclopedia*, New York, Routledge, 2011, pp. 72-79.

Dick Steven, « Pulkovo Observatory and the national observatory movement: an historical overview », *Symposium-International Astronomical Union*, 141, 1990, pp. 29-38.

Dick Steven, « National Observatories: an overview », *Journal for the History of Astronomy*, 22, 1991, pp. 1-4.

Dick Steven, *Sky and Ocean Joined. The U.S. Naval Observatory (1830-2000)*, Cambridge, The Cambridge University Press, 2002.

Dick Wolfgang et Fritze Klaus (Hrsg.), *300 Jahre Astronomie in Berlin und Potsdam. Eine Sammlung von Aufsätzen aus Anlaß des Gründungsjubiläums der Berliner Sternwarte* (Acta Historica Astronomiae, 8), Thun, Frankfurt am Main, Deutsch, 2000.

Dijksterhuis Fokko Jan, « Labour on lenses: Isaac Beeckman's notes on lens making », Helden Albert van, Dupré Sven, Gent Rob van et Zuidervaart Huib (eds.), *The Origins of the Telescope*, Amsterdam, KNAW Press, 2010, pp. 257-270.

Ditisheim Paul, « Nécrologie : Dr Hermann Stroele », *Journal suisse de l'horlogerie*, 4, 1921, p. 117.

Ditisheim Paul, « Louis Leroy, 1859-1934 », *Annales françaises de chronométrie*, 5, 1935, pp. 75-80.

Ditisheim Paul, « Paul Berner », *Journal suisse de l'horlogerie*, 5 juin 1942, pp. 31-35.

Dohrn-van Rossum Gerhard, *L'Histoire de l'heure. L'horlogerie et l'organisation moderne du temps*, Paris, Maison des sciences de l'homme, 1997.

Donnelly Kevin, « On the boredom of science: positional astronomy in the nineteenth century », *British Journal for the History of Science* 47, 2014, pp. 479-503.

Donzé Pierre-Yves, *Les Patrons horlogers de La Chaux-de-Fonds (1840-1920). Dynamique sociale d'une élite* industrielle, Neuchâtel, Alphil, 2007.

Donzé Pierre-Yves, *Histoire de l'industrie horlogère suisse : De Jacques David à Nicolas Hayek (1850-2000)*, Neuchâtel, Alphil, 2009.

Donzé Pierre-Yves, *Des nations. Des firmes et des montres. Histoire globale de l'industrie horlogère de 1850 à nos jours*, Neuchâtel, Livreo-Alphil, 2020.

Doolittle Eric, « The secular variations of the elements of the orbits of the four inner planets computed for the epoch 1850.0 G.M.T. », *Transactions of the American Philosophical Society*, 22, 2, 1912, pp. 37-189.

Drecker Joseph, *Die Theorie der Sonnenuhr*, Berlin, de Gruyter, 1925.

Dreyfus Françoise, *L'Invention de la bureaucratie : servir l'État en France, en Grande-Bretagne et aux États-Unis, XVIII^e^-XX^e^ siècles*, Paris, La Découverte, 1999.

Duncombe Raynor, « Personal equation in astronomy », *Popular Astronomy*, vol. 53, 1945, pp. 2-13, pp. 2-3.

Dubois Pierre, *Histoire de l'horlogerie*, Paris, Decoopmans, 2017 [1849].

Dumoulin Laurence, La Branche Stéphane, Robert Cécile et Warin Philippe (éd.), *Le Recours aux experts. Raisons et usages politiques.* Grenoble, Presses universitaires de Grenoble, 2005.

Dunn Richard, *The Telescope. A Short History*, Londres, Conway, 2011 [2009].

Dunn Richard et Higgitt Rebekah, *Ships, Clocks, and Stars. The Quest for Longitude*, New York, Harper design, 2014.

Dunkin Edwin, « Comparison of the probable error of a transit of a star observed with the transit-circle by the "eye and ear" and chronographic methods », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 20, 1860, pp. 86-88.

Dunlop Storm et Gerbaldi Michele (eds.), « Stargazers: the contribution of amateurs to astronomy », *Proceedings of Colloquium 98 of the IUA*, 20-24 juin 1987, 1988.

Dupraz Cédric et Morerod Jean-Daniel, « Le haut, le bas », Herz Ellen et Wobmann Fanny (éd.), *Complications neuchâteloises. Histoire, tradition, patrimoine,* Neuchâtel, Alphil, 2014, pp. 243-264.

Dupree Andrea, « The ultraviolet sky », Cornell James et Gorenstein Paul (eds.), *Astronomy from Space: Sputnik to Space Telescope*, Cambridge (Ma), MIT Press, 1983, pp. 116-140.

Duret Philippe, « Joseph Thadeus Winnerl, chronométrier (1799-1886) », *Bulletin de l'Association nationale des collectionneurs et amateurs d'horlogerie ancienne*, Paris, 35, 1982, pp. 33-51.

Dvoichenko-Markov Eufrosina, « The Pulkovo Observatory and some american astronomers of the mid-19th century », *Isis*, 43, 3, 1952, pp. 243-246.

Edgerton David, « De l'innovation aux usages. Dix thèses sur l'histoire des techniques », *Anales HSS*, 4-5, juillet-octobre 1998, pp. 815-837.

Edgerton David, *Quoi de neuf ? Du rôle des techniques dans l'histoire globale*, Paris, Le Seuil, 2013.

Edgerton David, « L'État entrepreneur des sciences », Bonneuil Christophe et Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. Tome 3. Le Siècle des technosciences*, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 66-83.

Elkana Yehuda, Lederberg Joleteshua, Merton Robert, Thackray Arnold et Zuckerman Harriet (eds.), *Toward a Metric of Science: The Advent of Science Indicators*, New York, John Wiley, 1978.

Erbrich Klaus, *Präzisionspendeluhren: von Graham bis Riefler*, Munich, Callwey Verlag, 1978.

Evans Rand, « Chronograph », Bud Robert, Warner Deborah Jean (eds.), *Instruments of Science*, New York, Londres, Garland Publishing, 1998, pp. 110-112.

Evard Maurice, « Jean-Frédéric d'Ostervald », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises. Des Lumières à la Révolution*, Hauterive, G. Attinger, pp. 233-236.

Fallet Estelle, « La création des écoles d'horlogerie en Suisse », Cardinal Catherine, Jéquier François, Barrelet Jean-Marc et Beynier André (éd.), *L'Homme et le temps en Suisse, 1291-1991*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1991, pp. 279-284.

Fallet Estelle, *La Mesure du temps en mer et les horlogers suisses*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1995.

Fallet Estelle, « Movado », *DHS*, version du 28.01.2010. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/048895/2010-01-28/, consulté le 19.01.2023.

Fallet Estelle et Cortat Alain, *Apprendre l'horlogerie dans les Montagnes neuchâteloises, 1740-1810*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 2001.

Fallet Marius, « Pierre-Louis Guinand, l'opticien et son fils, Aimé Guinand (Extraits de leur correspondance) », *Musée neuchâtelois,* 1918, pp. 133-142.

Fauvel John, Flood Raymond et Wilson Robin (eds.), *Möbius and his Band: Mathematics and Astronomy in Nineteenth-Century Germany*, Oxford, Oxford University Press, 1993.

Fédération horlogère suisse, *Origine et structure de l'horlogerie suisse : les organisations horlogères, la Fédération horlogère suisse,* Bienne, FH, 1961.

Feldhaus Franz, *Carl Bamberg, ein Rückblick auf sein Wirken und auf die Feinmechanik*, Berlin-Friedenau, Askania-Werke, 1929.

Felten Sebastian et Oertzen Christine von, « Bureaucracy as knowledge », *Journal for the History of Knowledge*, 1, 2020, p. 8, pp. 1-16.

Feller Laurent et Rodríguez Ana (éd.), *Expertise et valeur des choses au Moyen Âge*, *tome 2 : Savoirs, écritures, pratiques*, Madrid, Casa de Velázquez, 2016.

Fiala Félix, « Edmond Guyot (1900-1963) », *BSSNN*, 87, 1964, pp. 209-219.

Findlen Paula (ed.), *Early Modern Things: Objects and their Histories, 1500-1800*, Londres et New York, Routledge, 2021 [2013].

Finkelstein Gabriel, *Emil du Bois-Reymond. Neuroscience, Self, and Society in Nineteenth-Century Germany*, Massachussets, MIT Press, 2013.

Finnegan Diarmid, « The spatial turn: geographical approaches in the history of science », *Journal of the History of Biology*, 41, 2, 2008, pp. 369-388.

Fischer Claude, *America Calling: a Social History of the Telephone to 1940,* Berkeley, University of California Press, 1992.

Fischer Gaston, « Adolphe Hirsch (1830-1901). L'astronomie et les sciences de la Terre », *BSSNN*, 124, 2001, pp. 41-47.

Flammarion Camille, *Astronomie populaire*, Paris, 1880.

Fléchon Dominique, *Horology, a Child of Astronomy* [L'horlogerie, fille de l'astronomie], Genève, Fondation de la Haute Horlogerie, 2013.

Fleck Ludwig, *Genèse et développement d'un fait scientifique*, Paris, Flammarion, 2008.

Forbes Eric, « John Flamsteed and the origins of the Greenwich astronomical tradition », *The Journal of Navigation*, 28, 3, 1975, pp. 251-262.

Forman Paul, « The first atomic clock program: NBS, 1947-1954 », *Proceedings of the 17th Annual Precise Time and Time Interval Systems and Applications Meeting, Washington DC*, 1985, pp. 1-18.

Fors Hjalmar, Principe Lawrence et Sibum Otto, « From the library to the laboratory and back again: experiment as a tool for historians of science », *Ambix*, 63, 2, 2016, pp. 85-97.

Foucault Michel, *L'Archéologie des savoirs,* Paris, Gallimard, 1969.

Foucault Michel, « Des espaces autres », Conférence au Cercle d'études architecturales, 14 mars 1967, *Architecture, Mouvement, Continuité*, 5, 1984, pp. 46-49.

Fragomichelakis Michel, *Culture technique et développement régional : les savoir-faire dans l'Arc jurassien*, Neuchâtel, 1994.

Frängsmyr Tore, Heilbron John et Rider Robin, *The Quantifying Spirit in the 18th Century*, Berkeley, Los Angeles, Oxford, University of California Press, 1990.

Fressoz Jean-Baptiste, « Gaz, gazomètres, expertises et controverses Londres, Paris, 1815-1860 », *Courrier de l'environnement de l'INRA*, 62, 2012, pp. 31-56.

Fressoz Jean-Baptiste, *L'Apocalypse joyeuse. Une histoire du risque technologique*, Paris, Le Seuil, 2012.

Frizot Michel, *Nouvelle Histoire de la photographie*, Paris, Bordas, 1994.

Frommel Bénédict, *La SIP : 150 ans de mécanique de précision : 1862-2012*, Genève : Office du patrimoine et des sites, Satigny : Société d'instruments de précision SA, Golion, Infolio, 2012.

Frommel Bénédict, « Graduer une droite ou un cercle : les machines à diviser », Frommel Bénédict, *La SIP : 150 ans de mécanique de précision : 1862-2012*,

Genève : Office du patrimoine et des sites ; Satigny : Société d'instruments de précision SA ; Golion, Infolio, 2012, pp. 48-65.

Fröhlich Martin, « Rychner, Hans », *DHS*, version du 26.11.2010, traduit de l'allemand, Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/029120/2010-11-26/, consulté le 25.08.2022.

Fujimora Joan et Adele Clarke, *La Matérialité des sciences : Savoir-faire et instruments dans les sciences de la vie*, Marsat, Synthélabo Group, 1996, p. 41.

Fumaroli Marc, *La République des lettres*, Paris, Gallimard, 2015.

Gagnebin-Diacon Christine, « Rossel, Jean », *DHS*, version du 14.10.2009, Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/041264/2009-10-14/, consulté le 19.01.2023.

Galassi Peter, *Before Photography: Painting and the Invention of Photography*, New York, The Museum of Modern Art, 1981.

Galbraith John Kenneth, *Le Nouvel État industriel*, Paris, Gallimard, 1968.

Galison Peter, « Bubble chambers and the experimental workplace », Achinstein Peter et Hannaway Owen (eds.), *Observation, Experiment and Hypothesis in Modern Physical Science*, Cambridge, Mass, MIT Press, 1985, pp. 309-373.

Galison Peter, *L'Empire du temps. Les horloges d'Einstein et les cartes de Poincaré*, Paris, Robert Laffont, 2005.

Galison Peter et Thompson Emily (eds.), *Architecture of Science*, Cambridge, MIT, 1999.

Gapaillard Jacques, *Histoire de l'heure en France*, Paris, Vuibert-ADAPT/SNES, 2011.

Gardey Delphine, *Écrire, calculer, classer : comment une révolution de papier a transformé les sociétés contemporaines (1800-1940)*, Paris, La Découverte, 2008.

Garufo Francesco, « Abondances et disettes », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 247-255.

Garufo Francesco, *L'Emploi du temps*, Lausanne, Antipodes, 2015.

Gaulon Pierre-André, « Les instruments scientifiques – Définition et historique », *Bulletin de la Sabix,* 18, 1997, pp. 1-8.

Gauthier Jean, « Mentha, Fritz Henri », *DHS*, version du 24.02.2011, Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/016278/2011-02-24/, consulté le 11.07.2022.

Gauvin Jean-François, « Réparation, restauration, exposition : valoriser les instruments disloqués des musées de sciences et de technologie », Bernasconi Gianenrico, Carnino Guillaume, Hilaire-Pérez Liliane et Raveux Olivier (éd.), *Les Réparations dans l'histoire. Cultures techniques et savoir-faire dans la longue durée*, Paris, Presses des Mines, 2022, pp. 259-269.

Generaldirektion PTT, *Hundert Jahre elektrisches Nachrichtenwesen in der Schweiz 1852-1952*, tome 1, Berne, PTT, 1952.

