

## Élaborer le cercle méridien *Ertel & Sohn* de l'Observatoire de Neuchâtel (1858-1861) : besoins scientifiques, possibilités techniques et contraintes financières

*Manufacturing the Ertel & Sohn Meridian Circle of the Neuchâtel Observatory  
(1858-1861): Between Scientific Needs, Technical Possibilities and Economic-  
Political Constraints*

Julien Gressot et Romain Jeanneret

---



### Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/cahierscfv/4105>

DOI : [10.4000/cahierscfv.4105](https://doi.org/10.4000/cahierscfv.4105)

ISSN : 2780-9986

### Éditeur

Nantes Université

### Édition imprimée

Date de publication : 1 juin 2023

Pagination : 255-287

ISBN : 978-2-493550-05-7

ISSN : 1297-9112

### Référence électronique

Julien Gressot et Romain Jeanneret, « Élaborer le cercle méridien *Ertel & Sohn* de l'Observatoire de Neuchâtel (1858-1861) : besoins scientifiques, possibilités techniques et contraintes financières », *Cahiers François Viète* [En ligne], III-14 | 2023, mis en ligne le 01 juin 2023, consulté le 14 juin 2023.

URL : <http://journals.openedition.org/cahierscfv/4105> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/cahierscfv.4105>

---



Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International  
- CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## SOMMAIRE

Daniel Belteki & Julien Gressot.....	5
Introduction – Re-Assembling the History of Meridian Circles	
David Aubin.....	21
“All this is enormous, massive, crushing”: Observatories’ Core Instruments in the Eyes of the French Daily Press, 1803-1875	
Trudy E. Bell.....	43
Circles, Clocks, Ships, and Wires: Meridian Circles within Innovative Assemblages in 19th-Century America	
Daniel Belteki.....	81
The Crimes of Astronomical Instruments and Their Panopticon at the Royal Observatory, Greenwich during the Middle of the Nineteenth Century	
Gudrun Wolfschmidt.....	101
Repsold Company as a Global Player: from the First Meridian Circle in 1802 to the Modern Computerized in 1967	
Loïc Jeanson & Jean Davoigneau.....	141
Améliorer les mesures méridiennes à l’Observatoire de Paris, un lent assemblage de précision	
Lea Leppik.....	171
The Reichenbach & Ertel Meridian Circle at the Tartu Old Observatory: Great moments from the History of a 200 Years Old Instrument	
Nick Lomb.....	191
A Review of the Transit Circles used at Sydney and Melbourne Observatories from 1835 to 1970	
Richard E. Schmidt & Steven J. Dick.....	217
Meridian Circle Astrometry at the U. S. Naval Observatory	
Julien Gressot & Romain Jeanneret.....	255
Élaborer le cercle méridien <i>Ertel &amp; Sohn</i> de l’Observatoire de Neuchâtel (1858-1861) : besoins scientifiques, possibilités techniques et contraintes financières	

Delphine Issenmann.....	289
Le cercle méridien de Repsold de Strasbourg : analyse d'implantation au sein du nouvel observatoire de l'université impériale	
Frédéric Soulu .....	319
Les vies successives du cercle méridien portatif de Rigaud n° 2	
Loïc Jeanson & Jean Davoigneau.....	341
Glossaire / Glossary	

### **Varia**

Benjamin Bothereau.....	359
Les lanternes publiques, exosquelette de la « machine » policière (Paris, XVIII <sup>e</sup> siècle)	

## Élaborer le cercle méridien *Ertel & Sohn* de l'Observatoire de Neuchâtel (1858-1861) : besoins scientifiques, possibilités techniques et contraintes financières

Julien Gressot & Romain Jeanneret

---

**Résumé** — Lors de la fondation d'un observatoire, le choix de l'instrumentation est d'une grande importance pour réaliser des observations scientifiques reconnues et s'insérer ainsi dans le réseau international d'institutions astronomiques. Durant le XIX<sup>e</sup> siècle, le cercle méridien est l'instrument central de l'astronomie de position. Son acquisition par le nouvel Observatoire de Neuchâtel est donc un moment crucial pour une institution qui entend être à la pointe de la mesure du temps. À partir d'une riche correspondance entre un astronome et un fabricant, les enjeux entourant l'élaboration d'un cercle méridien tirant le parti d'innovations électrotechniques se donnent à voir. En considérant l'instrument comme un maillon d'un assemblage spécifique, une chaîne opératoire de la détermination de l'heure, nous allons approfondir la constitution d'un instrument scientifique de haute précision : le cercle méridien *Ertel & Sohn* de l'Observatoire de Neuchâtel.

**Abstract** — *Manufacturing the Ertel & Sohn Meridian Circle of the Neuchâtel Observatory (1858-1861): Between Scientific Needs, Technical Possibilities and Economic-Political Constraints* — *When founding a new observatory, the choice of instrumentation is of great importance for its recognition in the international network of astronomical institutions. During the 19th century, the meridian circle played a key role of an observation apparatus, as we will demonstrate through the case of the Neuchâtel observatory, founded in 1858 mainly for the scientific time determination. The constitution of a high precision instrument, the Ertel & Sohn meridian circle, will be documented on the basis of the rich correspondence that allows us to see the expectations of the astronomer and the possibilities of the manufacturer by considering the instrument as a specific assemblage, an operating chain of time determination.*

Mots-clés : histoire culturelle, histoire matérielle, sciences/techniques et sociétés, sciences historiques, patrimoine, instruments et instrumentation, époque contemporaine, fabricants d'instruments, cercle méridien, *Ertel & Sohn*

LA FONDATION de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel en 1858 représente un cas d'étude particulièrement propice pour suivre les différentes phases d'élaboration d'un cercle méridien à partir de la correspondance entre Adolphe Hirsch (1830-1901), premier directeur de l'Observatoire, et l'entreprise *Ertel & Sohn* basée à Munich, successeure des ateliers de Benediktbeuern (Jackson, 2000). Entre février 1858 et septembre 1859, pas moins de quarante-cinq lettres, conservées aux Archives de l'État de Neuchâtel (AEN) sont échangées entre l'astronome neuchâtelois et le fabricant bavarois. Cet article traite de l'examen de cette correspondance, des plans, des dessins techniques et des rapports afin de mieux saisir les enjeux entourant la fabrication d'un instrument scientifique de haute précision. Reconstituer la biographie de l'objet<sup>1</sup>, et plus particulièrement les étapes menant à sa constitution, fournit l'occasion d'étudier l'état de l'art technologique au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. Plus généralement, cela révèle les enjeux de la mise en place d'une culture de la précision dans un petit observatoire spécialisé autour de la mesure du temps<sup>2</sup>.

Quatre phases de la constitution de l'instrument peuvent être distinguées. La première est celle de la définition politique et scientifique d'un objet générique aboutissant au choix d'un cercle méridien. La seconde envisage le processus de sélection d'un fabricant et les caractéristiques principales de l'instrument. La troisième étape se compose de discussions détaillées, illustrée ici par l'exemple du système d'éclairage des fils du réticule. Finalement, l'instrument s'inscrit dans un réseau plus large, une chaîne opératoire, que nous définissons comme l'ensemble des instruments scientifiques, des méthodes d'observation, des opérations techniques et mathématiques permettant d'obtenir, en bout de chaîne, l'heure exacte<sup>3</sup>. Cet élargissement du champ d'étude

---

<sup>1</sup> Pour le concept de biographie des objets, voir (Gosden & Marshall, 1999 ; Kopytoff, 1986).

<sup>2</sup> Sur les cultures de la précision, voir la thèse de doctorat en cours à l'université de Neuchâtel : Gressot Julien, *L'Observatoire cantonal de Neuchâtel (1858-1958). Cultures de la précision : instruments scientifiques, lieux et acteurs*.

<sup>3</sup> La chaîne opératoire est un outil visuel, heuristique, descriptif, synthétique et comparatif permettant d'analyser les modalités de fabrication de la donnée horaire au sein de l'Observatoire à différentes époques pouvant être considéré comme un type d'assemblage particulier. Pour réaliser les chaînes opératoires, nous considérons l'ensemble des intervenants humains ou non humains comme des actants participant à

permet notamment d'illustrer l'influence d'une innovation électrotechnique, le chronographe imprimant, sur la fabrication et l'usage du cercle méridien.

## 1. Un observatoire au service d'une politique industrielle

À partir du XVIII<sup>e</sup> siècle, le canton de Neuchâtel connaît un développement horloger important, se renforçant au cours du XIX<sup>e</sup> siècle (Landes, 1983 ; Barrelet, 1991 ; Bujard & Tissot, 2008 ; Donzé, 2009 ; Girardier, 2020). Dès lors, une partie croissante de l'industrie horlogère neuchâteloise se tourne vers des produits de haute précision (Babey & Piguet, 2008 ; Perret, 2008). Cette orientation implique l'obtention de moyens scientifiques de détermination de l'heure, phénomène à l'œuvre dans les Montagnes neuchâteloises à partir de la seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle (Bernasconi, 2019). Dès le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, ces initiatives atteignent leurs limites et la République de Neuchâtel est appelée à prendre des mesures dans une période de plus grand interventionnisme étatique (Humair, 2007). Fondé en 1858, l'Observatoire cantonal de Neuchâtel représente une des mesures de cette nouvelle politique<sup>4</sup>.

### 1.1. Volontés politiques, instrument scientifique

La première mention d'un projet de fondation d'un observatoire à Neuchâtel émane de délégués envoyés par le gouvernement républicain cantonal<sup>5</sup> à l'Exposition universelle de Paris en 1855 (Richard et al., 1856). Issus des milieux politique et industriel, ils préconisent la création d'un observatoire étatique, devant servir uniquement aux besoins de l'industrie horlogère. Ils y évoquent déjà les instruments scientifiques jugés nécessaires, confirmant par là même que la définition d'un observatoire est intrinsèquement liée à son instrumentation :

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

---

la production de l'heure exacte reprenant en partie la théorie de l'acteur-réseau (Akrich, Callon & Latour, 2006). Sur l'utilisation du concept de chaîne opératoire, voir (Gressot & Jeanneret, 2022).