Gerritsen Anne et Riello Giogio (eds.), *Writing Material Culture History*, Londres, Bloomsbury, 2015.

Gibbs Sharon, *Greek and Roman Sundials*, New Haven, Londres, Yale University Press, 1976.

Gieryn Thomas, « What buildings do », *Theory and Society*, 31, 1, 2002, pp. 35-74.

Gille Bertrand, *Histoire des techniques*, Paris, Gallimard, 1973.

Gingerich Owen (ed.), *Astrophysics and Twentieth-Century Astronomy to 1950*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.

Ginzburg Carlo, *Le Fromage et les vers. L'univers d'un meunier frioulan du xvi^e^ siècle*, Paris, Aubier, 1980.

Ginzburg Carlo et Poni Carlo, « La micro-histoire », *Le Débat*, décembre 1981 (1979).

Giovannini Norbert, Bauer Jo-Hannes et Mumm Hans-Martin, *Jüdisches Leben in Heidelberg. Studien zu einer unterbrochenen Geschichte,* Heidelberg, Wunderhorn, 1993.

Girardier Sandrine, *L'Entreprise Jaquet-Droz. Entre merveilles de spectacle, mécaniques luxueuses et machines utiles (1758-1811)*, Neuchâtel, Alphil, 2020.

Glass Ian, *Victorian Telescope Makers. The Lives and Letters of Thomas and Howard Grubb*, Bristol et Philadelphie, Institute of Physics Publishing, 1997.

Glennie Paul et Thirft Nigel*, Shaping the Day. A History of Timekeeping in England and Wales, 1300-1800*, Oxford, Oxford University Press, 2009.

Godet Philippe, *Zénith, une industrie neuchâteloise,* Neuchâtel, 1908.

Godin Benoît, *Measurement and Statistics on Science and Technology: 1920 to the Present,* Londres, Routledge, 2005.

Golay Marcel, « L'astronomie », Trembley Jacques (éd.), *Les Savants genevois dans l'Europe intellectuelle du xvii^e^ au milieu du xix^e^ siècle*, Genève, *Journal de Genève*, 1987, pp. 55-88.

Goldberger John, *Longines Watches*, Bologne, Damiani, 2006.

Golinski Jan, « "The nicety of experiments": precision of measurement and precision of reasoning in late eighteenth-century chemistry », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1995, pp. 72-91.

Gooday Graeme, « Precision measurement and the genesis of physics teaching laboratories in Victorian Britain », *British Journal for the History of Science*, 23, 1990, pp.25-51.

Gould Rupert, *The Marine Chronometer. Its History and Development*, Londres, J. D. Potter, 1923.

Gorgé Viktor, « Die Entwicklung der exakten Wissenschaften an der Berner Hochschule. Ein Beispiel des Professionalisierungsprozesses », Im Hof Ulrich (Hrsg.), *Hochschulgeschichte Berns 1528-1984: Zur 150-Jahr-Feier der Universität Bern 1984*, Berne, Universität Bern, 1984, pp. 320-351.

Gorgé Viktor, « König, Hans », *DHS*, version du 02.12.2008, traduit de l'allemand, Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/031918/2008-12-02/, consulté le 19.01.2023.

Gosden Chris et Marshall Yvonne, « The cultural biography of objects », *World Archaeology*, 31, 2, 1999, pp. 169-178.

Graeber David, *Bureaucratie, l'utopie des règles*, Paris, Les Liens qui libèrent, 2015.

Graf Johannes, « Wilhelm Foerster, Vater der Zeitverteilung im deutschen Kaiserreich », *PTB-Mitteilungen*, 119, 3, 2009, pp. 209-215.

Graham Stephen et Thrift Nigel, « Out of order: understanding repair and maintenance », *Theory, Culture & Society,* 24, 3, 2007, pp. 1-25.

Greene Mott, *Alfred Wegener: Science, Exploration, and the Theory of Continental Drift*, Baltimore, JHU Press, 2015.

Grendi Edoardo, « Micro-analyse et histoire sociale », *Écrire l'histoire*, 3, 2009, pp. 67-80.

Grenon Michel, « De la mesure du temps qu'il fait à celle du temps qui passe », Ratcliff Marc, Stahl Gretsch Laurence-Isaline (éd.), *Mémoires d'instruments. Une histoire des sciences et des savants à Genève 1559-1914*, Genève, Suzanne Hurter, 2011, pp. 144-151.

Gressot Julien, « Automating time determination. The Photographic Zenith Tube (PZT) of the Neuchatel Observatory », *Bulletin of the Scientific Instrument Society,* 156, 2023, pp. 16-23.

Gressot Julien, « Mesurer le temps, construire la précision : Adolphe Hirsch et Matthäus Hipp », Soulu Frédéric et Turner Antony (éd.), *La Fabrique des instruments scientifiques, XVIIIe-XXe siècle*s, Paris, Presses des Mines, 2024, pp. 173-198.

Gressot Julien, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel et la mesure du temps (1858-1960) : instruments scientifiques, acteurs et espaces savants », Neuchâtel, thèse soutenue le 23 février 2024 à l'Université de Neuchâtel.

Gressot Julien et Jeanneret Romain, « Determining the right time or the establishment of an astronomical culture of precision at the Neuchâtel Observatory », *Journal for the History of the Astronomy*, 53, 1, 2022, pp. 27-48.

Gressot Julien et Jeanneret Romain, « Dialogue interdisciplinaire entre l'objet et l'archive pour l'étude historique et la conservation du patrimoine scientifique et technique : Le cas du tube zénithal photographique (1954-1982) de l'Observatoire de Neuchâtel », *Coré*, 5, 2023, pp. 84-105.

Gressot Julien et Jeanneret Romain, « Construire le cercle méridien Ertel und Sohn de l'Observatoire de Neuchâtel (1858-1861) : entre besoins scientifiques, possibilités techniques et contraintes économico-politiques », Belteki Daniel, Gressot Julien, Jeanson Loïc et Davoigneau Jean (éd.), « Circles of precision: meridian circles as assemblages during the 19th and 20th centuries », *Cahiers François-Viète,* III.14, 2023, pp. 255-287.

Gressot Julien et Jeanneret Romain, *Étude historique et matérielle du triple réfracteur Zeiss et du sismographe Quervain-Piccard du Pavillon Hirsch de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel*, Neuchâtel, Rapport final (non publié), 2025.

Grize Jean-Blaise, « Félix Fiala : 1913-1967 », *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil* [Actes de la Société helvétique des sciences naturelles. Partie scientifique et administrative] ou [Atti della Società elvetica di scienze naturali], 148, 1968, pp. 187-188.

Grolimund Remo et Fäh Donat, *Instrumental Earthquake Observation and Documentation by the Swiss Seismological Service in the Early Instrumental Period 1912-1963. Historical Context Production and Documentation of the Collection of Historical Instrumental Earthquake Data*, Zürich, Schweizerischer Erdbebendienst an der ETH Zürich, 2021.

Gugerli David et Tanner Jakob, « Savoir et technologie », Halbeisen Patrick, Müller Margrit et Veyrassat Béatrice (éd.), *Histoire économique de la Suisse au xxe siècle,* Neuchâtel, Livreo-Alphil, 2021, pp. 283-338.

Guinot Bernard, « History of the bureau international de l'heure », Dick Steven, McCarthy Dennis et Luzum Brian (eds.), *Polar Motion: Historical and Scientific problems. ASP Conference Series,* 208, 2000, pp. 175-184.

Gurfil Pini et Seidelmann Kenneth, *Celestial Mechanics and Astrodynamics: Theory and Practice,* Berlin, Heildeberg, Springer, 2016.

Guye Samuel*, Histoire de l'École d'horlogerie, La Chaux-de-Fonds*, publiée à l'occasion de son centenaire 1865-1965. La Chaux-de-Fonds, École d'horlogerie, 1965.

Guye Samuel, « Vie et développement de l'École : sous la direction de M. Paul Berner, durant la période de 1884 à 1892 », Guye Samuel*, Histoire de l'École d'horlogerie, La Chaux-de-Fonds*, publiée à l'occasion de son centenaire 1865-1965. La Chaux-de-Fonds, École d'horlogerie, 1965, pp. 93-138.

Guzzetti Luca (ed.), *Science and Power : the Historical Foundations of Research Policies in Europe*, Florence, Istituto e Museo di Storia della Scienza, 2000.

Habermas Jürgen, *La Technique et la science comme « idéologie »*, Paris, Gallimard, 1973.

Habermas Jürgen, *Théorie de l'agir communicationnel. T. 1, Rationalités de l'agir et rationalisation de la société*, Paris, Fayard, 1987.

Hacking Ian, *The Taming of Chance*, Cambridge, The Cambridge University Press, 1990.

Halbeisen Patrick, Müller Margrit et Veyrassat Béatrice (éd.), *Histoire économique de la Suisse au xx^e siècle,* Neuchâtel, Livreo-Alphil, 2021.

Hamel Jürgen, Müller Isolde et Posch Thomas (Hrsg.), *Die Geschichte der Universisätstrernwarte Wien. Dargestellt anhand ihrer historischen Instrumente und eines Typoskripts von Johann Steinmayr*, Frankfurt am Main, Verlag Harri Deutsch, 2010.

Hannaway Owen, « Laboratory design and the aim of science : Andreas Libavius versus Tycho Brahe », *Isis*, 77, 1986, pp. 585-610

Hawking Stephen, *Une brève histoire du temps. Du Big Bang aux trous noirs*, Paris, Flammarion, 1989 [1988].

Hayner Ruth, « Modern time determination », *Leaflet*, 223, 1947, pp. 194-201.

Headrick Robert et Griset Pascal, « Submarine telegraph cables: business and politics, 1838-1939 », *Business History Review*, 75, 2001, pp. 543-578.

Hearnshow J. B., *The Analysis of Starlight. One Hundred and Fifty Years of Astronomical Spectroscopy,* Cambridge, Cambridge University Press, 1986.

Hearnshow J. B., « The analysis of starlight: some comments on the development of stellar spectroscopy 1815-1965 », *Vistas in Astronomy*, 30, 1987, pp. 319-375.

Hearnshow J. B., « Spectroscopy, astronomical », Lankford John (ed.), *History of Astronomy. An Encyclopedia*, New York, Routledge, 2011, pp. 483-488.

Helbling Carl (Hrsg.), *Keller Gottfried. Gesammelte Briefe*, t.1, Berne, Verlag Benteli, 1950.

Heilbron John, *Electricity in the 17^th and 18^th Centuries: A Study of Early Modern Physics*, Berkeley, Los Angeles, Londres, Presses de l'Université de Californie, 1979.

Heilbron John, *The Sun in the Church: Cathedrals as Solar Observatories*, Cambridge (Ma), Harvard University Press, 1999.

Heilbron John, *Planck : la révolution quantique*, Paris, Pour la Science, 2006.

Heilbron John, « The path to the quantum atom », *Nature*, 498, 2013, pp. 27-30.

Heilbron John, *Galileo*, Oxford, Oxford University Press, 2010.

Hein Dieter, *Die Revolution von 1848/1849*, Munich, C. H. Beck, 2019.

Helden Albert van et Hankins Thomas, « Introduction : instruments in the history of science », *Osiris*, 9, 1994, pp. 1-6.

Helden Albert van, Dupré Sven, Gent Rob van et Zuidervaart Huib J.(eds.), *The Origins of the Telescope*, Amsterdam, KNAW Press, 2010.

Hellmann Anouk (éd.), *Gravée dans le temps. École d'arts appliqués La Chaux-de-Fonds (1872-2022)*, Zurich, Scheidegger & Spiess, 2022.

Hellmuth Edith et Mühlfriedel Wolfgang (Hrsg.), *Die Geschichte eines Unternehmes. 3 volumes, 1. Carl Zeiss 1846-1905: Vom Atelier für Mechanik zum Führenden Unternehmen des Optischen Gerätebaus*, Vienne: Böhlau, 1996.

Hellmuth Edith et Mühlfriedel Wolfgang (Hrsg.), *Die Geschichte eines Unternehmes. 3 volumes, 3. Carl Zeiss in Jenna 1945-1990:* Vienne, Böhlau, 2004.

Henderson Dale, « Essen and the National Physical Laboratory's atomic clock », *Metrologia*, 42, 2005, pp. 4-9.

Hengartner Thomas et Stadelmann Kurt, *Telemagie: 150 Jahre Telekommunikation in der Schweiz*, Zürich, Chronos, 2002.

Hennig Jochen, « Bunsen, Kirchhoff, Steinheil and the elaboration of analytical spectroscopy », *Nuncius*, 18, 2003, pp. 741-753.

Henry Philippe, *La Mémoire de la Révolution neuchâteloise de 1848. Du cinquantenaire au centenaire (1898-1948)*, Hauterive, Gilles Attinger, 1997.

Henry Philippe, « Aimé Humbert : Homme politique, professeur (1819-1900) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises*, tome 3, Hauterive, G. Attinger, 2001, pp. 185-191.

Henry Philippe, *Histoire du Canton de Neuchâtel. Le temps de la monarchie. Politique, religion et société de la réforme à la Révolution de 1848. Tome deux,* Neuchâtel, Alphil, 2011.

Herbert-Gustar Leslie et Nott Patrick, *John Milne, Father of Modern Seismology,* Tenterden, Paul Norbury, 1980.

Herbst Klaus-Dieter, *Die Entwicklung des Meridiankreises 1700-1850: Genesis eines astronomischen Hauptinstrumentes unter Berücksichtigung des Wechselverhältnisses zwischen Astronomie-Astro-Technik und Technik*, Stuttgart, Verlag für Geschichte der Naturwissenschaft und der Technik, 1996.

Hergé, *L'Étoile mystérieuse*, Tournai, Casterman, 1942.

Herrmann Dieter, *Die Entstehung der astronomischen Fachzeitschriften in Deutschland 1798-1821.* Berlin-Treptow, Archenhold-Sternwarte, 1972, pp. 74-104.

Herrmann Dieter et Hoffmann Karl-Friedrich (Hrsg.), *Die Geschichte der Astronomie in Berlin*, Berlin, Archenhold-Sternwarte, 1999.

Herren-Oesch Madeleine, *Internationale Organisationen seit 1865: eine Globalgeschichte der internationalen Ordnung*, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2009.

Herr-Laporte Catherine, *Être à l'heure : Une histoire de la coordination temporelle dans les transports terrestres en France au cours d'un long XVIII^e siècle*, 2022, thèse de doctorat soutenue le 25 juin 2022.

Hermann Dieter, « An exponential law for the establishment of observatories in the nineteenth century », *Journal for the History of Astronomy*, 4, 1973, pp. 57-58.

Hicks Dan et Beaudry Mary (eds.), *The Oxford Handbook of Material Culture Studies*, Oxford, Oxford University Press, 2010.

Higgitt Rebekah, *Maskelyne. Astronomer Royal*, Londres, Robert Hale, 2014.

Hilaire-Pérez Liliane, *La Pièce et le geste. Artisans, marchands et savoir technique à Londres au xviii^e siècle,* Paris, Albin Michel, 2013.

Hoffmann Christoph, *Unter Beobachtung: Naturforschung in der Zeit der Sinnesapparate*, Göttingen, Wallstein Verlag, 2006.

Hoffmann Christoph, « Constant differences: Friedrich Wilhelm Bessel, the concept of the observer in early nineteenth-century practical astronomy and the history of the personal equation », *British Society for the History of Science,* 40, 3, septembre 2007, pp. 333-365.

Holmes Frederic et Olesko Kathryn, *The Images of Precision: Helmholtz and the Graphical Method in Physiology*, Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1995, pp. 199-221.

Hooke Robert, *An Attempt to Prove the Motion of the Earth from Observations*, Londres, 1674.

Hobsbawm Eric J., *L'Âge des extrêmes. Histoire du court xx^e siècle,* Paris, André Versaille éditeur, 2008, p. 260.

Hostettler Patricia, *Naissance et croissance d'une manufacture horlogère : la fabrique des montres Zénith SA au Locle (1865-1925),* Université de Neuchâtel, 1987 [mémoire de master].

Hostettler Patricia, « Naissance et croissance de la fabrique de montres Zénith », *Chronométrophilia*, 31, 1991, pp. 13-54.

Howse Derek, *Greenwich Observatory: The Buildings and Instruments*, Londres, Taylor & Francis, 1975.

Howse Derek, « The Greenwich list of observatories: a world list of astronomical observatories, instruments and clocks », *Journal for the History of Astronomy*, 17, 1986, pp. 1-89.

Howse Derek, *Greenwich Time and the Longitude*, Londres, Philip Wilson and National Maritime Museum, 1997.

Howse Derek, « Britain's board of longitude: the finances, 1714-1828 », *The Mariner's Mirror*, 84, 1998, pp. 400-417.

Humair Cédric, « L'État fédéral comme prestataire des services à l'industrie. Faire face à la compétition économique internationale (1848-1914) », Gilomen Hans-Jörg, Müller Margrit et Tissot Laurent (Hrsg.), *Dienstleistungen. Expansion und Transformation des « dritten Sektors » (15.-20. Jahrhundert)* [Les services. Essor et transformation du « secteur tertiaire » (xv^e-xx^e siècles)], Zurich, 2007, pp. 47-61.

Humbert Aimé et Clerc John, *Alexis-Marie Piaget d'après sa correspondance et la République neuchâteloise de 1848 à 1858*, deux tomes, Neuchâtel, Attinger frères, 1888 et 1895.

Hunt Bruce, *Imperial Science: Cable Telegraphy and Electrical Physics in the Victorian British Empire*, Cambridge, Cambridge University Press, 2021.

Hunt Charles, *A History of the Introduction of Gas Lighting*, Londres, Walter King, 1907.

Hunter A. et Martin E., « The flamsteed 90-foot lens », *The Observatory,* 76, 1956, pp. 25-26.

Ischer Adolphe, et Gagnebin Samuel, « Sciences », Comité directeur du centenaire de la République neuchâteloise (éd.), *Le Pays de Neuchâtel : collection publiée à l'occasion du centenaire de la République*, Neuchâtel, P. Attinger, 8, 1948.

Ischer Philipp, *Umbau der Telekommunikation. Wechselwirkungen zwischen Innovationsprozessen und institutionnellem Wandel am Beispiel der schweizerischen PTT (1970-1998)*, Münster, LIT, 2007.

Ishibashi Yuto, « In pursuit of accurate timekeeping: Liverpool and Victorian electrical horology », *Annals of Science*, 71, 4, 2014, pp. 474-496.

Ishibashi Yuto, « Constructing the "automatic" Greenwich time system: George Bidell Airy and the telegraphic distribution of time, *c.* 1852-1880 », *British Journal of History of Science*, 53, 1, 2020, pp. 25-46.

Ismard Paulin, *La Démocratie contre les experts. Les esclaves publics en Grèce ancienne,* Paris, Le Seuil, 2015.

Iven Mathias, *3 × Foerster: Beiträge zu Leben und Werk von Wilhelm Foerster, Friedrich Wilhelm Foerster und Karl Foerster*, Milow, Shibri-Verlag, 1995.

Jacob Christian (éd.), *Lieux de savoir : espaces et communautés*, Paris, Albin Michel, 2007.

Jacquat Marcel, « Adolphe-Célestin Nicolet, pharmacien, naturaliste et historien (1803-1871) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises, tome 3 : de la Révolution au cap du xx^e^ siècle,* Hauterive, G. Attinger, 2001, pp. 269-275.

Jacquat Marcel, « 175 ans de zoologie des vertébrés dans le *Bulletin* et les *Mémoires* de la Société neuchâteloise des sciences naturelles », *BSSNN*, 131, 2010, pp. 73-89

Jacquat Marcel, « La borne méridienne de Célestin Nicolet », *Nouvelle Revue neuchâteloise*, 123-124, 2014, pp. 35-37.

Jacquet Eugène et Chapuis Alfred, *Histoire et technique de la montre suisse de ses origines à nos jours*, Bâle, Olten, Urs Graf, 1945.

Jarrige François, *Au temps des « tueuses de bras ». Les bris de machines à l'aube de l'ère industrielle (1780-1860)*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2009.

Jeannet Éric, « Henri Ladame (1807-1870) », Schaer Jean-Paul, Schwitguebel-Leroy Antoinette et Jeanneret Anne-Françoise (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel. La première Académie 1838-1848, tome 1*, Hauterive, Gilles Attinger, 1988, pp. 229-236.

Jeannet Éric, « Jean Rossel, un homme de science et de conscience », *BSSNN*, 130, 2007, pp. 123-124.

Jeanneret Anne-Françoise, « Le développement de l'instruction », Barrelet Jean-Marc (éd.), *Histoire du Pays de Neuchâtel. De 1815 à nos jours*, tome 3, Hauterive, Gilles Attinger, 1993, pp. 258-272.

Jeanneret Pierre, « *La Semaine* : un hebdomadaire antifasciste politique et culturel », *Cahiers d'histoire du mouvement ouvrier*, 7, 1990-1991, pp. 7-22.

Jeanneret Romain *et al.*, « Le sismographe "de Quervain-Piccard" de l'Observatoire de Neuchâtel. Quand la Terre faisait trembler les horloges de précision… », *Big Stuff*, 2015. Online : http://bigstuffheritage.org/wp-content/uploads/2020/10/Jeanneret-et-al-Le-Sismographe-de-Quervain-Piccard-de-lObservatoire-de-Neuchatel.pdf, consulté le 23 juin 2022.

Jeanneret-de-Rougemont Anne, « Favarger, Albert », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 03.06.2003. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/041296/2003-06-03/, consulté le 01.09.2022.

Jeannin-Jaquet Isabelle, « Jeanrenaud-Besson, Charles Louis », *DHS*, version du 17.02.2009. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/004546/2009-02-17/, consulté le 09.11.2022.

Jeannin-Jaquet Isabelle, « Quartier-la-Tente, Édouard », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 12.04.2012. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006063/2012-04-12/, consulté le 09.06.2022.

Jeannin-Jaquet Isabelle, « Renaud, Edgar », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 09.05.2012. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006066/2012-05-09/, consulté le 17.06.2022.

Jeannin-Jaquet Isabelle, « Sandoz, André », *DHS*, version du 27.11.2009. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006054/2009-11-27/, consulté le 19.01.2023.

Jeannin-Jaquet Isabelle, « Strahm, Ernest », *DHS*, version du 12.02.2014. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006067/2014-02-12/, consulté le 12.12.2022.

Jelmini Jean-Pierre (éd.), *Les Sandoz. Une famille des Montagnes neuchâteloises à la conquête du monde*. Neuchâtel, Gilles Attinger, 2000.

Johnson Peter, « The board of longitude 1714-1828 », *Journal of the British Astronomical Association*, 99, pp. 63-69.

Jouannic Jean, « Historique de la mesure du temps », *Culture technique*, 9, 1983, pp. 127-135.

Junod Yves, « Le contrôle officiel suisse des chronomètres, des origines à nos jours », *Journée d'étude de la Société suisse de chronométrie*, 1998, pp. 1-6.

Kaba Mariama, « Pettavel, Auguste », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 16.09.2008, Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/004654/2008-09-16/, consulté le 17.06.2022.

Kaeser Marc-Antoine, *L'Univers du préhistorien. Science, foi et politique dans l'œuvre et la vie d'Édouard Desor (1811-1882),* Paris, L'Harmattan/Société d'histoire de la Suisse romande, 2004.

Kahlert Helmut, « Matthäus Hipp in Reutlingen. Entwicklungsjahre eines grossen Erfinders (1813-1893) », *Chronometrophilia*, 76, 2014, pp. 53-66.

Kappler Dieter et Steiner Jürgen, *Schott 1884-2009. Vom Glaslabor zum Technologiekonzern. 1. Auflage*, Mayence, Universitätsdruckerei H. Schmidt, 2009.

Katzir Shaul, « Pursuing frequency standards and control: the invention of quartz clock technologies », *Annals of Science*, 73, 1, 2016, pp. 1-39.

Katzir Shaul, « Variations and combinations: invention and development of quartz clock technologies at AT & T », *Journal of the International Commitee for the History of Technology*, 22, 2016, pp. 78-114.

Katzir Shaul, « Time standards for the twentieth Century: telecommunication, physics, and the quartz clock », *The Journal of Modern History*, 89, 2017, pp. 119-150.

Kern Gilliane, « Verdan, Frédéric », *DHS*, version du 10.10.2016. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/004766/2016-10-10/, consulté le 09.11.2020.

Kershaw Michael, « Twentieth-century longitude: when Greenwich moved », *Journal for the History of Astronomy*, *50*, 2, 2019, pp. 221-248.

Kessels Hendrik Johan, « Description d'une horloge astronomique moderne ou régulateur à secondes, avec son pendule compensé au mercure », Moinet Louis, *Nouveau Traité général d'horlogerie*, tome 2, Paris, Dunod, 1877 [1853].

King Henry, *The History of the Telescope,* New York, Dover Publications, 1979 [1955].

King Henry, « Instrumentation of the nineteenth and early twentieth centuries », *Vistas in Astronomy*, 20, 1976, 20, pp. 157-163.

Klauser Éric-André, « Clottu, Gaston », *DHS*, version du 02.08.2005. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/006039/2005-08-02/, consulté le 31.03.2023.

Klauser Éric-André, « Leuba, Auguste », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 04.04.2007. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/004590/2007-04-04/, consulté le 15.06.2022.

Knobloch Eberhard et Weiss Burghard, « Astronomen und Astrophysiker in Berlin », Treue Wilhelm et Hildebrandt Gerhard (Hrsg.), *Berlinische Lebensbilder*: *Naturwissenschaftler*, Berlin, Colloquium Verlag, 1987, pp. 79-90.

Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel. Tome deux, La seconde Académie, 1866-1909*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel ; Hauterive, G. Attinger, 1994.

Koch Jürgen, *Der Hamburger Spritzenmeister und Mechaniker Johann Georg Repsold (1770-1830), ein Beispiel für die Feinmechanik im norddeutschen Raum zu Beginn des 19. Jahrhunderts,* thèse de doctorat, Université de Hambourg, 2001, non-publiée.

Kohut Matthew, « Shaping the space age: the international geophysical year », *ASK Magazine*, 32, 2008, pp. 29-30.

Koller Christophe, « De l'industrialisme à l'étatisme : évolution du système productif dans l'industrie horlogère suisse, 1846-1951 », Daumas Jean-Claude (éd.), *Les Systèmes productifs dans l'Arc* jurassien, Besançon, Les Cahiers de la MSHE Ledoux, 2004, pp. 39-59.

Kondo Yoji, Mead Jaylee et Chapman Robert, *Advances in Ultraviolet Astronomy: Four Years of IUE Research,* Washington DC, Government Printing Office, 1982.

Kopytoff Igor, « The cultural biography of things: commoditization as process », Appadurai Arjun, *The Social Life of Things: Commodities in Cultural Perspective*, Cambridge, Cambrige University Press, 1986, pp. 64-91.

Korsmo Fae, « The genesis of the international geophysical year », *Physics Today*, 60, 7, 2007, pp. 38-43.

Kost Jürgen, *Wissenschaftlicher Instrumentenbau der Firma Merz in München (1838-1932)*, *Nuncius Hamburgensis*, 40, Hamburg, Tredition, 2015.

Koyré Alexandre, « Du monde de l'à-peu près à l'univers de la précision », *Études d'histoire de la pensée philosophique*, Paris, Gallimard, 1971 [1961], pp. 341-362.

Krebs Stefan et Weber Heike (eds.), *The Persistence of Technology*, Bielefeld, Transcript Verlag, 2021.