<sup>4</sup> Parmi ces mesures, mentionnons l'ouverture de la Seconde académie en 1866 et d'écoles d'horlogerie.

<sup>5</sup> En place depuis la révolution neuchâteloise du 1<sup>er</sup> mars 1848 (Barrelet, 2011).

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. (Richard et al., 1856, p. 11)

La lunette méridienne, employée en astrométrie, « l'activité cardinale des astronomes du XIX<sup>e</sup> siècle » (Lamy & Soulu, 2015, p. 76), figure donc en tête de liste. Le gouvernement républicain fait siennes les recommandations des délégués. Dès 1856, Henri Ladame (1801-1870), professeur de physique à l'Académie de Neuchâtel, se penche sur la question et visite plusieurs observatoires en Suisse<sup>6</sup>. Selon Ladame, l'Observatoire doit avoir une finalité purement pratique au service de l'industrie horlogère et il complète la panoplie d'instruments avec :

une lunette méridienne, une lunette parallactique [équatoriale], un baromètre, un [sic] 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.<sup>7</sup>

En 1857, une première tentative d'inscription au budget d'un poste dédié à l'Observatoire est reportée à la suite de demandes d'éclaircissement survenues au cours des discussions parlementaires<sup>8</sup>. Ensuite, le projet est suspendu en raison de la tentative de contre-coup d'État royaliste souhaitant que le canton de Neuchâtel retourne sous la souveraineté de la Prusse<sup>9</sup>. Entre

---

<sup>6</sup> Pour un contexte général sur le développement de l'astronomie en Suisse, voir (Wolf, 1879). Pour l'histoire de l'Observatoire de Genève voir (Golay, 1987 ; Gautier & Tiercy, 1930). Pour l'Observatoire de Berne, voir (Gorgé, 1984, p. 331-332) et pour le petit observatoire de Bâle, voir (Bonjour, 1960, p. 755-757).

<sup>7</sup> Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal (1858), *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, AEN, 3GC-1.22, p. 605-626, 609-610

<sup>8</sup> Procès-verbal de la séance du 27 juin 1856 (1856), *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, AEN, 3GC-1.22, p. 457-458.

<sup>9</sup> Pour le contexte général neuchâtelois voir (Barrelet, 2011). Et pour la tentative de contre-révolution (Petitpierre, 1958).

1857 et 1858, une fois la situation politique apaisée, une étude complémentaire est effectuée par une commission composée des professeurs neuchâtelois Édouard Desor (1811-1882), Auguste Vouga (1795-1884) et Louis Favre (1822-1904) (Desor, Vouga & Favre, 1858). Ce deuxième rapport confirme la nécessité de disposer d'une lunette méridienne, une lunette équatoriale avec appareil moteur, une horloge sidérale et une horloge ordinaire et d'instruments de météorologie (Desor, Vouga & Favre, 1858, p. 9-10). Le budget passe alors de 25 000 francs suisses, établi par Ladame, à 50 000 francs (Desor, Vouga & Favre, 1858, p. 14-16).

Les deux rapports dessinent les contours du projet mais ne sont pas suffisants aux yeux d'Aimé Humbert (1819-1900), conseiller d'État en charge de l'Instruction publique, qui remarque que si « les frais d'établissement et les dépenses annuelles sont portés trop bas » par Ladame, il y a « exagération inverse dans le projet du comité de la Commission d'État des Écoles industrielles [composé de Desor, Vouga et Favre] »<sup>10</sup>.

Le conseiller d'État demande une troisième expertise. Celle-ci est confiée à Hirsch, jeune astronome originaire d'Halberstadt formé par Johann Franz Encke (1791-1865) et futur premier directeur de l'Observatoire de Neuchâtel<sup>11</sup>. Hirsch valide dans les grandes lignes le choix instrumental, tout en apportant quelques précisions supplémentaires. Il recommande un cercle méridien, une lunette équatoriale, deux pendules de « première qualité, dont une au moins devrait être d'un artiste renommé » (Hirsch, 1858, p. 11) — une réglée au temps sidéral et l'autre au temps moyen\* —, des instruments de météorologie et un appareil « pour soumettre les chronomètres à différentes températures et observer leur marche dans ces conditions, afin qu'on puisse évaluer et perfectionner, s'il le faut, leur compensation » (*ibid.*).

Après cette nouvelle expertise, le rapport du Conseil d'État est soutenu par le Grand Conseil neuchâtelois qui décrète la fondation d'un

---

<sup>10</sup> Rapport du Département de l'Instruction publique au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858 (1858), AEN, 1TP-792, n° 2, p. 11.

<sup>11</sup> Pour une biographie d'Adolphe Hirsch, voir (Fischer, 2001 ; Burgat-Grellet & Schaer, 2001). Pour une chronologie des faits marquants survenus à l'Observatoire de Neuchâtel, voir (Trueb, 2012).

« Observatoire astronomique cantonal, approprié à la détermination scientifique du temps » lors des séances des 17-18 mai 1858<sup>12</sup>.

### 1.2. Les missions de l'Observatoire

La responsabilité de la constitution de la chaîne opératoire de l'Observatoire repose entièrement sur les épaules d'un jeune astronome, lequel, outre sa formation à Berlin, a travaillé à l'Observatoire de Vienne dirigé alors par Karl Littrow (1811-1877) et, en 1858, à l'Observatoire de Paris sous la direction d'Urbain Le Verrier (1811-1877). Hirsch met à profit ces premières expériences, qu'il approfondit par deux visites de l'Observatoire de Greenwich, la première en juillet 1858 et la seconde en mai 1859. Il s'agit pour Hirsch (1858, p. 12) de fonder un observatoire scientifique puisque « les moyens que les horlogers emploient ordinairement pour régler [sic] leurs montres ne sont point exactes et rationnels [sic] ; car on se borne presque toujours à consulter des régulateurs qu'on suppose infaillibles... ». Les cultures horlogère et astronomique de la précision diffèrent donc ici sur les critères à appliquer pour vérifier les garde-temps. Afin d'être en mesure de certifier la qualité des produits horlogers, l'Observatoire doit, selon Hirsch, veiller à remplir certains critères :

Il faut premièrement que l'observatoire 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 la méritassent cependant, et ainsi, vous auriez manqué le but que vous vouliez atteindre. (Hirsch, 1858, p. 3)

---

<sup>12</sup> Rapport du Conseil d'État sur la construction d'un observatoire cantonal (1858), *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, AEN, 3GC-1.22, p. 605-626, 624.

Comme l'a constaté Jimena Canales (2001, p. 178), Hirsch souhaite un observatoire à la pointe dans un domaine de niche, la détermination de l'heure. Cependant, il est nécessaire de pouvoir réaliser des observations scientifiques pour asseoir la valeur du service chronométrique de l'Observatoire et le prestige de ses bulletins de marche. Les possibilités financières, matérielles et organisationnelles étant limitées, Hirsch recommande de sélectionner avec soin les domaines d'étude à l'Observatoire de Neuchâtel :

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 parallaxique [équatoriale], et les calculs qui s'y rattachent. (Hirsch, 1859, p. 61)

Ces orientations impliquent de se doter d'un instrument pour déterminer l'heure de la manière la plus précise possible mais, également, de réaliser certaines observations astronomiques. La forme et le rôle du cercle méridien sont alors influencés par cette définition épistémologique, ainsi que par les discussions chargées de le concrétiser.

### 1.3. Les missions du cercle méridien

Après avoir défini les missions de l'Observatoire et les instruments correspondants, il s'agit pour le directeur de fixer les caractéristiques générales du cercle méridien. En premier lieu, Hirsch souhaite un instrument exécuté par un fabricant réputé :

C'est surtout cette perfection du travail dans toutes les parties de ces instruments qu'il faut avoir en vue ; il faut donc s'adresser aux meilleurs artistes de ce genre et ne pas s'arrêter à une légère différence de prix, car les résultats dépendront de la perfection de ces instruments. (Hirsch, 1858, p. 12)

La bienfaisance d'un instrument de précision est une condition primordiale pour garantir la production de données fiables. Toutefois l'instrument étant soumis aux variations environnementales (température, pression atmosphérique...) et à l'usure, il convient de le calibrer et d'en vérifier fréquemment les constantes. C'est grâce à ce suivi qu'il est possible d'en tirer le

meilleur parti. Hirsch en est bien conscient et insiste encore sur ce qu'il considère comme essentiel pour le cercle méridien de Neuchâtel :

Les conditions principales, en dehors de la réalisation 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.<sup>13</sup>

Les systèmes mécaniques et optiques sont au cœur des préoccupations de l'astronome. Sur ce dernier point, il considère que « les objectifs de la lunette devraient absolument être commandés à l'établissement de Fraunhofer » (Hirsch, 1858, p. 12)<sup>14</sup>. Concernant la monture, Hirsch indique que « pour les parties mécaniques, l'atelier d'Ertel et fils [*Ertel & Sohn*], successeur de Reichenbach, à Munich, est un des plus renommés » (*ibid.*). Autre aspect très important, l'observateur doit pouvoir déterminer lui-même les constantes de l'instrument et les différentes sources d'erreur, ce qui s'explique notamment par le personnel peu fourni de l'Observatoire de Neuchâtel<sup>15</sup>.

---

<sup>13</sup> « Die Hauptbedingungen, abgesehen von der vollendeten Ausführung des Instrumentes in optischer Beziehung, wären dass die Fehler der Theilung, der auf die Axenkrechten Stellung der Collimationlinie 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. » : brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à *Ertel & Sohn* du 27 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich. Toutes les transcriptions de la correspondance en sütterlin ont été faites avec l'aide d'Anton Näf que nous remercions vivement pour ses conseils avisés. Toute éventuelle erreur de traduction serait à mettre à notre compte.

<sup>14</sup> Le successeur de Fraunhofer sont les ateliers *Merz & Söhne* chez lesquels Hirsch commande non seulement la partie optique du cercle méridien mais également la lunette parallactique. Pour ce dernier instrument, voir le fonds aux AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Merz & Söhne* à Munich.

<sup>15</sup> Jusqu'en 1864, l'Observatoire dispose d'un astronome et d'un concierge-mécanicien chargé de l'entretien et du nettoyage des instruments scientifiques.