Krebs Stefan, Weber Heike, « Rethinking the history of repair: repair cultures and the "lifespan" of things », Krebs Stefan et Weber Heike (eds.), *The Persistence of Technology*, Bielefeld, Transcript Verlag, 2021, pp. 27-48, p. 27.

Krebs Stefan, Schabacher Gabriele et Weber Heike (Hrsg.), *Kulturen des Reparierens. Dinge-Wissen-Praktiken*, Bielefeld, transcript, 2018.

Krige John (ed.), *How Knowledge Moves: Writing the Transnational History of Science and Technology*, Chicago, Londres, University of Chicago Press, 2019.

Krige John, « Introduction: writing the transnational history of science and technology », Krige John (ed.), *How Knowledge Moves: Writing the Transnational History of Science and Technology*, Chicago et Londres, University of Chicago Press, 2019, pp. 1-31.

Krige John et Pestre Dominique (eds.), *Science in the Twentieth Century*, Amsterdam, Harwood Academic Publishers, 1997.

Krige John et Pestre Dominique, « Introduction », Krige John et Pestre Dominique (eds.), *Science in the Twentieth Century*, Amsterdam, Harwood Academic Publishers, 1997, pp. XXI-XXXV.

Kühn Gerhard, *Die Entwicklung der deutschen Optik zum Grossbetrieb*, Leipzig, Thalacker & Schöffer, 1924.

Kuhn Thomas, *Les Structures des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion, 1983.

Kula Witold, *Les Mesures et les hommes*, Paris, Fondation de la Maison des sciences de l'homme, 1984.

Künzel Otto, « Vier Uhrmachergenerationen – Die Uhrmacherfamilie Stoss in Ulm », *Deutsche Gesellschaft für Chronometrie*, 55, 2016, pp. 77-100.

Künzi Claude-Alain, « Luxe et pacotille », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 109-121.

Lambert Armand, Dubois Pierre et Stoyko Nicolas, *La Deuxième Opération internationale des longitudes*, Paris, Hermann et Cie, 1938.

Lambert Guy et Raveux Olivier (éd.), « Pannes et accidents (XIXe-XXIe siècles) », *Artefact. Histoire, techniques et sciences humaines*, 11, 2019.

Lamy Jérôme, « L'Observatoire de Toulouse de 1733 à 1908, entre savoir et pouvoir », Boistel Guy (éd.), « Observatoires et patrimoine astronomique français », *Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences*, 54, Lyon, SFHST/ENS, 2005, pp. 135-152.

Lamy Jérôme, « Transmissions et usages des outils scientifiques : L'Observatoire de Toulouse et ses instruments (XVIIIe-XIXe siècles) », *Revue d'histoire des sciences*, 59, 1, 2006, pp. 83-95.

Lamy Jérôme, *L'Observatoire de Toulouse aux XVIIIe et XIXe siècles. Archéologie d'un espace savant*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2007.

Lamy Jérôme, « Le Bureau des longitudes », *Revue d'anthropologie des connaissances*, 1, 2, 2007, pp. 167-188.

Lamy Jérôme, « Penser les rapports entre sciences et politique : enjeux historiographiques récents », *Cahiers d'histoire. Revue d'histoire critique*, 102, 2007, pp. 9-32.

Lamy Jérôme (éd.), *La Carte du Ciel. Histoire et actualité d'un projet scientifique international*, Paris, EDP Sciences, 2008.

Lamy Jérôme, « La tension histoire/mémoire dans la valorisation du patrimoine scientifique et technique : une perspective critique », *Cahiers François Viète*, II, 3, 2010, pp. 7-35.

Lamy Jérôme, « Des sciences par et pour le gouvernement. Sur le régime régulatoire des sciences contemporaines », *Sociologie et Sociétés*, 47, 2, 2015, pp. 287-309.

Lamy Jérôme, « L'État et la science. Histoire du régime régulatoire (France, XVIe-XXe siècles) », *Cahiers d'histoire. Revue d'histoire critique*, 134, 2017, pp. 87-111.

Lamy Jérôme, « Gouverner l'expertise scientifique et technique. Note critique », *Cahiers Droit, Sciences et Technologies*, 8, 2019, pp. 149-165.

Lamy Jérôme (éd.), « Le renouveau de l'histoire des instruments scientifiques », *Artefact*, 17, 2022.

Lamy Jérôme et Saint-Martin Arnaud, « Pratiques et collectifs de la science en régime. Note critique », *Revue d'histoire des sciences*, 64, 2, 2007, pp. 377-389.

Lamy Jérôme et Soulu Frédéric, « L'émergence contrariée du chronographe imprimant dans les observatoires français (fin XIX^e^-début XX^e^) », *Annals of Science*, 72, 1, 2015, pp. 75-98.

Landes David, *Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World*, Cambridge (Mass), Londres, Belknap Press, 1983. [L'heure qu'il est. Les horlogers, la mesure du temps et la formation du monde moderne], Paris, Les Belles Lettres, 2017 [1987],

Lankford John, *American Astronomy. Community, Careers and Power, 1859-1940*, Chicago, 1997.

Lankford John (ed.), *History of Astronomy. An Encyclopedia*, New York, Routledge, 2011.

Lanoë Catherine, « Corps et techniques, techniques du corps », Carnino Guillaume, Hilaire-Pérez Liliane et Kobiljski Aleksandra (éd.), *Histoire des techniques. Mondes, sociétés, cultures (XVI^e^-XVIII^e^ siècles)*, Paris, Presses universitaires de France, pp. 415-433.

La Noé Jérôme de, Soubiran Caroline (éd.), *La (Re)fondation des observatoires astronomiques sous la III^e^ République*, Pessac, Presses universitaires, 2011, pp. 379-394.

Larqué Lionel et Pestre Dominique (éd.), *Les Sciences, ça nous regarde. Histoires surprenantes de nos rapports aux sciences et aux techniques*, Paris, La Découverte, 2013.

La Souchère Marie-Christine de, *Histoire de l'astronomie. Des premières observations à la conquête de* l'espace, Paris, Ellipses, 2019.

Latour Bruno, *Nous n'avons jamais été modernes*, Paris, La Découverte, 1991.

Latour Bruno, *Changer de société, refaire de la sociologie*, Paris, La Découverte, 2006.

Latour Bruno et Woolgar Steve, *La Vie de laboratoire : la production des faits scientifiques*, Paris, La Découverte, 1988.

Laurens Sylvain et Serre Delphine, « Des agents de l'État interchangeables ? L'ajustement dispositionnel des agents au cœur de l'action publique », *Politix*, 3, 2016, pp. 155-177.

Laurie P., « Flamsteed's well », *The Observatory,* 76, 1956, pp. 24-25.

Law John et Hassard John (eds.), *Actor Network Theory and After*, Oxford, Blackwell and Sociological Review, 1999.

Lawrynowicz Kasimir, *Friedrich Wilhelm Bessel, 1784-1846,* Basel, Boston, Berlin, Birkhäuser Verlag, 1995 [1989].

Le Gars Stéphane et Maison Laetitia, « Janssen, Rayet, Cornu : trois parcours exemplaires dans la construction de l'astronomie physique en France (1860-1890) », *Revue d'histoire des sciences*, 59, 1, 2006, pp. 51-81.

Le Goff Jacques, « Au Moyen Âge : temps de l'Église et temps du marchand », *Les Annales*, 1960, 15-3, pp. 417-433.

Le Guet-Tully Françoise et Davoigneau Jean, « L'inventaire et le patrimoine de l'astronomie : l'exemple des cercles méridiens et de leurs abris », *In Situ* [En ligne], 6 | 2005, mis en ligne le 15 mai 2012, consulté le 3 octobre 2019. Url : http://insitu.revues.org/9177 ; DOI : 10.4000/insitu.9177.

Lemaire David et Gaitzsch Marie (éd.), *Le Style sapin. Une expérience de l'art nouveau*, Zurich, Scheidegger & Spiess, 2022.

Lémonon-Waxin Isabelle, « De la salle à manger au Collège royal : espaces savants des collaboratrices en astronomie de Jérôme Lalande », Burgos-Blondelle Valérie, Lancer Juliette, Lémonon-Waxin Isabelle (éd.), « Une histoire genrée des savoirs est-elle possible ? », *Cahiers François Viète*, III, 11, 2021, pp. 21-48.

Lena Sandra, « La société horlogère », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 33-52.

Lequeux James, *François Arago, un savant généreux : physique et astronomie au XIXe siècle*, Les Ulis, Paris, l'Observatoire de Paris, EDP Sciences, 2008.

Leroi-Gourhan André, *Évolution et techniques. Tome I. L'homme et la matière*, Paris, Albin Michel, 1943.

Leroi-Gourhan André, *Évolution et techniques. Tome II. Milieu et techniques*, Paris, Albin Michel, 1945.

Leroi-Gourhan André, *Le Geste et la parole. Tome I. Technique et langage*, Paris, Albin Michel, 1964.

Leroi-Gourhan André, *Le Geste et la parole. Tome II. La mémoire et les rythmes*, Paris, Albin Michel, 1965.

Leschiutta Sigfrido, « The definition of the "atomic" second », *Metrologia*, 42, 3, 2005, pp. 10-19.

Letté Michel, « La Society of Arts et sa cousine française. Comparaison de deux approches des liens entre science et économie industrielle, 1850-1914 », Benoît Serge, Emptoz Gérard et Woronoff Denis (éd.), *Encourager l'innovation en France et en Europe. Autour du bicentenaire de la société d'encouragement pour l'industrie nationale*, Paris, Éditions du CTHS, 2006, pp. 239-266.

Letté Michel, « Culture de la rationalisation chez les ingénieurs de la seconde industrialisation », Garçon Anne-Françoise, Belhoste Bruno (éd.), *Les Ingénieurs des Mines : cultures, pouvoirs, pratiques,* Paris, Institut de la gestion publique et du développement économique, 2012, pp. 33-50.

Liengme Marie-Jeanne, « Le sens de la mesure – L'émergence d'un discours historique centré sur l'industrie horlogère neuchâteloise », *Cahiers de l'Institut d'histoire* n° *2*, Neuchâtel, 1994.

Ligonnière Robert, *Préhistoire et histoire des ordinateurs : des origines du calcul aux premiers calculateurs électroniques*, Paris, Robert Laffont, 1987.

Livingstone David, « The spaces of knowledge: contributions towards a historical geography of science », *Environment and Planning D: Society and Space*, 13, 1995, pp. 5-34.

Livingstone David, *Putting Science in its Place: Geographies of Scientific* Knowledge, Chicago, University of Chicago Press, 2003.

Locher Fabien, « L'empire de l'astronome : Urbain Le Verrier, l'ordre et le pouvoir », *Cahiers d'histoire. Revue d'histoire critique,* 102, 2007, pp. 33-48.

Locher Fabien, *Le Savant et la tempête. Étudier l'atmosphère et prévoir le temps au xix^e siècle*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2008.

Loewenherz Leopold (Hrsg.), *Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879*, Berlin, J. Springer, 1880.

Lombardi Michael, « The evolution of time measurement, Part 2: quartz clocks », *IEEE Instrumentation and Measurement Magazine*, 2011, pp. 41-48.

MacDonald Lee, *Kew Observatory and the Evolution of Victorian Science, 1840-1910,* Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 2018.

Maindron Ernest, « Les fondations de prix à l'Académie des sciences (1714-1880), *Revue scientifique*, 19 juin 1880, Paris Gauthier-Villars.

Mandel Ernest, *Power and Money: A Marxist Theory of Bureaucracy*, Londres, Verso, 1992.

Maresca Sylvain, « Les apparences de la vérité ou les rêves d'objectivité du portrait photographique », *Terrain*, 30, 1998, pp. 83-94.

Margarida Archinard, *Collection de Saussure*, Genève, Musée d'art et d'histoire de Genève, 1979.

Margarida Archinard, « Les instruments scientifiques d'Horace-Bénédict de Saussure, Le monde alpin et rhodanien », *Revue régionale d'ethnologie*, 1-2, 1988, pp. 151-164.

Marguin Jean, *Histoire des instruments et machines à calculer, trois siècles de mécanique pensante 1642-1942*, Paris, Hermann, 1994.

Markkanen Tapio, « The development of the classical observatory: from a functional shelter for the telescope to the temple of science », *Acta Baltica Historiae et Philosophiae Scientiarum*, 1, 2, 2013, pp. 38-52.

Marrec Anaël (éd.), « Synergies et persistances dans l'histoire des techniques de l'énergie », *Cahiers François Viète*, III-12, 2022.

Marsden Ben et Smith Crosbie, *Engineering Empires. A Cultural History of Technology in Nineteenth-Century Britain*, Basingstoke, Palgrave Macmillan, 2005.

Marti Laurence, *L'Invention de l'horloger : de l'histoire au mythe de Daniel Jean Richard*, Lausanne, Antipodes, Société d'histoire de la Suisse romande, 2003.

Martin Edward George, « Transit circles, past and present », *The Observatory*, 69, 1949, pp. 140-142.

Matthias Albert (éd.), *Centenaire du Bureau du contrôle fédéral de La Chaux-de-Fonds : 1820-1920 : sa création, son évolution : avec un aperçu historique sur le contrôle des ouvrages en métaux précieux dans le canton de Neuchâtel et en Suisse*, La Chaux-de-Fonds, Arts graphiques Haefeli, 1920.

Matul Katarzyna, « Entre subjectivité et objectivité. Wojciech Zamecznik et la photographie appliquée au graphisme », *Décadrages*, 37-38, 2018, pp. 176-189.

Mazzotti Massimo, « The Jesuit on the roof ; observatory sciences, metaphysics, and nation-building », Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Duke, Duke University Press, 2010, pp. 58-85.

McCarthy Dennis, Brian Luzum, « Path of the mean rotational pole from 1899 to 1994 », *Geophysical Journal International*, 125, 2, 1996, pp. 623-629.