Hirsch souhaite aussi que le cercle méridien permette l'observation des astres de magnitude 11 à 12<sup>16</sup>. Un dernier aspect est celui du confort. Par son expérience, l'astronome connaît bien les rigueurs physiques des déterminations méridiennes de l'heure. En effet, l'observateur demeure couché de longues heures, au froid, sur un siège exigü dans une position peu confortable<sup>17</sup>.

## 2. Élaborer un instrument scientifique

Le choix d'un fabricant d'instruments scientifiques de renom revêt une importance particulière. En plus d'une garantie de qualité, il contribue à la bonne réputation de l'établissement qui les utilise. La construction d'un cercle méridien requiert une attention constante de la part du commanditaire qui peut influencer sur les détails techniques de l'instrument durant sa fabrication.

### 2.1. Choix de « l'artiste »

Compte tenu des délais de fabrication, Hirsch se met en relation avec des fabricants germaniques d'instruments scientifiques en parallèle de la validation politique du projet<sup>18</sup>. Pour l'achat du cercle méridien, Hirsch contacte deux firmes allemandes de renom : *Repsold & Söhne* à Hambourg et *Ertel & Sohn* à Munich. Ces deux entreprises ont fourni des instruments à des observatoires de premier plan tel que Pulkowa qui fait alors figure de référence (Struve, 1845, p. 30-31 ; Werrett, 2010).

---

<sup>16</sup> Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 17 avril 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>17</sup> Pour une histoire du siège de l'astronome et la notion de confort de l'observateur, voir (Nasim, 2021).

<sup>18</sup> Il faut attendre 1861 pour que Hirsch considère son Observatoire comme complet au niveau matériel. C'est la construction de la seconde mire\* lointaine qui marque cet aboutissement. Il faut ensuite encore plusieurs années pour que les différentes parties fonctionnent conformément à ses attentes, notamment dans le domaine de la transmission de l'heure mais la chaîne opératoire peut être considérée comme aboutie en 1861. Pour la complétude de l'Observatoire, voir (Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel à la commission de surveillance (1861-1862), AEN, 2IND-93, p. 4).

Les discussions avec Repsold ne débouchent sur rien de concluant. Ceci en raison des délais annoncés par la société hambourgeoise dans une lettre qui ne cache pas une certaine indignation suscitée par la demande d'obtenir une garantie pour le cercle méridien :

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.<sup>19</sup>

Hirsch choisit alors l'atelier bavarois *Ertel & Sohn*, auquel le Père Secchi (1818-1878)<sup>20</sup>, un astronome réputé et directeur de l'Observatoire du Collège romain, a passé commande peu avant :

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, — [sic] s'est procuré exactement les mêmes instruments des mêmes artistes. (Lettre d'Adolphe Hirsch au conseiller d'État Aimé Humbert, 1<sup>er</sup> juin 1858, AEN, 1TP-792, n° 9)

Ertel est le successeur du célèbre fabricant Reichenbach (Preyss, 1962 ; Herbst, 1996, p. 168-177). Il a réalisé plusieurs pièces maîtresses, en particulier la grande lunette méridienne de l'Observatoire de Pulkowa. Ertel garantit pouvoir fabriquer un instrument en neuf mois. Hirsch souhaite un produit qu'il puisse adapter selon ses besoins, son expérience, ses lectures et ses moyens financiers. Il suit en cela les préceptes de Friedrich Georg Wilhelm Struve (1793-1864) qui considère que la science des cercles méridiens a

---

<sup>19</sup> « Erlauben wir uns Ihnen zu bemerken, dass eine solche bisher noch von keiner Seite von uns verlangt worden ist und dass wir uns schmeicheln dürfen durch die im Laufe einer fast 30jährigen Geschäftsführung für die namhaftesten Männer der Wissenschaft ausgeführten Arbeiten einen hinlänglichen Credit erworben zu haben, um einer speciellen Garantiestellung für die mit unserem Namen versehenen Instrumenten [sic] überhoben zu sein. » : lettre de Georg Repsold à Adolphe Hirsch du 9 avril 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>20</sup> Sur le père Secchi, voir (Chinnici & Gramatowski, 2001).

stagné en raison d'un manque d'échange entre fabricants et astronomes (Struve, 1845, p. 113).

## 2.2. Brosser les caractéristiques de l'instrument

Le 27 mars 1858, Hirsch prend contact avec *Ertel & Sohn* pour obtenir un devis et des indications sur les instruments fabriqués par la firme bava-roise<sup>21</sup>. Pour effectuer son choix, Hirsch s'appuie sur un catalogue de 1853 de l'entreprise, dont il évoque les modèles quatre et cinq<sup>22</sup>. Le 31 mars 1858, Ertel soumet un dessin technique (figure 1), sans doute générique, de deux cercles méridiens regroupant une gamme de solutions techniques<sup>23</sup>.

Deux variantes sont proposées pour le système de retournement de l'instrument, permettant notamment d'alterner les pressions sur les deux côtés de l'axe de rotation afin d'en limiter l'usure et, par conséquent, l'apparition d'irrégularités. Les dispositifs de contrôle des constantes instrumentales sont dessinés avec deux options pour les collimateurs\*, servant à surveiller la bonne orientation du tube de la lunette, et un niveau à bulle suspendu pour la vérification de l'inclinaison de la lunette méridienne. Des systèmes de contre-poids et d'éclairage sont aussi représentés. Entre le mois d'avril et le 12 juin 1858<sup>24</sup>, date de la commande définitive du cercle méridien, plusieurs échanges ont lieu entre Hirsch et Ertel au sujet des caractéristiques techniques, au point que Hirsch demande un nouveau dessin technique : « il fallait en faire un autre [de dessin], comme j'avais changé considérablement la

---

<sup>21</sup> Brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à *Ertel & Sohn* du 27 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich. La lunette équatoriale est finalement fournie par la firme *Merz und Söhne*.

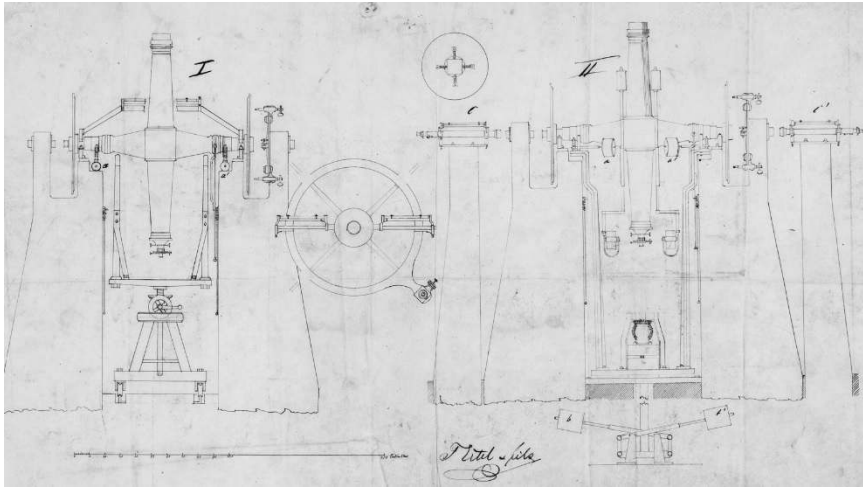
<sup>22</sup> La référence exacte de Hirsch nous est inconnue mais, dans les *Astronomische Nachrichten*, des listes de prix des produits Ertel sont régulièrement publiées. Par exemple, entre 1850 et 1851, un catalogue paraît en trois parties : « Verzeichniss der mathematischen Instrumente, welche in dem Reichenbach'schen mathematisch-mechanischen Institute T. Ertel & Sohn in München um beigesetzte Preise verfertigt werden », dans *Astronomische Nachrichten*, vol. 30, n° 25, 1850, p. 367-372 ; vol. 31, n° 5, 1851, p. 27-32 ; et vol. 31, n° 2, 1851, p. 75-78.

<sup>23</sup> Lettre de Georg Ertel à Aimé Humbert, 31 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>24</sup> Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 12 juin 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

disposition originale »<sup>25</sup>. Le 12 juin, la commande définitive est passée pour un montant de 5 300 florins<sup>26</sup>.

Figure 1 - Dessin technique de deux cercles méridiens envoyé par *Ertel & Sohn* à Hirsch, le 31 mars 1858



Source : Archives de l'État de Neuchâtel, 2IND-89

Cette nouvelle version fixe définitivement les dimensions principales de l'instrument, doté d'un cercle gradué\* de trois pieds de diamètre, divisé en dix mille huit cents graduations, d'une distance focale de septante-deux pouces et de cinquante-six lignes d'ouverture<sup>27</sup>. Ces caractéristiques dépassent celles initialement prévues par Hirsch, qui souhaite obtenir le plus grand instrument possible par rapport à ces capacités financières. Il s'appuie sur les suggestions d'Ertel quant aux proportions idéales entre l'ouverture et la

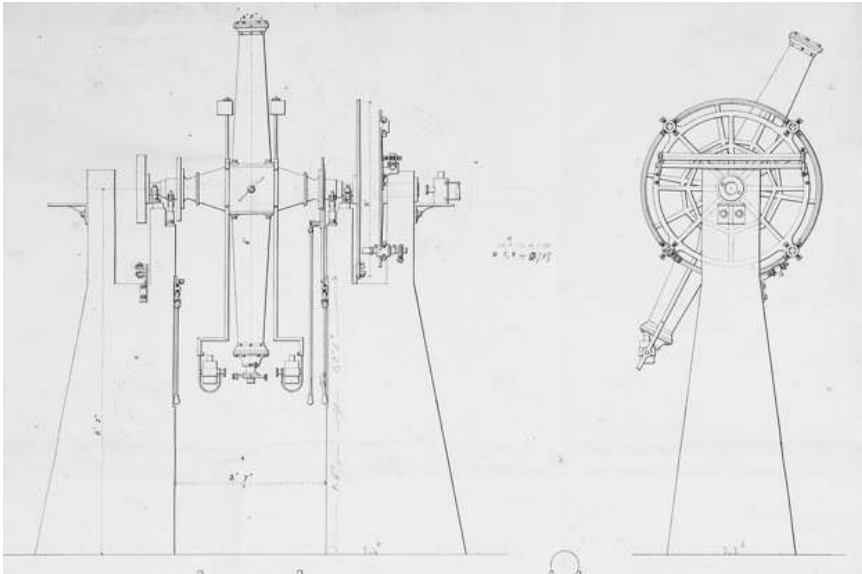
<sup>25</sup> Lettre d'Adolphe Hirsch à Aimé Humbert, 1<sup>er</sup> juin 1858, AEN, 1TP-792, n° 9.

<sup>26</sup> Lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 12 juin 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich. Dans une note au Conseil d'État, Hirsch convertit la somme estimée alors à 5 090 florins en 11 200 francs suisses : note, s.d., AEN, 2IND-83, correspondance sur la construction de l'Observatoire (Hirsch, Humbert, Rychner, etc.), 1858-1859.

<sup>27</sup> Correspond à un cercle gradué d'environ 97,5 cm, une distance focale d'approximativement 194,4 cm et une ouverture d'environ 12,6 cm.

distance focale<sup>28</sup>. Selon Hirsch, ces dimensions font du cercle méridien de l'Observatoire de Neuchâtel, un instrument dans la moyenne supérieure des cercles méridiens fabriqués à cette époque, tout en ne régatant pas avec les grands observatoires que sont Greenwich, Paris et Pulkowa<sup>29</sup>.

Figure 2 - Dessin technique intermédiaire du cercle méridien  
*Ertel & Sohn* (détail), 2 juin 1858



Source : Archives de l'État de Neuchâtel, 2IND-89

### 2.3. Le cas de l'éclairage des fils du réticule

En plus des dimensions principales, Hirsch et Ertel débattent de nombreux aspects techniques sur lesquels, dans la plupart des cas, ils s'accordent rapidement. Surviennent cependant des situations où Hirsch revient sur certains choix pour des raisons techniques ou financières. Parfois, ces discussions sont plus soutenues et ne font pas l'objet d'un consensus immédiat. C'est notamment le cas du chariot de retournement\*, du système d'éclairage du

<sup>28</sup> Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 9 mai 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>29</sup> Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel à la commission de surveillance (1860-61), AEN, 2IND-93, p. 7.

champ de lecture des microscopes du cercle gradué, ou encore de l'illumination des fils du réticule<sup>30</sup>. Une phase de négociation s'ouvre alors, qui s'appuie sur l'état de l'art technologique, sur les expériences personnelles et sur les publications spécialisées comme les *Astronomische Nachrichten*. Les échanges sur le système d'éclairage des fils du réticule, que nous allons détailler, sont un bon exemple de cette pratique. Ce cas donne à voir le développement d'un aspect technique essentiel au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle et démontre le processus d'élaboration d'un instrument scientifique. C'est aussi l'occasion de se plonger dans le rapport à l'innovation d'un astronome et d'un fabricant, puisque chaque nouvelle solution technique est discutée en vue d'améliorer la précision et la fiabilité du cercle méridien\*.

Avant d'entrer dans les détails techniques, il faut définir quelques notions à propos des deux modes d'observation que sont les fils sombres sur champ clair et celui des fils clairs sur champ sombre. La journée, les fils du micromètre apparaissent sombres sur le champ clair du ciel. La nuit, il est nécessaire d'amener artificiellement de la lumière pour éclairer le champ et rendre ainsi visibles les fils par effet de contraste. C'est le système d'éclairage par fils sombres sur champ clair. La limite de ce système provient du fait qu'éclairer le champ estompe les astres peu lumineux au point de les invisibiliser. Pour les distinguer, l'observation sur champ sombre du ciel nocturne est une nécessité. Ce sont alors les fils qui se fondent dans le noir du ciel. L'enjeu est de rendre perceptible le réticule, soit par un éclairage rasant des fils, soit par une projection d'un réticule lumineux à la focale de l'oculaire. C'est ce qu'on appelle l'observation par fils clairs sur champ sombre (Boquet, 1909, p. 64-67). Pour saisir l'évolution des discussions autour des systèmes d'éclairage du réticule, revenons au premier plan envoyé par Ertel dans lequel il propose, sur l'un des dessins, un système d'éclairage des fils accompagné de la description suivante : « il y a [...] 2 lampes qui servent à éclairer les filaments de l'oculaire [réticule] dans le champ sombre, ces lampes sont disposées de telle manière qu'elles maintiennent une position verticale à n'importe quelle inclinaison du télescope ». <sup>31</sup>

<sup>30</sup> Dispositif qui augmente la précision de la visée en divisant le champ de vision par des fils.

<sup>31</sup> « An diesen Instrument sind auch 2 Lampen angebracht, welche dazu dienen die sämtlichen Fäden des Okulares im dunklen Felde zu erleuchten, diese Lampen sind so eingerichtet, dass sie bey jeder beliebigen Neigung des Fernrohres eine verticale

Dans une lettre du 26 avril 1858, il précise cette solution en indiquant que la lumière des lampes passe au travers d'une ouverture au niveau du diaphragme pouvant être fermée par une bague rotative<sup>32</sup>. Ertel recommande un dispositif d'éclairage des fils avec deux sources lumineuses extérieures au tube optique et situées proches de l'oculaire. Cette configuration ne convainc toutefois pas Hirsch :

Cependant, je crains que la grande proximité des deux lampes n'ait une influence néfaste sur le diaphragme et notamment sur les fils eux-mêmes, que la lumière émanant d'une telle proximité immédiate réchauffe assurément et dilate de diverses manières, tout en les asséchant. Je pense aussi que les deux lampes, bien qu'enfermées, devraient incommoder l'observateur à une telle proximité de l'oculaire.<sup>33</sup>

Ertel tente alors de rassurer l'astronome en soutenant que l'avantage d'éclairer les fils l'emporte sur les inconvénients existants et que la chaleur rayonnante des lampes est insignifiante<sup>34</sup>. Hirsch ne se contente pas d'émettre des doutes mais évoque également des alternatives techniques. Tout d'abord, le système de Christoph Starke (1794-1865)<sup>35</sup>, décrit dans un rapport de Littrow (1856), puis le dispositif à prismes des « Anglais » publié par George Biddell Airy (1801-1892) (1852, p. 12) et enfin un troisième dispositif

---

Lage behalten » : lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 31 mars 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>32</sup> Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 26 avril 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>33</sup> « Indessen befürchte ich von der allzu grossen Nähe der beiden Lampen schädliche Einflüsse auf das Diaphragma und namentlich auf die Fäden selbst, welche das aus so unmittelbarer Nähe einfallende Licht sicher erwärmt und verschieden ausdehnt, zugleich auch austrocknet. Auch meine ich müssten die beiden Lampen, obwohl eingeschlossen, doch in solcher Nähe am Ocular den Beobachter inkommodieren. » : lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 7 mai 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>34</sup> Lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 9 mai 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>35</sup> Christoph Starke et son fils Gustav Starke (1832-1917) possèdent un atelier d'instruments mécaniques à Vienne dont ils ont équipé en partie l'Observatoire (Hamel, Müller & Posch, 2010).

d'Ignazio Porro (1801-1875) (1858). Ce dernier n'est pas commenté par Ertel et n'apparaît plus dans la suite de la correspondance. Quant aux deux autres que nous détaillerons ci-dessous, ils ont la préférence de Hirsch par rapport à celui d'Ertel et sont discutés à plusieurs reprises.

#### 2.4. « Etwa nach der Construction von Starke in Wien? »<sup>36</sup>

La solution appliquée sur le cercle méridien de Starke pour l'Observatoire de Vienne se base sur le principe de projection d'un réticule lumineux. La lumière émise par une lampe est dirigée, puis filtrée pour former un réticule au plan focal de l'oculaire.

Ce dispositif s'ajoute au réticule constitué de fils entrecroisés. Il est évoqué en premier lieu par Carl August Steinheil (1801-1870), astronome allemand et développeur de plusieurs innovations en optique (1827), avant d'être amélioré quinze ans plus tard par le professeur de mathématiques de l'Institut polytechnique de Vienne Simon Stampfer (1792-1864) (1841). Ce système attire l'attention d'Augustin Reslhuber (1808-1875) (1853), directeur de l'Observatoire de Kremsmünster, puis de Littrow à Vienne et enfin de Johann von Lamont (1805-1879) (1840, p. 186-187) à Munich qui élabore des variantes de ce système d'éclairage des fils clairs sur champs sombre. Bien que basée sur le même principe, la forme du réticule diffère entre ces dispositifs avec notamment des lignes croisées pour Stampfer, des points pour Reslhuber et des traits interrompus sans croisement pour Littrow. Selon Ambronn (1899, volume 2, p. 549-551), il faut attendre 1880 et le système de « Ghost Micrometer » de Sir Howard Grubb (1844-1931) et Charles Burton (1846-1882) pour voir une forme de réticule se répandre largement, particulièrement en Angleterre. Durant les discussions, Hirsch s'intéresse essentiellement au système de Starke (figure 3), dont il a certainement eu connaissance lors de son passage à l'Observatoire de Vienne (Hirsch, 1856) :

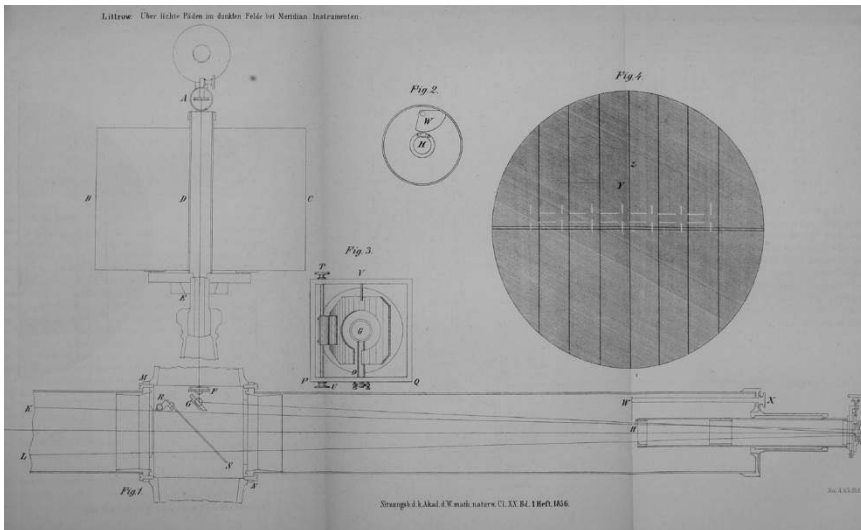
La lumière servant habituellement à l'éclairage du champ clair et passant par l'axe de rotation du cercle méridien, traverse en partie une lentille dépolie recouverte d'une couche de vernis de copal et de noir de fumée. Des lignes complètement transparentes sont tracées dans cette couche occultante. La