McConnell Anita, *Jesse Ramsden (1735-1800). London's Leading Scientific Instrument Maker*, Londres et New York, Routledge, 2007.

McConnell Anita, « Instruments and instruments makers, 1700-1850 », Buchwald Jed et Fox Robert (eds.), *The Oxford Handbook of the History of Physics*, Oxford, Oxford University Press, 2013, pp. 584-650, pp. 326-357.

Meiss Marjorie, *La Culture matérielle de la France,* Paris, Armand Colin, 2016.

Merchant Carolyn, *La Mort de la nature : les femmes, l'écologie et la révolution scientifique,* Marseille, Wildproject, 2021.

Merton Robert, *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago, University of Chicago Press, 1973.

Messerli Jakob, *Gleichmässig, pünktlich, schnell. Zeiteinleitung und Zeitgebrauch in der Schweiz im 19. Jahrhundert,* Zürich, Chronos Verlag, 1995.

Messerli Jakob, « Les réseaux de l'heure – télégraphie électrique et unification de l'heure dans la seconde moitié du XIXe siècle en Suisse », Oechslin Ludwig *et al.* (éd.), *Électricité et horlogerie – une (r)évolution de société ?*, actes de colloque, La Chaux-de-Fonds, Institut L'Homme et le Temps, 2005, pp. 95-109.

Mestral Aymon de, *Mathias Hipp 1813-1893, Jean-Jacques Kohler 1860-1930, Eugène Faillettaz 1873-1943, Jean Landry 1875-1940*, Zurich, Institut d'études économiques, 1960, pp. 9-34.

Meyer Karl, *Der Neuenburger Konflikt 1856/1857 im Spiegel der zeitgenössischen schweizerischen Presse,* Bâle, Helbing & Lichtenhahn, 1945.

Meyer W., « Das Zeisswerk und die Glashütte in Jena », *Zeitschrift für Kunst, Kultur und Unterhaltung*, 1905, pp. 557-572.

Michon Cédric (éd.), *Les Conseillers de François Ier,* Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2011.

Mierau Caspar Clemens, « Matthias Hipp und das "Hipp'sche Chronoskop" », 2001-2002, travail semestriel sous la direction d'Henning Schmidgen, non publié.

Mitchell Timothy, *Carbon Democracy : Le pouvoir politique à l'ère du pétrole*, Paris, La Découverte, 2013.

Moigno François, *Le Révérend père Secchi : sa vie, son observatoire, ses travaux, ses titres à la gloire, hommages, rendus à sa mémoire, ses grands ouvrages*, Paris, Gauthier-Villars, 1879.

Molvig Ole, « The Berlin Urania, humboldtian cosmology, and the public », Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Duke, Duke University Press, 2010, pp. 325-343.

Morrison-Low Alison, *Making Scientific Instruments in the Industrial Revolution*, Londres, New York, Routledge, 2007.

Morton-Gledhill Rowan, « The architecture of astronomy in the British Isles: a general study », *Vistas in Astronomy*, 32, 1988, pp. 235-283.

Morus Iwan Rhys, « "The nervous system of Britain": space, time and the electric telegraph in the Victorian age », *The British Journal for the History of Science*, 33, 4, 2000, pp. 455-475.

Mouchez Ernest Barthélémy, *La Photographie astronomique à l'Observatoire de Paris et la carte du ciel*, Paris, 1887.

Müller Margrit, Schmidt Heinrich et Tissot Laurent (Hrsg.), *Regulierte Märkte: Zünfte und Kartelle* [Marchés régulés : corporations et cartels], Zurich, Chronos, 2011.

Muñoz Viñas Salvador, *Contemporary Theory of Conservation,* Oxford, Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.

Myles Jackson, *Spectrum of Belief Joseph von Fraunhofer and the Craft of Precision Optics*, Cambridge (Ma), Londres, MIT Press, 2000.

Nardin Raymond, *Les Chronomètres de marine Ulysse Nardin*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1994.

Nasim Omar, *Observing by Hand*, Chicago, Londres, University of Chicago Press, 2014.

Nasim Omar, « Observatorium », Sommer Marianne, Müller-Wille Staffan et Reinhardt Carsten (Hrsg.), *Handbuch Wissenschaftsgeschichte*, Stuttgart, J. B. Metzler, 2017, pp. 180-192.

Nasim Omar, « Handling the heavens: things and the photo-objects of astronomy », Caraffa Costanza (ed.), *Photo-Objects: on the Materiality of Photographs and Photo-Archives in the Humanities and Sciences*, Berlin, EOA, 2019.

Nasim Omar, *The Astronomer's Chair. A Visual and Cultural History*, Cambridge (Ma), Londres, The MIT Press, 2021.

Nasim Omar, « Hybrid photography in the history of science: the case of astronomical practice », Klamm Stefanie, Hillnhütter Sara, Tietjen Friedrich (eds.), *Hybrid Photography: Intermedial Practice in Science and Humanities*, Londres, Routledge, 2021, pp. 11-27.

Nielsen Axel, « Ole Roemer and his meridian circle », *Vistas in astronomy*, 10, 1968, pp. 105-112.

Noam Eli, *Telecommunications in Europe*, New York, Oxford, Oxford University Press, 1992.

Nora Pierre (éd.), *Les Lieux de mémoire*, Paris, Gallimard, 3 tomes : t. 1 *La République* (1 vol. 1984), t. 2 *La Nation* (3 vol., 1986), t. 3 *Les France* (3 vol., 1992).

Norman Daniel, « The development of astronomical photography », *Osiris*, 5, 1938, pp. 560-594.

O'Brien Patrick, *The New Economic History of the Railways*, Londres, Routledge, 2016.

O'Connor R., « William Gaertner 1864-1948 », *Popular Astronomy,* 57, 1949, pp. 65-68.

Ogle Vanessa, *The Global Transformation of Time: 1870-1950*, Cambridge (Ma), Harvard University Press, 2015.

Olesko Kathryn, « The meaning of precision: the exact sensibility in early nineteenth-century Germany », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1995, pp. 103-134.

Oort J. H. (ed.), *Transactions of the International Astronomical Union*, 7, 1950, Cambridge, Cambridge University Press, p. 64.

Ophir Adi, « A place of knowledge re-created: the library of Michel de Montaigne », *Science in Context*, 4, 1, 1991, pp. 163-189.

Ophir Adi, Shapin Steven et Schaffer Simon (eds.), « The place of knowledge », *Science in Context*, 4, 1991, pp. 3-21.

Ory Pascal, *L'Histoire culturelle*, Paris, Presses universitaires de France, 2004.

Osterhausen Fritz von, *Paul Ditisheim, chronométrier*, Neuchâtel, Éditions Simonin, 2003.

Pannekoek Antonie, *A History of Astronomy*, New York, Interscience Publishers, 1961.

Paolini Bertrand, *Invention et diffusion des premières horloges à pendule dans la seconde partie du XVII^e siècle en Europe du Nord*, thèse de doctorat, Paris – EHESS, [en cours].

Pasquier Hélène, « Uhren, Kompasse und elektrische Zähler. Longines und der Erste Weltkrieg », Rossfeld Roman et Straumann Tobias (Hrsg.), *Schweizer Unternehmen im Ersten Weltkrieg*, Zurich, Chronos, 2007.

Pasquier Hélène, *La « Recherche et Développement » en horlogerie : acteurs, stratégies et choix technologiques dans l'Arc jurassien suisse (1900-1970)*, Neuchâtel, Alphil, 2008.

Pasquier Hélène, « La fabrication du savoir », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 97-107.

Pasquier Hélène, « Une industrie remodelée », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 307-315.

Pécontal Emmanuel, « Les mires méridiennes lointaines de l'Observatoire de Lyon : recherches bibliographiques, archivistiques et archéologiques », *Nuncius,* 28, 2013, pp. 276-312.

Pellaton Jean, *Vingt-cinquième anniversaire de la Fédération suisse des associations de fabricants d'horlogerie, FH, 1924-1949*, Le Locle, FH, 1949.

Pelletier Monique, *Les Cartes des Cassini. La science au service de l'État et des provinces*, Paris, Éditions du CTHS, 2019.

Pennell Sara, « "For a crack or a flaw despis'd": thinking about ceramic durability and the "everyday" in late seventeenth-and early eighteenth-century England », Hamling Tara et Richardson Catherine (eds.), *Everyday Object. Medieval and Early Modern Material Culture and its Meanings*, Londres, Routledge, 2010, pp. 27-40.

Perrenoud Marc, « Crises horlogères et interventions étatiques : le cas de la Banque cantonale neuchâteloise pendant l'entre-deux-guerres », Cassis Youssef et Tanner Jakob (Hrsg.), *Banken und Kredi in der Schweiz* [Banques et crédit en Suisse (1850-1930)], Zurich, Chronos, 1993, pp. 209-240.

Perrenoud Marc, « Contrastes et paradoxes de la crise dans l'horlogerie », *Traverse*, 1, 1997.

Perrenoud Marc, « Brandt, Camille », *DHS*, version du 07.01.2003. Online : https://hls-dhs-dss.ch/ fr/articles/006068/2003-01-07/, consulté le 31.03.2023.

Perret Thomas, « Les débuts de la recherche horlogère à Neuchâtel : le Laboratoire de recherches horlogères (LRH) », Perret Thomas, Beyner André, Debély Pierre, Tissot Laurent et Jeanneret François (éd.), *Microtechniques et mutations horlogères. Clairvoyance et ténacité dans l'Arc jurassien*, Hauterive, Gilles Attinger, 2000, pp. 31-46.

Perret Thomas, « Un institut de recherche communautaire entre industrie et État : le Laboratoire suisse de recherches horlogères (LSRH) de Neuchâtel, 1921-1984 », *Schweizerische Gesellschaft für Wirtschafts-und Sozialgeschichte* [Société suisse d'histoire économique et sociale], 17, 2001, pp. 385-402.

Perret Thomas, « La physique », Scheurer Rémy (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel. Tome 3. L'Université, de sa fondation en 1909 au début des années soixante*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, Gilles Attinger, 2002, pp. 492-510.

Perret Thomas, « La recherche de l'excellence », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 201-211.

Perret Thomas, « Un canton chahuté », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 301-305.

Perret Thomas, « L'horlogerie électronique », Bujard Jacques et Tissot Laurent (éd.), *Le Pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-Saint-Martin, Éditions de la Chatière, 2008, pp. 317-326.

Perret Thomas, Beyner André, Debély Pierre, Tissot Laurent et Jeanneret François (éd.), *Microtechniques et mutations horlogères. Clairvoyance et ténacité dans l'Arc jurassien*, Hauterive, Gilles Attinger, 2000.

Perryman Michael, « The history of astrometry », *The European Physical Journal H*, 37, 1992, pp. 745-792.

Pesez Jean-Marie, « Histoire de la culture matérielle », Pesez Jean-Marie (éd.), *Archéologie du village et de la maison rurale au Moyen Âge*, Lyon, Presses universitaires de Lyon, 1998, pp. 11-45.

Pestre Dominique, « Comment se prennent les décisions de très gros équipements dans les laboratoires de "science lourde" contemporains », *Revue de synthèse*, 4, 1, 1988, pp. 97-130.

Pestre Dominique, « Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques », *Annales. Histoire, Sciences sociales*, 50, 3, 1995, pp. 487-522.

Pestre Dominique, *Science, argent et politique. Un essai d'interprétation*, Paris, Quae, 2003.

Pestre Dominique, *À contre-science. Politiques et savoirs des sociétés contemporaines*, Paris, Le Seuil, 2013.

Pestre Dominique, *Le Gouvernement des technosciences. Gouverner le progrès et ses dégâts depuis 1945*, Paris, La Découverte, 2014.

Petitpierre Alphonse, *Un demi-siècle de l'histoire économique de Neuchâtel (1791-1848)*, Neuchâtel, 1871.

Petitpierre Jacques, *Neuchâtel et la Confédération suisse devant l'Europe 1856-1857. L'insurrection royaliste et le traité de Paris. À propos du centenaire d'une capitulation royale, 1856-1857*, Neuchâtel, Messeiller, 1958.

Philippson Alfred, *Wie ich Geographen wurde*, Bonn, Bouvier, 1996 [1942].

Pickering Andrew (ed.), *Science as Practice and Culture,* Chicago, University of Chicago Press, 1992.

Picon Antoine, « Imaginaires de l'efficacité, pensée technique et rationalisation », *Réseaux*, 109, 2001, pp. 18-50.

Pigeot Nicole, « Chaînes opératoires : contexte théorique et potentiel cognitif », Treuil René (éd.), *L'Archéologie cognitive*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, 2019, pp. 149-171.

Piguet Claire, « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel : une architecture et un ensemble décoratif », *Revue historique neuchâteloise,* 3-4, 2003, pp. 307-329.

Piguet Claire, « Renouveau et "saveur locale" en architecture : le Heimatstil à Neuchâtel », Crettaz-Stürzel Elisabeth (Hrsg.), *Heimatstil. Reformarchitektur in der Schweiz* 1896-1914, 2 volumes, Frauenfeld, Huber Frauenfeld Verlag, 2005, pp. 182-203.

Piguet Claire, « Entre ciel et terre : le Pavillon Hirsch », *L'Ermite herbu*, 2006, pp. 8-11.

Piguet Claire, « Charles-Henri Matthey (1880-1956). Un nom "qui restera attaché à la restauration de nos principaux monuments historiques" », *Monuments vaudois*, 7, 2017, pp. 67-80.

Poirier Jean-Paul, *Le Tremblement de terre de Lisbonne*, Paris, Éditions Odile Jacob, 2005.

Poirier Jean-Paul, « Histoire de la sismologie », *Travaux du Comité français d'histoire de la géologie*, tome 22, 3, 2008, pp. 27-35.

Poirrier Philippe, *Les Enjeux de l'histoire culturelle*, Paris, Le Seuil, 2004.