---

<sup>36</sup> « En suivant le modèle de construction de Starke à Vienne ? » : lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, (17 avril 1858), AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

lumière qui les traverse est ensuite dirigée par des prismes et des réflecteurs jusqu'à former une image nette et lumineuse d'un réticule au plan focal. Tout ce système étant indépendant du réflecteur annulaire utilisé pour l'éclairage du champ, il est possible de faire varier indépendamment l'intensité de l'éclairage que ce soit pour l'observation en champ clair ou en champ foncé. (Littrow, 1856, p. 256-258)

Figure 3 - Dessin technique du système de fils lumineux sur champ sombre de Starke



Source : (Littrow, 1856, p. 260bis) ; © Biodiversity Heritage Library, <https://www.biodiversitylibrary.org/page/34992119>

Ertel se renseigne sur ce dispositif et répond au directeur de l'Observatoire de Neuchâtel :

Nous avons l'honneur de vous informer que nous connaissons le traité en question concernant les fils clairs sur le champ sombre, que nous avons vu exécuter auparavant à l'observatoire local [de Munich] par le Dr Lamont, mais qui n'était pas encore parfaitement approprié. Beaucoup dépend de la précision de la plaque de verre divisée, et ces lignes manquent toujours de précision et de netteté. Les fils éclairés par notre installation sont parfaitement

nets, nous pouvons d'ailleurs également exécuter la méthode selon Starke, selon ce que vous déterminerez.<sup>37</sup>

Malgré ses réserves, Ertel propose de tester les deux méthodes sur le cercle méridien en construction afin de les comparer. Confiant, il ajoute : « nous pensons que notre éclairage sera meilleur avec les fils réfléchis. »<sup>38</sup>

2.5. « Kennen Sie die englische Vorrichtung mit Anwendung von Prismen? »<sup>39</sup>

Bien que Hirsch mentionne « die englische Vorrichtung » pour la première fois le 9 mai 1858, il n'en parle plus jusqu'au 2 février 1859, date à laquelle il envoie à Ertel une transcription précise de la description du cercle méridien de l'Observatoire de Greenwich par Airy (1852). Comme pour la solution d'Ertel, son principe est d'éclairer les fils du réticule mais, au lieu d'avoir une source lumineuse proche de l'oculaire, la lumière est récupérée depuis l'extérieur de l'instrument dans le prolongement de son axe de rotation. En position d'éclairage du champ, la lumière, se diffusant à l'intérieur des tourillons creux, est renvoyée par le réflecteur annulaire avant d'atteindre l'œil de l'observateur. Lorsque le réflecteur est placé perpendiculairement à l'axe optique, la lumière n'est plus réfléchi et le champ devient sombre. Dans cette situation, un prisme, fixé sur le réflecteur, peut alors capter la lumière

---

<sup>37</sup> « Haben wir die Ehre Sie zu benachrichtigen, dass wir nun die fragliche Abhandlung der hellen Fäden im dunklem [sic] Felde kennen lernten, die wir indes schon früher aus der hiesigen Sternwarte bey Herrn Dr. Lamont ausgeführt sehen, aber doch nicht vollkommen entsprochen hatte. Auch hängt viel von der Genauigkeit der getheilten Glasplatte ab und fehlt es diesen Linien immerhin an Bestimmtheit und Schärfe. Die nach unserer Einrichtung erleuchteten Fäden sind vollkommen scharf, übrigens können wir auch die Methode nach Starke machen, je nachdem Sie bestimmen werden. » : lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 30 avril 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>38</sup> « Wir glauben dass unsere Beleuchtung für reflektierte Fäden besser sein wird. » : lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 19 mai 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>39</sup> « Connaissez-vous le dispositif anglais avec l'utilisation de prismes ? » : lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 17 avril 1858, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

et l'orienter en direction de l'oculaire. Des prismes situés à l'intérieur de l'oculaire, de part et d'autre du réticule, orientent ces rayons de sorte à éclairer les fils par le côté<sup>40</sup>. Si Hirsch s'intéresse à cette méthode, c'est surtout parce qu'elle permet de s'affranchir de la source lumineuse proche de l'oculaire qui risque d'aveugler l'observateur et de déformer l'instrument. Après avoir reçu le dessin de la solution anglaise, Ertel conclut qu'« elle ne peut pas être réalisée sur notre instrument car le tube oculaire est beaucoup trop étroit et donc les prismes derrière le diaphragme ne peuvent pas être fixés [...] dans ces circonstances nous continuons à travailler sur notre système d'éclairage »<sup>41</sup>. Hirsch est mitigé par rapport à ces considérations et insiste : « si cela était possible, je le préférerais à tous les autres [le système anglais], mais autrement, je vous rappellerais la promesse d'essayer également le dispositif Starke »<sup>42</sup>.

Après ce dernier échange, la question du système d'éclairage des fils n'est plus abordée. Cependant, à la fin juillet 1859, Ertel invite Hirsch à Munich « puisque tout est maintenant suffisamment avancé pour nécessiter votre présence »<sup>43</sup>. Cette présentation semble avoir rassuré Hirsch sur le système d'Ertel, car c'est bien celui-ci qui est finalement installé sur le cercle méridien de Neuchâtel<sup>44</sup>.

---

<sup>40</sup> Pour une description détaillée et une illustration du système d'éclairage des fils du cercle méridien de Airy, voir p. 12-13 et figure 1 et 6 de la planche XIV (Airy, 1852).

<sup>41</sup> « ist selbe an unserm Instrument aus dem Grunde nicht ausführbar weil des Okularrohr viel zu eng ist und sich deshalb die Prismen hinter dem Diaphragma nicht anbringen lassen — auch das Rohr selbst ist hinderlich — unter diesen Umständen lassen wir an unseren Beleuchtung fortarbeiten. » : lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 10 mars 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>42</sup> « Wenn es irgend möglich wäre, zöge ich Sie doch allen andern vor, in anderen Fall aber erinnere ich an das Versprechen auch die Starkesche Vorrichtung zu versuchen. » : lettre d'Adolphe Hirsch à *Ertel & Sohn*, 13 mars 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>43</sup> « dass nun Alles so weit gediehen ist das Ihre Gegenwart benöthiget ist. » : lettre de Georg Ertel à Adolphe Hirsch, 21 Juillet 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich.

<sup>44</sup> La seule confirmation écrite de ce choix dont nous disposons se trouve dans un rapport du directeur quelques années plus tard (Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel à la commission de surveillance (1864-65), AEN, 2IND-93, p. 3-4).

### 3. Économie et infrastructure technologique

Parallèlement aux discussions nourries entre l'astronome et le fabricant, plusieurs facteurs externes influencent le devenir de l'instrument. Tout d'abord, l'accès au gaz d'éclairage, prévu sur la colline du Mail à partir de 1860, modifie les possibilités d'éclairage, tandis que l'utilisation d'une nouvelle technologie électrotechnique pour la détermination de l'heure change à la fois l'instrument méridien ainsi que la méthode d'observation. Enfin, des contraintes financières viennent aussi limiter les possibilités de Hirsch.

#### 3.1. Adaptation à la pratique, la solution hybride de Hirsch

Une fois livré, le cercle méridien est rapidement adapté. Après les premières années d'usage du cercle méridien (figure 4), Hirsch fait modifier le système d'éclairage des fils car, conformément à ses craintes, les lampes « 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... »<sup>45</sup>.

En 1860, l'arrivée du gaz à l'Observatoire donne la possibilité à Hirsch d'envisager une nouvelle option<sup>46</sup>. Il conçoit alors une solution consistant à employer la lumière émise par des lampes à gaz, placées contre les murs latéraux de la salle méridienne. Cette configuration permet l'éclairage des zones de lecture des micromètres des cercles gradués : « 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 »<sup>47</sup>. Après ce changement, Hirsch se montre satisfait de son cercle méridien : « l'utilité de notre bel instrument méridien se trouve ainsi notablement augmentée »<sup>48</sup>. Finalement, c'est l'astronome qui accouche d'un dispositif hybride en se servant des éléments installés par Ertel sur l'oculaire mais

---

<sup>45</sup> Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel à la commission de surveillance (1864-65), AEN, 2IND-93, p. 3.