Popplow Marcus, « Franz Maria Feldhaus: Die Weltgeschichte der Technik auf Karteikarten », *Kaleidoskopien*, 4, 2002, pp. 100-114.

Porter Theodore, « The mathematics of society: variation and error in Quetelet's statistics », *The British Journal for the History of Science*, 18, 1, 1985, pp. 51-69.

Porter Theodore, « Precision and trust: early Victorian insurance and the politics of calculation », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1995, pp. 173-197.

Porter Theodore, « Speaking precision to power: the modern political role of social science », *Social Research*, 73, 4, 2006, pp. 1273-1294.

Porter Theodore, *La Confiance dans les chiffres. La recherche de l'objectivité dans la science et dans la vie publique*, Paris, Les Belles Lettres, 2017.

Potter Simon, *Wireless Internationalism & Distant Listening. Britain, Propaganda, and the Invention of Global Radio, 1920-1939,* Oxford, Oxford University Press, 2020.

Poulot Dominique, « Une nouvelle histoire de la culture matérielle ? », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 44, 2, 1997, pp. 344-357.

Preyss Carl, *Von Reichenbachs Werkstatt zum Ertel-Werk für Feinmechanik (1802-1962)*, Munich, Ertel-Werk f. Feinmechanik, 1962.

Price Derek, « The early observatory instruments of trinity college, Cambridge », *Annals of Science*, 8, 1, pp. 1-12.

Pritchard Kathleen, *Swiss Timepiece Makers: 1775-1975*, 2 volumes, West Kennebunk ; Maine, Neuchâtel, Phoenix Publishing ; A. Simonin, 1997.

Proust Marcel, *À la recherche du temps perdu*, tome premier, Paris, Gallimard, 1987.

Quadroni Dominique, « Quatre-Ministraux », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 06.05.2010, Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/010251/2010-05-06/, consulté le 01.07.2021.

Queloz Dimitri, « La géologie », Scheurer Rémy (éd), *Histoire de l'Université de Neuchâtel. Tome 3. L'Université, de sa fondation en 1909 au début des années soixante*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, Gilles Attinger, 2002, pp. 469-491.

Raj Kapil, *Relocating Modern Science: Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe, 1650-1900*, New York, Palgrave Macmilan, 2007.

Raj Kapil et Sibum Otto, « Globalisation, science et modernité. De la guerre de Sept Ans à la Grande Guerre », Raj Kapil et Sibum Otto (éd.), *Histoires des sciences et des savoirs,* tome 2, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 11-30.

Raj Kapil, « Networks of knowledge, or space of circulation ? The birth of British cartography in colonial south Asia in the late eighteenth century », *Global Intellectual History*, 2, 1, 2017, pp. 49-66.

Ramsey Norman, « History of early atomic clocks », *Metrologia*, 42, 2005, pp. 1-3.

Rasmussen Anne, *Les Fastes du progrès, le guide des Expositions universelles 1851-1992*, Paris, Flammarion, 1992.

Ratcliff Marc et Stahl Gretsch Laurence-Isaline (éd.), *Mémoires d'instruments. Une histoire des sciences et des savants à Genève 1559-1914*, Genève, Suzanne Hurter, 2011.

Reeves Nicky, *Constructing an Instrument: Nevil Maskelyne and the Zenith Sector, 1760-1774*, Université de Cambridge : thèse de doctorat, 2008.

Reinke-Kunze Christine, *Alfred Wegener: Polarforscher und Entdecker der Kontinentaldrift*, Bâle, Birkhäuser, 1994.

Restier-Melleray Christiane, « Experts et expertise scientifique. Le cas de la France », *Revue française de science politique*, 40, 4, 1990.

Revel Jacques (éd.), *Jeux d'échelles. La micro-analyse à l'expérience*, Paris, EHESS, Gallimard ; Le Seuil, 1996.

Richon Marco, *Omega : voyage à travers le temps*, Bienne, Omega SA, 2007.

Richter Yann, Busca Giovanni, Debély Pierre et Perret Thomas, « Une institution au service d'une industrie : le Laboratoire suisse de recherches horlogères (LSRH), Perret Thomas, Beyner André, Debély Pierre, Tissot Laurent et Jeanneret François, *Microtechniques et mutations horlogères. Clairvoyance et ténacité dans l'Arc jurassien*, Hauterive, Gilles Attinger, 2000, pp. 91-134

Rickenbacher Martin, « Tralles, Johann Georg », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 27.05.2011, traduit de l'allemand, Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/026246/2011-05-27/, consulté le 09.08.2021.

Riefler Dieter, *Riefler-Präzisionsuhren: 1890-1965,* Munich, Callwey Verlag, 1991.

Riekher Rolf, *Fernrohre und ihre Meister: eine Entwicklungsgeschichte der Fernrohrtechnik,* 2 volumes, Berlin, Verlag Technik, 1990.

Riekher Rolf (Hrsg.), *Der Briefwechsel Georg von Reichenbachs. Briefe und Dokumente aus der Ära Fraunhofer, Reichenbach und Utzschneider*, Acta Historica Astronomiae, 68, Leipzig, Akademische Verlagsanstalt, 2021.

Rikitianskaia Maria, Balbi Gabriele et Lobinger Katharina, « The mediatization of the air: wireless telegraphy and the origins of a transnational space of communication, 1900-1910's », *Journal of Communication*, 68, 4, 2018, pp. 758-779.

Riley William, « A history of the rubidium frequency standard », *IEEE UFFC-S History*, 2019, pp. 1-35.

Robert Sylvia, « Jacques-Frédéric Houriet. Horloger (1743-1830) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises. De saint Guillaume à la fin des Lumières*, tome 1, Hauterive, G. Attinger, 1996, pp. 137-142.

Roche Daniel, *Le Siècle des Lumières en province : académies et académiciens provinciaux, 1689-1789*, Paris-La Haye, Mouton, 1978.

Roche Daniel, *Histoire des choses banales : Naissances de la consommation (XVII^e^-XIX^e^ siècle)*, Paris, Fayard, 1997.

Rogers Gary, « The history of earthquake studies in British Columbia: from Indian legend to satellite technology », *Pioneering Geology in the Canadian Cordillera*, B. C. Geological Survey Branch, Open File, 19, 1992, pp. 41-45.

Rohr M., « Die Entwicklungsjahre der Kunst, optisches Glas zu Schmelzen », *Die Naturwissenschaften*, 12, 39, 26 septembre 1924, pp. 782-797.

Romer M. et Cohen Bernard, « Roemer and the first determination of the velocity of light (1676) », *ISIS*, 31 (2), 1940, pp. 327-379.

Roothan Jean-Philippe, *Descrizione del circolo meridiano di Ertel*, Rome, 1842.

Rosa Hartmut, *Accélération : une critique sociale du temps,* Paris, La Découverte, 2013.

Ross Frank, *Geodesy. Latitude Observations with Photographic Zenith Tube at Gaithersburg, MD*, Washington, Government printing office, 1915.

Rossler Manfred, *Zenith: Swiss Watch Manufacture since 1865*, Bologne, Damiani, 2009.

Roten Michel, « Chronique helvétique : développement et organisation de la recherche météorologique en Suisse », *Revue géographique de l'Est*, 9, 1-2, 1969, pp. 229-236.

Russell Roslyn et Winkworth Kylie, *Significance 2.0: a Guide to Assessing the Significance of Collections*, Collections Council of Australia, 2009.

Sabrier Jean-Claude, *Jacques-Frédéric Houriet : 1743-1830*, Chézard-Saint-Martin, Cernier, Éditions de la Chatière, 2006.

Saint-Martin Arnaud, *L'Office et le télescope. Une sociologie historique de l'astronomie française, 1900-1940,* Thèse de doctorat, Université Paris IV-Sorbonne, 2008.

Saint-Martin Arnaud, « L'astronomie française à la Belle Époque. Professionnalisation d'une activité scientifique », *Sociologie du travail*, 53, 2011, pp. 253-272.

Sanford R. F., « On riefler clock », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 20, 118, février 1908, pp. 29-33.

Sarkar Tapan, Mailloux Robert, Oliner Arthur, Salazar-Palma Magdalena et Sengupta Dipak (eds.), *History of Wireless*, Hoboken, John Wiley & Sons, 2006.

Satterthwaite Gilbert, « Airy's transit circle », *Journal of Astronomical History and Heritage*, 4, 8, 2001, pp. 115-141, p. 122.

Satterthwaite Gilbert, « Airy's zenith telescopes and "the birth-star of modern astronomy" », *Journal of Astronomical History and Heritage*, 6, 1, 2003, pp. 13-26.

Savoie Denis, *La Gnomonique*, Paris, Les Belles Lettres, 2001.

Scaife Garrett, *From Galaxies to Turbines. Science, Technology and the Parsons Family*, Bristol et Philadelphie, Institute of Physics Publishing, 2000.

Schaer Jean-Paul, « Adolphe Célestin Nicolet (1802-1871) », Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel, tome 2, La seconde Académie, 1866-1909*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, G. Attinger, 1994, pp. 393-395.

Schaer Jean-Paul, « Pierre Jean Édouard Desor (1811-1882) », Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel, tome 2, La seconde Académie,*

1866-1909, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, G. Attinger, 1994, pp. 403-408.

Schaer Jean-Paul, « Adolphe Hirsch (1830-1901) », Knoepfler Denis (éd.), *Histoire de l'Université de Neuchâtel, tome 2, La seconde Académie, 1866-1909*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, G. Attinger, 1994, pp. 435-440.

Schaer Jean-Paul, « Wegmann, Eugène », *DHS*, version du 04.01.2013. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/044411/2013-01-04/, consulté le 19.01.2023.

Schaffer Simon, « Astronomers mark time: discipline and the personal equation », *Science in context*, 2, 1, 1988, pp. 115-145.

Schaffer Simon, « Self evidence », *Critical Inquiry*, 18, 2, 1992, pp. 327-362.

Schaffer Simon, « Accurate measurement is an english science », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1995, pp. 135-172.

Schaffer Simon, « Keeping the books at Paramatta Observatory », Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Duke, Duke University Press, 2010, pp. 118-147.

Schaffer Simon, « Easily cracked: scientific instruments in state of disrepair », *Isis*, 102, 2011, pp. 706-717.

Schaffer Simon, « Une manufacture d'ohms. La métrologie de la fin de l'ère victorienne et son instrumentation », Schaffer Simon, *La Fabrique des sciences modernes*, Paris, Le Seuil, 2014, pp. 297-332.

Schaffer Simon, « Modernité et métrologie », Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs*, tome 2, Raj Kapil et Sibum Otto (éd.), *Modernité et globalisation*, Paris, 2015, pp. 115-141.

Schaffer Simon, « Les cérémonies de la mesure. Repenser l'histoire mondiale des sciences », *Annales. Histoire, Sciences sociales*, 2, 2015, pp. 409-435.

Schaffer Simon et Shapin Steven, *Leviathan et la pompe à air : Hobbes et Boyle entre science et politique*, Paris, La Découverte, 1993.

Schaffer Simon, Roberts Lissa, Raj Kapil et Delbourgo James (eds.), *The Brokered World: Go-Betweens and Global Intelligence, 1770-1820*, Sagamore Beach, Watson Publishing International, 2009.

Schaller François, « L'intervention du pouvoir au sein de l'industrie horlogère », Behrendt Richard (Hrsg.), *Strukturwandlungen der schweizerischen Wirtschaft und* Gesellschaft, Berne, Stämpfli, 1962, pp. 55-72.

Schaller François, « Les crises horlogères, y a-t-il une spécificité ? », Cardinal Catherine, Jéquier François, Barrelet Jean-Marc et Beynier André (éd.), *L'Homme et le temps en Suisse 1291-1991*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 1991, pp. 273-278.

Schechner Sara et Sliski David, « Hybrid photography in the history of science: the case of astronomical practice », *Journal for the History of Astronomy*, 47, 1, 2016, pp. 3-29.

Schechner Sara et Talas Sofia, *Failed Historical Scientific Instruments*, Brill, Leiden/Boston, 2024.

Schefer Werner, Vom Seismografen zum Spektrometer - Bulletin DE [online], 2 novembre 2017.

Scheurer Frédéric, « Un quart de siècle d'histoire de la Société suisse de statistique et d'économie politique 1939-1964 », *Swiss Journal of Economics and Statistics* [Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik], 100, 1964, pp. 613-628.

Scheurer Rémy, « La Faculté des sciences » Knoepfler Denis (éd), *Histoire de l'Université de Neuchâtel. T. 2, La seconde Académie, 1866-1909*, Neuchâtel, Université de Neuchâtel, Hauterive, G. Attinger, 1994, pp. 347-379.

Scheidegger Tobias, « *Petite Science* »: *außeruniversitäre Naturforschung in der Schweiz um 1900*, Göttingen, Wallstein Verlag, 2017.

Sheynin Oscar, « On the history of the statistical method in astronomy », *Archive for History of Exact Sciences*, 29, 1982, pp. 151-199.

Schiavon Martina, *Itinéraires de la précision. Géodésiens, artilleurs, savants et fabricants d'instruments de précision en France, 1870-1930,* Nancy, Presses universitaires de Nancy, Éditions universitaires de Lorraine, 2013.

Schiavon Martina et Rollet Laurent (éd), *Pour une histoire du Bureau des longitudes (1795-1932)*, Nancy, Presses universitaires de Nancy, Éditions universitaires de Lorraine, 2017.

Schivelbusch Wolfgang, *The Railway Journey. The Industrialization of Time and Space in the Nineteenth Century, With a New Preface*, Oakland, University of California Press, 2014.

Schmidgen Henning, « Time and noise: the stable surroundings of reaction experiments, 1860-1890 », *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 34, 2003, pp. 237-275.

Schmidgen Henning, « Die Donders-Maschine. Ein Kapitel Physiologiegeschichte mit Deleuze und Guattari », *Lebendige Zeit. Wissenskulturen im Werden*, Berlin, Kulturverlag Kadmos, 2005, pp. 242-279.