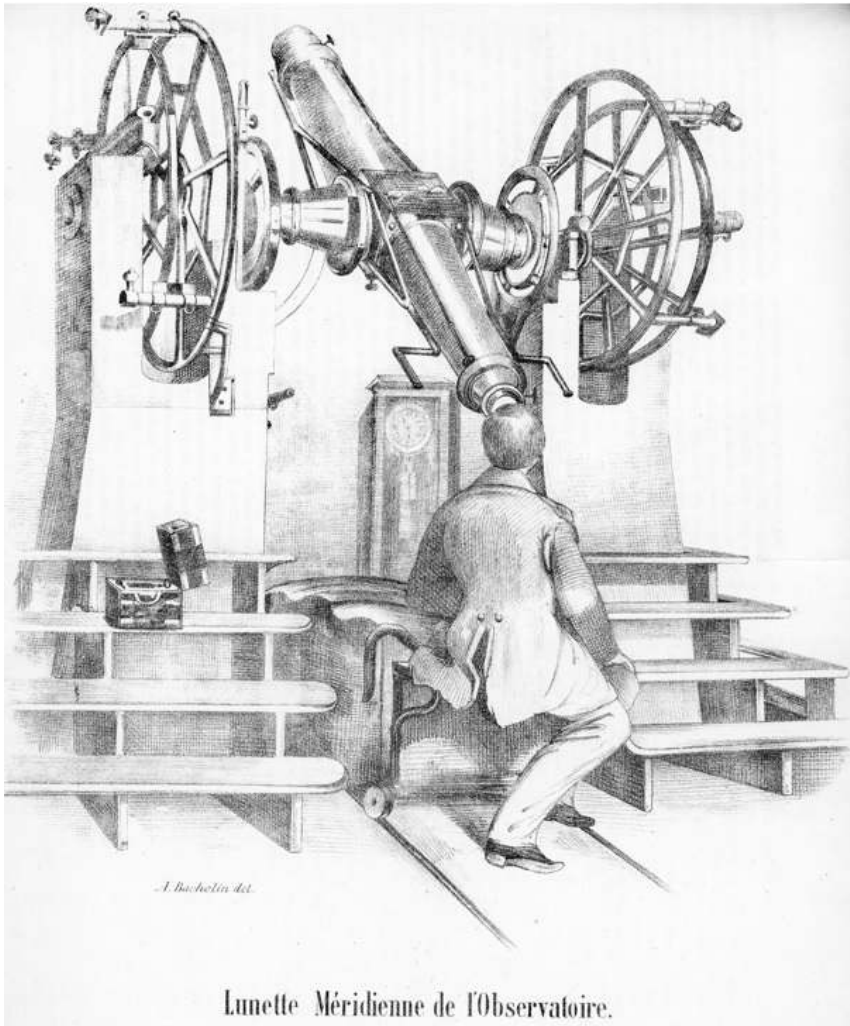
<sup>46</sup> Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel à la commission de surveillance (1860-61), AEN, 2IND-93, p. 5.

<sup>47</sup> Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel à la commission de surveillance (1864-65), AEN, 2IND-93, p. 3.

<sup>48</sup> *Ibid.*, p. 4.

en allant chercher une source de lumière éloignée pour éviter l'échauffement de l'instrument et l'éblouissement de l'observateur. Cette adaptation fournit à Hirsch l'occasion de mieux répondre à ses besoins spécifiques en faisant des contraintes spatiales de l'Observatoire un atout.

Figure 4 - Illustration du cercle méridien *Ertel & Sohn* en usage par Auguste Bachelin



Almanach de la République et Canton de Neuchâtel, conservé à la Bibliothèque de la Ville de La Chaux-de-Fonds. Source : (Hirsch, 1861, p. 38)

### 3.2. Insertion dans une chaîne opératoire

Nous avons jusque-là abordé le cercle méridien *Ertel & Sohn* comme un instrument autonome. Si cette démarche se justifie pour reconstituer la matérialité de l'instrument scientifique, il est également nécessaire de le considérer dans un assemblage opérant en réseau que nous nommons chaîne opératoire (Gressot & Jeanneret, 2022, p. 41-43).

Au cours de la commande, Hirsch décide de se doter d'un chronographe imprimant\* de Matthäus Hipp (1813-1893)<sup>49</sup>. Cet instrument modifie la méthode d'usage du cercle méridien. En effet, le chronographe imprimant donne la possibilité de retranscrire sur une bande de papier l'instant du passage apparent de l'astre derrière chaque fil du micromètre. Cette donnée est ensuite comparée à une référence temporelle, fournie par la pendule sidérale\* fabriquée par Joseph-Thaddeus Winnerl (1799-1886) (Duret, 1982). Ainsi, la méthode de détermination de l'heure s'en trouve changée avec le passage de la méthode de l'œil et de l'oreille à la méthode chronographique (Slotten, 1993 ; Brooks & Brooks, 1979). En employant un chronographe imprimant, Hirsch utilise une technique qui s'intègre particulièrement bien au contexte organisationnel de l'Observatoire de Neuchâtel en permettant à un seul observateur d'opérer. Pour ce faire, le cercle méridien doit être adapté en cours de commande. En premier lieu, le réticule voit son nombre de fils passer de cinq à vingt-et-un<sup>50</sup>. Un bouton presseur est ajouté au cercle méridien afin que l'astronome puisse libérer une impulsion électrique à chaque bissection de l'astre par un fil. Ce système améliore la précision de la donnée

---

<sup>49</sup> Hirsch ne prévoit pas dès l'origine un chronographe. Le moment précis de ce choix nous demeure inconnu mais Hirsch et Hipp collaborent étroitement afin que l'Observatoire puisse utiliser le réseau de télégraphie pour envoyer le signal de l'heure et ont donc des contacts fréquents. La commande définitive du chronographe imprimant date du 3 octobre 1858 : lettre d'Adolphe Hirsch au conseiller d'État George Guillaume, 3 octobre 1858, AEN, 2IND-83. Pour l'histoire de l'utilisation du chronographe imprimant en astronomie, voir (Schaffer, 1988 ; Lamy & Soulu, 2015) et pour une biographie de Hipp (Mestral, 1960).

<sup>50</sup> Brouillon de lettre d'Adolphe Hirsch à Georg Ertel, 4 mars 1859, AEN, 2IND-6, correspondance avec la Maison *Ertel & Sohn*, Munich. Sur l'évolution des micromètres, voir (Brooks, 1991).

horaire grâce à l'usage d'un traitement statistique approprié<sup>51</sup>. En effet, si la précision par fil demeure comparable (0,09s pour la méthode chronographique et 0,1s pour la méthode de l'œil et de l'oreille), c'est l'augmentation du nombre de données qui améliore quantitativement l'exactitude<sup>52</sup>. En contrepartie, un surcroît de travail avec l'augmentation des calculs de relevé et de réduction accompagne ce changement<sup>53</sup>. La pendule sidérale est également modifiée par sa mise en réseau avec le chronographe imprimant. Le changement de méthode implique une transformation de la procédure de la détermination de l'heure. En effet, avec la méthode de l'œil et de l'oreille, l'astronome est chargé d'estimer l'instant de passage de l'astre par rapport au son de la pendule, d'où le nom de la méthode. Désormais, la pendule est dotée d'un interrupteur des secondes envoyant des impulsions électriques sur la bande du chronographe, parallèlement aux enregistrements des bissections de l'astre au cercle méridien<sup>54</sup>. Cet ajout n'est pas sans causer de soucis à Winnerl qui prend un retard important pour terminer la pendule « à cause de l'appareil interrupteur, dont l'application ne doit pas altérer la marche »<sup>55</sup>. La méthode chronographique permet de séparer les deux instruments, qui n'ont plus besoin d'être côte à côte, mais simplement reliés au chronographe par un câble. Ce changement de pratique transfigure la configuration spatiale et sociale de l'Observatoire (figure 4).

### 3.3. Contraintes financières

L'utilisation de la technologie électrotechnique induit la nécessité d'adapter la chaîne opératoire qui se complexifie, passant désormais par des circuits de câbles reliant les différentes pièces de l'Observatoire et le réseau télégraphique. Ce phénomène a un impact financier et organisationnel. Le

---

<sup>51</sup> Pour l'appréciation de Hirsch sur la précision des deux méthodes, voir (Plantamour & Hirsch, 1864, p. 54) et pour une analyse historique (Brooks & Brooks, 1979).

<sup>52</sup> Pour cette transformation quantitative de la précision, voir (Adler, 2005 ; Wise, 2005).

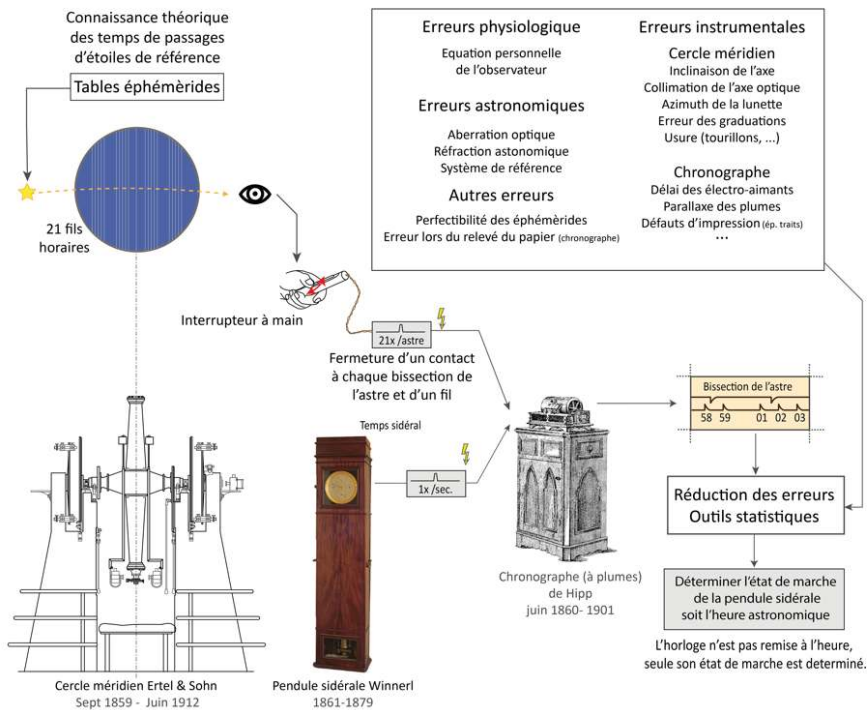
<sup>53</sup> Sur l'importance croissante des mathématiques dans les observatoires, voir par exemple (Aubin, 2009).

<sup>54</sup> Pour les modifications de la pendule sidérale Winnerl avec l'ajout du chronographe imprimant, voir (Gressot & Jeanneret, 2022).

<sup>55</sup> Lettre d'Adolphe Hirsch à George Guillaume, 18 janvier 1859, AEN, 2IND-83.

devis initial mentionne un investissement de 60 000 francs suisses alors que le coût final de l'Observatoire dépasse 128 000 francs. L'augmentation est également imputable à d'autres facteurs comme les surcoûts liés à la construction du bâtiment : « un établissement de ce genre est tellement différent des constructions ordinaires qu'il a été absolument impossible de tout prévoir »<sup>56</sup>.

Figure 5 - Chaîne opératoire de la détermination de l'heure à l'Observatoire de Neuchâtel en 1861



Travail personnel réalisé 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.*  
Source : (Gressot & Jeanneret, 2022)

<sup>56</sup> Procès-verbal de la séance du 24 juin 1861 (1861), *Bulletin officiel des délibérations du Grand Conseil de la République et Canton de Neuchâtel*, AEN, 3GC-1.22, p. 135-342, 254-255.