Schmidgen Henning, *Hirn und Zeit. Die Geschichte eines Experiments, 1800-1950*, Berlin, Matthes & Seitz, 2009.

Schraven Thomas, « The Hipp chronoscope », *Electrical Group of the Antiquarian Horological Society,* 2003, pp. 1-56.

Schuffenheuer Werner (Hrsg.), *Feuerbach Ludwig, 19. Briefwechsel 3. (1845-1852),* Berlin, Akad. Verlag, 1993, p. 250.

Schwarbach Martin, *Wegener, 1880-1930 : le père de la dérive des continents*, Paris, Belin, 1985.

Schwarz Oliver et Strumpf Manfred, « Peter Andreas Hansen und die astronomische Gemeinschaft-eine erste Auswertung wesentlicher Teile des Hansen-Nachlasses. *Die Rettung der Altonaer Sternwarte und der Astronomischen Nachrichten im Jahre 1854* », Dick Wolfgang et Hamel Jürgen (Hrsg.), *Beiträge zur Astronomiegeschichte,* Acta Historica Astronomiae 1, Thun, Frankfurt am Main, Deutsch, 1998, pp. 141-154.

Secord James, « Knowledge in transit », *Isis*, 95, 4, 2004, pp. 654-672.

Sellet Frédéric, « Chaîne opératoire: the concept and its applications », *Lithic Technology*, 18, 1/2, 1993, pp. 106-112.

Shank John Bennett, « Les figures du savant, de la Renaissance au siècle des Lumières », Damme Stéphane van(éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. 1. De la Renaissance aux Lumières*, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 43-65.

Shapin Steven, « The house of experiment in seventeenth-century England », *Isis*, 79, 3, 1988, pp. 373-404.

Shapin Steven, « "The mind is its own place": science and solitude in seventeenth-century England », *Science in Context*, 4, 1, 1990, pp. 191-218.

Shapin Steven et Schaffer Simon, *Leviathan et la pompe à air : Hobbes et Boyle entre science et politique*, Paris, La Découverte, 1993.

Shapin Steven, « Here and everywhere: sociology of scientific knowledge », *Annual Review of Sociology*, 21, 1995, pp. 289-321.

Shapin Steven, « Figures de scientifiques », Bonneuil Christophe et Pestre Dominique (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. Tome 3. Le siècle des technosciences*, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 26-45.

Sheynin Oscar, « C. F. Gauss and the theory of errors », *Archive for History of Exact Sciences*, 20 (1), 1979, pp. 21-72.

Shinn Terry, « Change or mutation ? Reflections on the foundations of contemporary science », *Social Science Information*, 38, 1, 1999, pp. 149-176.

Shinn Terry, « Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle : la recherche technico-instrumentale », *Revue française de sociologie*, 41, 3, 2000, pp. 447-473.

Shinn Terry, « The research-technology matrix: german origins, 1860-1900 », Joerges Bernward et Shinn Terry, *Instrumentation: Between Science, State and Industry*, Dordrecht, Boston, Londres, Kluwer Academic Publisher, 2001, pp. 29-48.

Shott Michaël, « Chaîne opératoire and reduction sequence », *Lithic Technology*, 28, 2, 2003, pp. 95-105.

Sibum Otto, « Reworking the mechanical value of heat: instrument of precision and gestures of accuracy in early Victorian England », *Studies in History and Philosophy of Science*, 26, 1, 1995, pp. 73-106.

Sigrist François, « Henri de Joannis », Schaer Jean-Paul, Schwitguebel-Leroy Antoinette, Jeanneret Anne-Françoise (éd), *Histoire de l'Université de Neuchâtel. La première Académie 1838-1848, tome 1*, Hauterive, Gilles Attinger, 1988, pp. 251-255.

Sigrist René, *L'Essor de la science moderne à Genève*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004.

Simon Jean-Luc, « Rénovation du sismographe de Quervain-Piccard du Pavillon Hirsch. Observatoire de Neuchâtel, Suisse », *BSSNN*, 141, 2021, pp. 111-119.

Simondon Gilbert, *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier, 2012 [1958].

Simonin Martial, « Félix Boquet », *Bulletin astronomique*, 6, 1930, pp. 277-279.

Sinatra Maria, « The birth of experimental psychology in Germany between psychosocial methods and physiological theories », *Physis: Rivista Internazionale di Storia Della Scienza*, 43, 1-2, 2006, pp. 91-131.

Sisson George, « Mirror Images », *Vistas in Astronomy,* 35, 1992, pp. 345-397.

Slotten Hugh Richard, « The dilemmas of science in the United States: Alexander Dallas Bache and the U.S. Coast Survey », *Isis*, 84, 1, 1993, pp. 26-49.

Smil Vaclav, *Energy in World History*, Boulder, Westview Press, 1994.

Smith Crosbie, *The Science of Energy: A Cultural History of Energy Physics in Victorian,* Chicago, University of Chicago Press, 1998.

Smith Crosbie, *Coal, Steam and Ships. Engineering, Enterprise and Empire on the Nineteenth-Century Seas*, Cambridge, Cambridge University Press, 2018.

Smith Crosbie et Wise Norton, *Energy and Empire: A biographical study of Lord Kelvin*, Cambridge, Cambridge University Press, 1989.

Smith Humphry, « Quartz clocks of the Greenwich time service », *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 113, 1, 1953, pp. 67-80.

Smith Robert, « A national observatory transformed. Greenwich in the nineteenth century », *Journal for the History of Astronomy*, 20, 1, 1991, pp. 5-20.

Smith Robert, « Remaking astronomy: instruments and practice in the nineteenth and twentieth centuries », Nye Mary Jo (ed.), *The Cambridge History of Science, vol. 5: The Modern Physical and Mathematical Sciences*, Cambridge, Cambridge University Press, 2003, pp. 154-173.

S.n., « L'importance d'Ébauches S.A., son expansion et sa croissance », *Le Monde diplomatique*, avril 1959, https://www.monde-diplomatique.fr/23019, consulté le 5 juin 2022.

Solovey Mark, *Shaky Foundations: The Politics-Patronage-Social Science Nexus in Cold War America*, New Brunswick, Rutgers University Press, 2012.

Sommer Marianne, Müller-Wille Staffan, Reinhardt Carsten (Hrsg.), *Handbuch Wissenschaftsgeschichte,* Stuttgart, J. B. Metzler, 2017.

Souchier Côme, « Science et techniques au service du public : La synchronisation des horloges parisiennes au XIXe siècle », *Politix*, 1, 2019, pp. 219-237.

Spencer Jones Harold, « La mesure du temps », *Revue technique suisse*, 47, 1947.

Speranza Gaetano (éd), *Objets blessés. La réparation en Afrique*, Paris, Musée du quai Branly, 2007.

Stebbins Joel, « The meeting of the international astronomical union at Copenhagen, March 7-12, 1946 », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 58, 342, pp. 186-192.

Steinlin Uli, « Astronomie », *Dictionnaire historique de la Suisse (DHS)*, version du 21.09.2006, traduit de l'allemand. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/008255/2006-09-21/, consulté le 14.07.2021.

Stephens Carlene, « Reinventing accuracy: the first quartz clock of 1927 », Graf Johannes (Hrsg.), *Die Quarzrevolution: 75 Jahre Quarzuhr in Deutschland 1932-2007*, Furtwangen, Deutschen Uhrenmuseum, 2008, pp. 12-23.

Stevenson Orlando John, *Et Bell inventa le téléphone*, Paris, France-Empire, 1964.

Stewart G., « C. F. Gauss and the theory of errors », *Journal of Computational and Graphical Statistics,* 4, 1, 1995, pp. 1-11.

Stolz Rüdiger et Wittig Joachim (Hrsg.), *Carl Zeiss und Ernst Abbe Leben, Wirkung und Bedeutung*, Jena, Universitätsverlag, 1993.

Stoyko Nicolas, « Conservation de l'heure dans les stations internationales », *Annales françaises de Chronométrie*, 6, 1936, pp. 31-39.

Straeten Jonas van der et Weber Heike, « Technology and its temporalities. A global perspective », Carnino Guillaume, Hilaire-Pérez Liliane et Lamy Jérôme (eds.), *Global History of Technology (19th-21st Centuries),* Turnhout, Brepols, 2022, sous presse.

Strasser Bruno, « Totems de laboratoires, microscopes électroniques et réseaux scientifiques : l'émergence de la biologie moléculaire à Genève (1945-1960) [Laboratory totems, electron microscopes, and scientific networks: the emergence of molecular biology in Geneva (1945-1960)] », *Revue d'Histoire des sciences*, 55, 1, 2002, pp. 5-44.

Studeny Christophe, *L'Invention de la vitesse. France, XVIIIe-XXe siècles*, Paris, Gallimard, 1995.

Styer Daniel, *The Strange World of Quantum Mechanics*, Cambridge, Cambridge University Press, 2000.

Sutton Edmund, *Observational Astronomy: Techniques and Instrumentation*, Cambridge, Cambridge University Press, 2012.

Szanser A. J. M., « F. G. W. Struve (1793-1864). Astronomer at the Pulkovo observatory », *Annals of Science*, 28, 4, 1972, pp. 327-346.

Taïeb Guy et Vetter Raymond, *La Mesure du temps : de la clepsydre à l'horloge atomique*, Vichy, AEDIS, 2013.

Talas Sofia, « Un âge d'or de l'électricité à Genève : idées et instruments d'Horace-Bénédict de Saussure à Auguste de La Rive », Ratcliff Marc, Stahl Gretsch Laurence-Isaline (éd.), *Mémoires d'instruments. Une histoire des sciences et des savants à Genève 1559-1914*, Genève, Suzanne Hurter, 2011, pp. 176-186.

Tatarewicz Joseph, « Ultraviolet astronomy », Lankford John (ed), *History of Astronomy. An Encyclopedia*, New York, Routledge, 2011, pp. 533-534.

Thépot André (éd.), *L'Ingénieur dans la société française*, Paris, Éditions ouvrières, 1985.

Thévenaz Louis (éd.), *Les Événements de septembre 1856*, extraits du Musée neuchâtelois, Neuchâtel, Imprimerie centrale SA, 1956.

Thiele Hartmut, *Das Auge unserer Kamera. Die Geschichte der Photooptik von Carl Zeiss von 1890 bis 2003*, Munich, Privatdrück, 2018.

Thompson Edward, « Time, work-discipline, and industrial capitalism », *Past & Present*, 38, 1967, pp. 56-97.

Thompson Victor, « Bureaucracy and innovation », *Administrative Science Quarterly*, 10, 1, 1965, pp. 1-20.

Tomsin Philippe, « La restauration, la conservation et la valorisation du patrimoine technique semi-mobilier », *CeROArt*, 11, 2019.

Trembley Jacques (éd.), *Les Savants genevois dans l'Europe intellectuelle du XVII^e^ au milieu du XIX^e^ siècle*, Genève, *Journal de Genève*, 1987, pp. 55-88.

Tresch John, *The Romantic Machine: Utopian Science and Technology after Napoleon*, Chicago, University of Chicago Press, 2014.

Trachsel Rudolf, *Ein Halbes Jahrhundert Telekommunikation in der Schweiz*, Aarau, Verlag Sauerländer, 1993.

Trueb Lucien, *L'Observatoire de Neuchâtel. Son histoire de 1858 à 2007*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 2012.

Tucker Roy, « Transit circles today », *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 10, 1969, pp. 223-232.

Turner Anthony, « Mécénat savant et inertie locale face à la construction d'instruments de 1770 à 1820 », Ratcliff Marc et Stahl Gretsch Laurence-Isaline (éd.), *Mémoires d'instruments. Une histoire des sciences et des savants à Genève 1559-1914*, Genève, Suzanne Hurter, 2011, pp. 165-173.

Turner Anthony, Nye James et Betts Jonathan (eds.), *A General History of Horology*, Oxford, Oxford University Press, 2022.

Turner Gerard L'Estrange, *Nineteenth-Century Scientific Instruments*, Londres, Sotheby Publications, 1983.

Turner Gerard L'Estrange, *Elizabethan Instrument Makers. The Origins of the London Trade in Precision Instrument Making*, Oxford, Oxford University Press, 2000.

Turner Gerard L'Estrange, « Eighteenth-century scientific instruments and their makers », Roy Porter (ed.), *The Cambridge History of Science*, volume 4, Cambridge, Cambridge University Press, 2003, pp. 511-535.

Udías Augustin, *Searching the Heavens and the Earth: The History of Jesuit Observatories*, Dordrecht, Kluwer Academic, 2003.

Union des associations de fabricants de pièces détachées horlogères, *UBAH 1927-1977,* La Chaux-de-Fonds, UBAH, 1977.

Urech Édouard, *Histoire de l'église de La Chaux-de-Fonds, tome II,* La Chaux-de-Fonds, Éditions G. Saint-Clair, 1956.

Urner Klaus, *Die Deutschen in der Schweiz: Von den Anfängen der Kolonienbildung bis zum Ausbruch des Ersten Weltkrieges*, Frauenfeld, Stuttgart, Huber, 1976.

Vais Gheorghe, « The house of books. The metamorphosis of the library space (Antiquity) », *Philobiblon*, 17, 1, 2012.

Van Damme Stéphane, « Un ancien régime des sciences et des savoirs », Van Damme Stéphane (éd.), *Histoire des sciences et des savoirs. 1. De la Renaissance aux Lumières*, Paris, Le Seuil, 2015, pp. 19-40

Vanden Berghe Marc, « Pierre-Louis Guinand. Opticien verrier, mécanicien de précision (1748-1824) », Schlup Michel (éd.), *Biographies neuchâteloises. De saint Guillaume à la fin des Lumières*, tome 1, Hauterive, Gilles Attinger, 1996, pp. 131-135.

Vanier Jacques et Audoin Claude, « The classical caesium-beam frequency standard: fifty years later », *Metrologia*, 42, 3, 2005, pp. 31-42.