Dès le mois d'août 1858, les frais supplémentaires sont constatés par le Conseil d'État qui reconnaît toutefois les spécificités liées à la construction de l'Observatoire<sup>57</sup>. Hirsch est alors mis sous pression, mais il n'est plus véritablement possible de modifier le cercle méridien dont les contours sont déjà dessinés. Cependant, les dépenses deviennent plus difficiles à justifier et Hirsch cherche à raboter le prix de son instrument méridien. Ainsi, il souhaite revenir sur certaines options, à commencer par la présence de deux cercles gradués. Hirsch estime désormais que l'on peut se passer de cette option en remplaçant l'un des cercles par un système de contrepoids. Il s'enquiert de l'économie réalisable en cas d'abandon du second cercle. Ertel indique alors que le second cercle est en construction et qu'il n'est dès lors plus possible de modifier cet élément. C'est donc en raison de l'état d'avancement de la fabrication que le cercle méridien *Ertel & Sohn* dispose de deux cercles<sup>58</sup>. Contrairement à ceux de Pulkowa ou de Greenwich, l'instrument de Neuchâtel doit faire face à certaines contraintes financières limitant sa taille, bien qu'il dispose d'un certain nombre d'innovations qui lui permettront de fonctionner à satisfaction durant plus de cinquante ans<sup>59</sup>. Malgré cette pression financière, Hirsch parvient à faire passer le prix de l'instrument au moment de la commande d'environ 11 500 francs suisses à une valeur estimée dans l'inventaire à 14 327 démontrant que l'instrument a bénéficié de plusieurs améliorations techniques au cours de la commande<sup>60</sup>.

#### 4. Conclusion

Cet article a été l'occasion d'investiguer le processus de fabrication d'un cercle méridien à partir de la correspondance entre un astronome, Adolphe Hirsch, et un fabricant d'instruments scientifiques *Ertel & Sohn*. Cet examen permet de constater les différentes étapes requises pour obtenir un

---

<sup>57</sup> Manuel du Conseil d'État (1858), AEN, CP 33/233, p. 723-725.

<sup>58</sup> Rejoignant ainsi le processus qualifié de microdécisions par Dominique Pestre (1995) dans l'élaboration des instruments de physique au XX<sup>e</sup> siècle.

<sup>59</sup> Le cercle méridien Ertel & Sohn est remplacé en 1912 par un cercle méridien de la Société genevoise d'instruments de physique (SIP). Sur l'évolution des dispositifs de la détermination de l'heure à l'Observatoire, voir (Gressot, 2023).

<sup>60</sup> En septembre 1860, le cercle méridien est évalué pour une valeur de 14 327 francs, voir Inventaire du mobilier de l'Observatoire cantonal, 1<sup>er</sup> septembre 1860, AEN, 1TP-792, n° 77.

instrument scientifique répondant à des critères de précision scientifiques au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. Des options techniques sont testées et considérées comme plus efficaces par certains, sans faire forcément l'unanimité. Les échanges entre Hirsch et *Ertel & Sohn* témoignent notamment de ce tâtonnement comme nous l'avons vu avec les discussions entourant le choix du système d'éclairage des fils. Chaque constructeur d'instruments scientifiques procède avec son propre système, sans qu'aucun ne semble s'imposer largement. Pour parvenir à un consensus, un dialogue s'instaure alors entre le scientifique et le fabricant, afin de trouver la meilleure configuration par rapport aux contextes d'usage. Si la relation vendeur-client est bien présente dans les échanges, d'un point de vue épistémologique, les acteurs se trouvent sur un pied d'égalité — le refus de Repsold démontrant que le fabricant a clairement son mot à dire — et partagent leurs connaissances théoriques et pratiques. C'est bien cette collaboration active qui permet l'obtention d'un cercle méridien de premier plan. Plusieurs aspects viennent aussi influencer sur la forme finale de l'instrument, comme les sources d'énergie disponibles, l'ajout d'instruments ou d'accessoires à l'assemblage spécifique que constitue la chaîne opératoire, ainsi que l'espace à disposition, qui contraignent certaines options ou ouvrent de nouvelles perspectives.

L'étude de ce cas particulier documente l'élaboration technique d'un cercle méridien au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. Le processus de fabrication de l'instrument consiste en une chaîne de microdécisions aboutissant finalement à une solution particulièrement adaptée au contexte neuchâtelois et donnant satisfaction jusqu'au début du XX<sup>e</sup> siècle. Cet exemple apporte une illustration du fait que les instruments scientifiques du XIX<sup>e</sup> siècle soient des objets techniques en constante évolution. Les critères de sélection évoluent et s'adaptent aux conditions spatiales, financières, sociales, scientifiques et techniques pour arriver finalement à un instrument qui ne cesse d'évoluer selon les besoins et contextes.

### *Remerciements*

Nous tenons à remercier Gianenrico Bernasconi et les relecteurs anonymes qui ont largement contribué à l'amélioration de notre article et à Anton Näf qui nous a fourni une aide précieuse pour les traductions des textes en allemand. Nous exprimons également notre gratitude au Fonds national suisse (FNS) et à l'université de Neuchâtel d'avoir soutenu le projet *L'Observatoire*

*cantonal de Neuchâtel (1858-1948) : cultures de la précision, économie de la qualité et « marchandisation » du temps* dirigé par le professeur d'histoire des sciences et des techniques Gianenrico Bernasconi.

### Références

- ADLER Ken (2005), *Mesurer le monde. L'incroyable histoire de l'invention du mètre*, Paris, Flammarion.
- AIRY George Biddell (1852), « Description of the Transit Circle of the Royal Observatory Greenwich », dans *Greenwich Observations*, Appendix 1.
- AKRICH Madeleine, CALLON Michel & LATOUR Bruno (éds.) (2006), *Sociologie de la traduction : textes fondateurs*, Paris, Mines ParisTech.
- AMBRONN Leopold (1899), *Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde*, 2 volumes, Berlin, Julius Springer.
- AUBIN David (2009), « Observatory Mathematics in the Nineteenth Century », dans Eleanor ROBSON & Jacqueline STEDALL (éds.), *The Oxford Handbook of the History of Mathematics*, Oxford, Oxford University Press, p. 273-298.
- BABEY Virginie & PIGUET Claire (2008), « La recherche de l'exactitude », dans Jacques BUJARD & Laurent TISSOT (éds.), *Le pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-St-Martin, Éditions de La Chatière, p. 224-243.
- BARRELET Jean-Marc (1991), « L'horlogerie neuchâteloise dans le canton de Neuchâtel », dans Catherine CARDINAL et al. (éds.), *L'homme et le temps en Suisse 1291-1991*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'homme et le temps, p. 147-154.
- BARRELET Jean-Marc (2011), *Histoire du Canton de Neuchâtel. La création d'une République. De la Révolution de 1848 à nos jours*, Tome 3, Neuchâtel, Alphil.
- BERNASCONI Gianenrico (2019), « La précision de l'heure dans les centres horlogers des Montagnes neuchâteloises dans la deuxième moitié du XVIII<sup>e</sup> et au XIX<sup>e</sup> siècle », dans Sandro GUZZI-HEEB & Pierre DUBUIS (éds.), *Organisation et mesure du temps dans les campagnes européennes de l'époque moderne au XX<sup>e</sup> siècle*, Sion, Vallesia, p. 37-48.
- BONJOUR Edgar (1960), *Die Universität Basel von den Anfängen bis zur Gegenwart, 1460-1960*, Bâle, Helbling & Lichtenhahn.

- BOQUET Félix (1909), *Les observations méridiennes : théorie et pratique*, Paris, Octave Doin et fils.
- BROOKS Randall C. (1991), « Development of Micrometers in the Seventeenth, Eighteenth and Nineteenth Centuries », *Journal of History of Astronomy*, vol. 22, n° 2, p. 127-173.
- BROOKS G. P. & BROOKS Randall C. (1979), « The Improbable Progenitor », *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, vol. 73, p. 1-23.
- BUJARD Jacques & TISSOT Laurent (dir.) (2008), *Le pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-St-Martin, Éditions de La Chatière.
- BURGAT-GRELLET Mika & SCHAEER Jean-Paul (2001), « Adolphe Hirsch (1830-1901), directeur de l'Observatoire de Neuchâtel de 1858 à 1901 », *Bulletin de la société des sciences naturelles de Neuchâtel* (BSSNN), vol. 124, p. 23-39.
- CANALES Jimena (2001), « Exit the Frog, Enter the Human: Eexperimental Psychology in Nineteenth-Century Astronomy », *The British Journal for the History of Science*, vol. 34, p. 173-197.
- CHINNICI Ileana & GRAMATOWSKI Wiktor (2001), « Le carte di Angelo Secchi S. J. (1818-1878) conservato presso la Pontificia Università Gregoriana: un inventario inedito rivisitato », *Nunciatus*, vol. 16, p. 571-627.
- COP Raoul (2003), *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.
- DESOR Édouard, VOUGA Charles-Auguste & FAVRE Louis (1858), « 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, dans *Rapport du Département de l'Instruction publique au Conseil d'État sur la création d'un observatoire cantonal présenté à la séance du 27 février 1858*, p. 8-10.
- DONZÉ Pierre-Yves (2009), *Histoire de l'industrie horlogère suisse : de Jacques David à Nicolas Hayek (1850-2000)*, Neuchâtel, Alphil.
- DURET Philippe (1982), « Joseph Thadeus Winnerl. Chronométrier (1799-1886) », *Bulletin de l'Association nationale des collectionneurs et amateurs d'horlogerie ancienne*, vol. 35, Paris, p. 33-51.
- FISCHER Gaston (2001), « Adolphe Hirsch (1830-1901). L'astronomie et les