Vanier Jacques et Tomescu Cipriana, *The Quantum Physics of Atomic Frequency Standards*, Boca Raton, CRC Press, 2016.

Vaughan Denys, « Charles Shepherd's electric clocks », *Antiquarian Horology*, 21, 1994, pp. 519-530.

Veyrassat Béatrice, « Économie et société en Suisse au cap du XX^e^ siècle », Halbeisen Patrick, Müller Margrit et Veyrassat Béatrice (éd.), *Histoire économique de la Suisse au XX^e^ siècle,* Neuchâtel, Livreo-Alphil, 2021, pp. 37-86.

Virchaux Charles, *L'Influence des monopoles de l'industrie horlogère sur l'économie de la Suisse*, La Chaux-de-Fonds, Haefeli, 1952.

Visman Cornelia, *Akten. Medientechnik und Recht*, Francfort-sur-le-Main, Fischer, 2000.

Vogt German, « Ébauches », *DHS*, version du 02.07.2009, traduit de l'allemand. Online : https://hls-dhs-dss.ch/fr/articles/041960/2009-07-02/, consulté le 14.10.2022.

Vuilleumier Marc, « Le mouvement ouvrier en Suisse pendant et après la Première Guerre mondiale. Bilan historiographique », *Le Mouvement social*, 84, 1973, pp. 97-126.

Wall Wilson, *A History of Optical Telescopes in Astronomy*, Cham, Springer, 2018.

Wallis Eckhardt, « Suivre son propre rythme. Alfred Kastler zwischen Physik und Politik 1950-1960 », Forster Christian et Neueneck Götz (Hrsg.), *Physik, Militär und Frieden*, Wiesbaden, Springer, 2018, pp. 213-228.

Walter Hans et Sovers Ojars, *Astrometry of Fundamental Catalogues: The Evolution from Optical to Radio References Frames*, Berlin, Heidelberg, Springer, 2000.

Walter Rolf (Hrsg.), *Die Geschichte eines Unternehmes. 3 volumes, 2. Zeiss 1905-1945*, Cologne, Weimar et Vienne, Böhlau, 2000.

Waquet François, *L'Ordre matériel du savoir. Comment les savants travaillent (xvi^e^-xxi^e^ siècles),* Paris, CNRS, 2015.

Warner Deborah Jean, « What is a scientific instrument, when did it become one, and why? », *British Journal of History of Science*, 23, 1990, pp. 83-89.

Watson Fred, *Stargazer. The Life and Times of the Telescope*, Crows Nest, N.S.W., Allen & Unwin, 2004.

Webb Michael, *Alexander Graham Bell, l'inventeur du téléphone*, Montréal, Éditions de la Chenelière, 1993.

Weber Heike et Krebs Stefan, « The persistence of technology: from maintenance and repair to reuse and disposal », Krebs Stefan et Heike Weber (eds.), *The Persistence of Technology*, Bielefeld, Transcript Verlag, 2021, pp. 9-25.

Weber Max, *L'Éthique protestante et l'émergence du capitalisme*, Paris, Plon, 1964.

Weber Max, *Économie et société*: *Les catégories de la sociologie*, *tome 1*, Paris, Pocket, 2003.

Weber Robert et Favre L., « Matthäus Hipp : 1813-1893 », *BSSNN*, 24, 1895-1896, pp. 211-239.

Wegener Alfred, *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane,* Braunschweig, Sammlung Vieweg, 23, 1915.

Weller Jean-Marc, *L'État au guichet*, Paris, Desclee de Brouwer, 1999.

Werrett Simon, « The astronomical capital of the world: Pulkovo Observatory in the Russia of tsar Nicholas I », Aubin David, Bigg Charlotte et Sibum Otto (eds.), *The Heavens on Earth, Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Duke, Duke University Press, 2010, pp. 33-57.

Werrett Simon, *The Thrifty Science. Making the Most of Materials in the History of Experiments*, Chicago et Londres, University of Chicago Press, 2019.

Withers Charles, « Places and the "spatial turn" in geography and in history », *Journal of the History of Ideas*, 70, 4, 2009, pp. 637-658.

Whitley Richard, *The Intellectual and Social Organization of the Sciences*, Oxford, Oxford University Press, 2000.

Willach Rolf, « The development of telescope optics in the middle of the seventeenth century », *Annals of Science*, 58, 2001, pp. 381-398.

Willach Rolf, *The Long Route to the Invention of the Telescope*, Philadelphia, American Philosophical Society, 2008.

Williams Mari, « Astronomical observatories as practical space: the case of Pulkowa », James Frank (ed.), *The Development of the Laboratory: Essays on the Place of Experiment in Industrial Civilization*, Londres, Macmillan, 1989, pp. 118-136.

Williams Mari, *The Precision Maker: A History of the Instrument Industry in Britain and France 1870-1939*, Londres, New York, Routledge, 1994.

Williot Jean-Pierre, *Naissance d'un service public, le gaz à Paris*, Paris, Rive Droite, 1999.

Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1995.

Wise Norton, « Introduction », Wise Norton (ed.), *The Values of Precision*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1995, pp. 3-13.

Wise Norton, *Aesthetics, Industry and Science: Hermann von Helmholtz and the Berlin Physical Society*, Chicago, University of Chicago Press, 2018.

Withers Charles, « Places and the "spatial turn" in geography and in history », *Journal of the History of Ideas*, 70, 4, 2009, pp. 637-658.

Wolfschmidt Gudrun, « Die Weiterentwicklung von Abbes Geräten bei Zeiss/Jena und ihre Bedeutung für die Astronomie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts », Stolz Rüdiger et Wittig Joachim (Hrsg.), *Carl Zeiss und Ernst Abbe Leben, Wirkung und Bedeutung*, Jena, Universitätsverlag, 1993, pp. 331-362.

Wolfschmidt Gudrun, « Telescopes made in Berlin: from Carl Bamberg to Askania », Morrison-Law Alison, Dupré Sven, Johnston Stephen et Strano Giorgio (eds.), *From Earth-bound to Satellite, Telescope, Skills, and Networks*, Leiden, Boston, Brill, 2012, pp. 177-193.

Wolfschmidt Gudrun, « Cultural heritage of observatories in the context with the IAU-UNESCO initiative-highlights in the development of architecture », Boutsikas Efrosyni, McCluskey Steve et Steele John (eds.), *Advancing Cultural Astronomy: Studies in Honour of Clive Ruggles*, New York, Berlin, Heidelberg, Springer 2021, pp. 291-314.

Wolfschmidt Gudrun, « Repsold's meridian circles – from the first in 1802 to the modern computerized in 1967 », Belteki Daniel, Gressot Julien, Jeanson Loïc et Davoigneau Jean (eds.), *Circle of Precision*, Cahiers François Viète, III.14, pp. 101-140.

Wundt Wilhelm, *Grundzüge der physiologischen Psychologie*, Leipzig, 1874.

Wyser Ch., Blaser Jean-Pierre et Schuler Walter, « L'automatisation de la lunette zénithale photographique », *Publications de l'Observatoire de Neuchâtel (Suisse)*, 7 août 1959, pp. 1-10.

Wyss Jaime, « Les horloges électriques de Matthias Hipp. De l'horloger à l'industriel », Oechslin Ludwig *et al.* (éd.), *Électricité et horlogerie – une (r)évolution de société ?*, actes de colloque, La Chaux-de-Fonds, Institut l'Homme et le Temps, 2005, pp. 37-43.

Wyss Jean-Jacques, *La Création de l'Union des branches annexes de l'horlogerie (UBAH) et les vingt premières années de son existence, 1927-1947,* La Chaux-de-Fonds, Arts graphiques Haefeli, s.d.

Zaun Jörg, *Instrumente für die Wissenschaft: Innovationen in der Berliner Fein-mechanik und Optik 1871-1914*, Berlin, BibSpider, 2002.

Ziggelaar August, « Ole Roemer. Short life story of a danish astronomer », Hunt Jim (ed.), *Cosmos, an Educational Challenge. Proceedings of the GIREP-Conference 1986*, Paris, European Space Agency, 1986, pp. 121-128.

Zürcher Christoph, « Trechsel, Friedrich », *DHS*, Version du 05.11.2013. Online : https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/013307/2013-11-05/, consulté le 07.11.2022.

Tables des matières

Abréviations 9

Préface 11

Remerciements 17

Introduction : L'Observatoire cantonal de Neuchâtel 21

Les observatoires : définition et spécificités 25

La mesure du temps 29

Précision et exactitude 33

Cultures de la précision 36

Observatoire, industrie horlogère et politique 40

Les chaînes opératoires 42

L'Observatoire cantonal de Neuchâtel : structure du travail 45

Sources : description du corpus 46

Sources : les rapports de directeur 49

Première partie
Fonder un Observatoire

Chapitre 1 Diffusion d'un savoir-faire astronomique dans le canton de Neuchâtel (seconde moitié du XVIII^e siècle – première moitié du XIX^e siècle) 53

1.1 Obtenir l'heure exacte : de l'à-peu-près privé aux initiatives publiques 56

1.2 L'heure publique 72

Chapitre 2 Fonder l'Observatoire (1855-1859) 95

2.1 Origine du projet 97

2.2 Une première tentative avortée 108

2.3 Construire l'Observatoire 130

Chapitre 3 La première chaîne opératoire de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel (1858-1861) 149

3.1 La détermination de l'heure 156

3.2 La conservation de l'heure 202

3.3 La transmission de l'heure 216

Chapitre 4 Affirmer la chaîne opératoire 235

4.1 Contrôle interne 237

4.2 Les espaces de la précision 271

Chapitre 5 Utiliser et entretenir la chaîne opératoire (1861-1901) 285

5.1 La précision au quotidien 286

5.2 Entretenir la précision 309

Seconde partie
Un observatoire bureaucratico-scientifique

Chapitre 6 Réaffirmer le caractère scientifique de l'institution 331

6.1 Louis Arndt (1861-1940), le fonctionnaire-scientifique 334

6.2 Transformer l'Observatoire 339

6.3 Réorganisation spatiale 356

Chapitre 7 La deuxième chaîne opératoire 377

7.1 Limiter l'équation personnelle, développer la détermination de l'heure 380

7.2 Obtenir des garde-temps de haute précision au pays des horlogers 406

7.3 De la télégraphie au téléphone 415

7.4 La danse semestrielle du Mail ou l'installation de la sismologie 424

Chapitre 8 Un observatoire bureaucratico-scientifique 433

8.1 Une organisation bureaucratique du travail 436

8.2 Instruments et pratiques en crise 445

8.3 Un Observatoire bureaucratico-chronométrique 464

Chapitre 9 La troisième chaîne opératoire (1954) ou la résistance du temps astronomique 479
9.1 Edmond Guyot (1900-1963), troisième directeur de l'Observatoire 482
9.2 La détermination de l'heure 488
9.3 La conservation de l'heure 520
9.4 La transmission de l'heure et les télécommunications 538
Chapitre 10 D'un observatoire astronomique à un laboratoire de temps-fréquence (1954-1960) 553
10.1 Évolution des pratiques 556
10.2 La petite institution grandit 571
10.3 Mécanique céleste ou physique quantique ? 582

Conclusion 593
Des savoirs bureaucratiques 594
La mesure du temps : une science monotone et répétitive ? 595
Un service de l'État horloger – Innovation et horlogerie 597
Chaînes opératoires : outil d'analyse de la bureaucratisation des savoirs 598
Demeurer au « faîte de l'état de la science » 599
Un manque d'investissement chronique 600
Vers un modèle de la petite institution scientifique ? 601
L'élimination des erreurs humaines comme fil conducteur 602
L'échec de l'astrophysique à Neuchâtel 603
Vers le temps atomique, vers un observatoire consacré au temps-fréquence 604
Perspectives 606
Postface 609
Annexe I – Liste des membres du personnel (1858-1960) 615
Annexe II – Transcription de correspondance 619
Sources 665
Bibliographie 691

Achevé d'imprimer
En novembre 2025
Pour le compte des Éditions Alphil-Presses universitaires suisses

Responsable de production : Anne-Caroline Le Coultre

Comment mesurer le temps avec précision ? Le temps précis, omniprésent et insaisissable, est une construction sociale et technique. Avant d'en disposer, il faut l'observer, le définir, le transmettre, le perfectionner. L'Observatoire cantonal de Neuchâtel fut au cœur de cette aventure : au service de l'industrie horlogère, garant de l'heure exacte en Suisse, il a synchronisé les réseaux ferroviaires et télégraphiques, ancrant le pays dans une Europe en pleine mutation.

De sa fondation en 1858 jusqu'à l'ère du temps atomique dans les années 1960, ce bastion de la précision releva un défi titanesque : définir le temps avec la plus grande exactitude possible. Astronomes, horlogers et techniciens se heurtèrent aux contraintes de la nature, du corps humain et des institutions pour produire un temps fiable et universel.

Derrière la mécanique de la précision se dessine une histoire profondément humaine, où l'Observatoire se réinvente sans cesse, au croisement de la science, de l'industrie et de la politique. À travers ses instruments fascinants, ses figures emblématiques et ses espaces savants, cet ouvrage invite à redécouvrir une quête séculaire de la maîtrise du temps.

Julien Gressot est postdoctorant en histoire des sciences, des techniques et de l'innovation à l'Université de Neuchâtel. Ses recherches portent sur l'histoire des observatoires, de la mesure du temps, des instruments scientifiques et des cultures de la précision. Auteur d'une thèse consacrée à l'Observatoire cantonal de Neuchâtel, il s'intéresse à la manière dont les pratiques scientifiques s'inscrivent dans les dynamiques industrielles, politiques et culturelles. Également chef de projet pour l'Association Automates & Merveilles, il dirige le programme « Des étoiles aux atomes », un projet d'expositions et de recherches consacré à la mise en valeur du patrimoine scientifique et technique de l'Observatoire de Neuchâtel.

ISBN 978-2-88930-706-7

9 782889 307067