- sciences de la terre », *Bulletin de la société des sciences naturelles de Neuchâtel* (BSSNN), vol. 124, p. 41-47.
- GAUTIER Raoul & TIERCY Georges (1930), *L'Observatoire de Genève : 1772-1830-1930*, Genève, A. Kundig.
- GIRARDIER Sandrine (2020), *L'entreprise Jaquet-Droz. Entre merveilles de spectacle, mécaniques luxueuses et machines utiles (1758-1811)*, Neuchâtel, Alphil.
- GRESSOT Julien (2023), « Automating Time Determination. The Photographic Zenith Tube (PZT) of the Neuchatel Observatory », *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, vol. 156, p. 16-23.
- GRESSOT Julien & JEANNERET Romain (2022), « Determining the Right Time, or the Establishment of a Culture of Astronomical Precision at Neuchâtel Observatory in the Mid-19th Century », *Journal for the History of Astronomy*, vol. 53, n° 1, p. 27-48.
- GOLAY Marcel (1987), « L'astronomie », dans Jacques TREMBLEY (éd.), *Les savants genevois dans l'Europe intellectuelle du XVII<sup>e</sup> au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle*, Genève, Journal de Genève, p. 55-88.
- GORGÉ Viktor (1984), « Die Entwicklung der exakten Wissenschaften an der Berner Hochschule. Ein Beispiel des Professionalisierungsprozesses », dans Ulrich im HOF (éd.), *Hochschulgeschichte Berns 1528-1984: Zur 150-Jahr-Feier der Universität Bern 1984*, Berne, Université de Berne, p. 320-351.
- GOSDEN Chris & MARSHALL Yvonne (1999), « The Cultural Biography of Objects », *World Archaeology*, vol. 31, n° 2, p. 169-178.
- HAMEL Jürgen, MÜLLER Isolde & POSCH Thomas (éds.) (2010), *Die Geschichte der Universitätsstrernwarte Wien. Dargestellt anhand ihrer historischen Instrumente und eines Typoskripts von Johann Steinmayr*, Francfort-sur-le-Main, Harri Deutsch.
- HERBST Klaus-Dieter (1996), *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.
- HIRSCH Adolphe (1856), « Vorausberechnung der totalen Sonnen-Finsterniss am 18. Juli 1860: mit 3 Karten », *Sitzung Bericht der kaiserlichen Akademie der Wissenschaft*, vol. 19, p. 195-225.

- HIRSCH Adolphe (1858), *Rapport de M. le Dr. Hirsch sur le projet de fonder un observatoire cantonal à Neuchâtel du 31 mars 1858*, Bibliothèque de la Ville de La Chaux-de-Fonds (BVCF), CFV Ndoc588.
- HIRSCH Adolphe (1859), « Sur l'établissement de l'observatoire à Neuchâtel, son orientation et les premiers travaux d'installation », *Bulletin de la société des sciences naturelles de Neuchâtel* (BSSNN), vol. 5, 1858-1859, p. 60-65.
- HIRSCH Adolphe (1861), « L'Observatoire cantonal de Neuchâtel », *L'Almanach de la République et Canton de Neuchâtel*, vol. 38, p. 36-41.
- HUMAIR Cédric (2007), « L'État fédéral comme prestataire des services à l'industrie. Faire face à la compétition économique internationale (1848-1914) », dans Hans-Jörg GILOMEN, Margrit MÜLLER & Laurent TISSOT (éds.), *Dienstleistungen. Expansion und Transformation des « dritten Sektors » (15.-20. Jahrhundert) / Les Services. Essor et transformation du « secteur tertiaire » (15<sup>e</sup>-20<sup>e</sup> siècles)*, Zurich, Chronos, p. 47-61.
- JACKSON Myles (2000), *Spectrum of Belief: Joseph von Fraunhofer and the Craft of Precision Optics*, Cambridge (MA), MIT Press.
- KOPYTOFF Igor (1986), « The Cultural Biography of Things: Commoditization as Process », dans Arjun APPADURAI, *The Social Life of Things: Commodities in Cultural Perspective*, Cambridge (UK), Cambridge University Press, p. 64-91.
- LAMONT Johann (1840), « Jahresbericht 1838 », *Jahrbuch der Königlichen Sternwarte bei München*, Munich, E.A. Fleischmann'schen Buchhandlung, p. 185-209.
- LAMY Jérôme & Soulu Frédéric (2015), « L'émergence contrariée du chronographe imprimant dans les observatoires français (fin 19<sup>e</sup>-début 20<sup>e</sup>) », *Annals of Science*, vol. 72, n° 1, p. 75-98.
- LANDES David (1983), *Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World*, Cambridge (MA)/Londres, Belknap Press. Traduction française par Pierre-Emmanuel DAUZAT & Louis ÉVRARD, *L'heure qu'il est*, Paris, Les Belles Lettres, 2017.
- LITTRON Karl (1856), « Über lichte Fäden im dunklen Felde bei Meridian-Instrumenten », *Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, vol. 20, p. 253-260.
- MESTRAL Aymon de (1960), *Mathias Hipp 1813-1893, Jean-Jacques Kohler 1860-1930, Eugène Faillettaz 1873-1943, Jean Landry 1875-1940*, Zurich, Institut d'études économiques, p. 9-34.

- NASIM Omar W. (2021), *The Astronomer's Chair. A Visual and Cultural History*, Cambridge (MA) MIT Press.
- PERRET Thomas (2008), « La recherche de l'excellence », dans Jacques BUJARD & Laurent TISSOT (éds.), *Le pays de Neuchâtel et son patrimoine horloger*, Chézard-St-Martin, Éditions de La Chatière, p. 201-211.
- PESTRE Dominique (1995), « Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, vol. 50, n° 3, p. 487-522.
- PETITPIERRE Jacques (1958), *Neuchâtel et la Confédération suisse devant l'Europe. L'insurrection royaliste et le Traité de Paris. À propos du centenaire d'une capitulation royale, 1856-1857*, Neuchâtel, H. Messeiller.
- PLANTAMOUR Emil & HIRSCH Adolphe (1864), *Détermination télégraphique de la différence de longitude entre les observatoires de Genève et de Neuchâtel*, Genève/Bâle, H. Georg.
- PORRO Ignazio (1858), « Nuovo micrometro per mezzo di linee luminose ad uso dell'astronomia », *Astronomische Nachrichten*, vol. 1133, n° 48, p. 65-70.
- PREYSS Carl R. (1962), *Von Reichenbachs Werkstatt zum Ertel-Werk für Feinmechanik (1802-1962)*, Munich, Ertel-Werk f. Feinmechanik.
- RESLHUBER Augustin (1853), « Beobachtung auf der Sternwarte zu Kremsmünster », *Astronomische Nachrichten*, vol. 846, n° 36, p. 85.
- RICHARD Louis et al. (1856), *Rapport présenté au comité du canton de Neuchâtel pour l'Exposition universelle de 1855, à Paris*, Neuchâtel, AEN, ACAE 620 RAP.
- SCHAFFER Simon (1988), « Astronomers Mark Time: Discipline and the Personal Equation », *Science in context*, vol. 2, n° 1, p. 115-145.
- SLOTTEN Hugh Richard (1993), « The Dilemmas of Science in the United States: Alexander Dallas Bache and the U.S. Coast Survey », *Isis*, vol. 84, n° 1, p. 26-49.
- STAMPFER Simon (1841), « Vorschlag eines neuen Fernrohr-Mikrometers, mit hellen Linien und Punkten im dunklen Gesichtsfelde », *Annalen der kaiserlich-königlichen Sternwarte in Wien*, vol. 21, n° 1, p. 44-48.
- STEINHEIL Carl August (1827), « Ueber ein neues Netzmikrometer zunächst als Hilfsmittel bey der Verfertigung vollständiger Himmelscharten », *Astronomische Nachrichten*, vol. 117, n° 5, p. 359-366.
- STRUVE Wilhelm (1845), *Description de l'observatoire astronomique central de*

*Poulkova*, Saint-Pétersbourg, Imprimerie de l'Académie impériale des sciences.

TRUEB Lucien (2012), *L'Observatoire de Neuchâtel. Son histoire de 1858 à 2007*, La Chaux-de-Fonds, Institut l'homme et le temps.

WERRETT Simon (2010), « The Astronomical Capital of the World: Pulkovo Observatory in the Russia of Tsar Nicholas I », dans David AUBIN, Charlotte BIGG & Otto H. SIBUM (éds.), *The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, Duke university Press, Durham, p. 33-57.

WISE Norton (éd.) (1995), *The Values of Precision*, Princeton (NJ), Princeton University Press.

WOLF Rudolf (1879), *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz, als historische Einleitung zu den Arbeiten der schweiz. geodätischen Commission*, Zurich, Commission de S. Höhr.

## Présentation des auteurs

---

Julien Gressot

Doctorant en histoire des sciences, des techniques et de l'innovation à l'université de Neuchâtel, Julien Gressot travaille sur les cultures de la précision en se servant des instruments scientifiques pour étudier la mesure du temps aux XIX<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles. Il a récemment publié deux articles sur le Photographic Zenith Tube (PZT), notamment grâce à une bourse de la Scientific Instrument Society (2021). En parallèle, il est aussi engagé en tant que médiateur scientifique au sein du Laboratoire Temps-Fréquence à l'université de Neuchâtel afin de préparer plusieurs projets d'exposition. Il est également commissaire d'une exposition sur la détermination de l'heure au Musée d'histoire de La Chaux-de-Fonds et a contribué à l'inventaire des instruments scientifiques de l'Observatoire de Neuchâtel pour le compte du Musée international d'horlogerie de La Chaux-de-Fonds.

Romain Jeanneret

Conservateur-restaurateur sur les objets patrimoniaux métalliques et techniques, diplômé Master of Arts de la Haute École Arc de Neuchâtel en Suisse (HE-Arc CR), Romain Jeanneret s'est spécialisé dans la recherche

interdisciplinaire sur l'étude matérielle et la documentation visuelle des collections patrimoniales complexes. Les recherches et publications en collaboration avec Julien Gressot à l'université de Neuchâtel sur les instruments et les chaînes opératoires de la fabrique de l'heure de l'Observatoire de Neuchâtel en sont un exemple récent. Son autre activité principale consiste en l'étude matérielle et la restauration de deux châsses médiévales du XIII<sup>e</sup> conservées au Trésor de l'Abbaye de St-Maurice (Valais-Suisse). Par ailleurs, il enseigne la documentation visuelle aux étudiants de la HE-Arc CR et travaille comme restaurateur indépendant depuis 2011.