L'émergence contrariée du chronographe imprimant dans les observatoires français (fin 19e – début 20e s.)

Jérôme Lamy, Frederic Soulu

▶ **To cite this version:**

Jérôme Lamy, Frederic Soulu. L'émergence contrariée du chronographe imprimant dans les observatoires français (fin 19e – début 20e s.). Annals of Science, 2015, 72 (72(1)), pp.75 - 98. 10.1080/00033790.2014.894326 . halshs-01765549

HAL Id: halshs-01765549
https://shs.hal.science/halshs-01765549

Submitted on 15 May 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'émergence contrariée du chronographe imprimant dans les observatoires français (fin 19e – début 20e s.)

JÉRÔME LAMY

Laboratoire Printemps, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, France
Email : jerome.lamy@laposte.net

FRÉDÉRIC SOULU
Centre François Viète, Université de Nantes, France.
Email : souluhf@gmail.com

Résumé

Les observatoires occidentaux se transforment en véritable usine scientifique à partir du milieu du 19e siècle. L'astrométrie symbolise ce passage à une économie industrieuse des pratiques scientifiques. Le chronographe imprimant, qui permet de réduire les équations personnelles des observateurs, s'impose, d'abord aux Etats-Unis, puis en Angleterre, en instrument-emblème de cette transformation profonde. En France, les initiatives de l'astronome Liais restent prototypiques. Ce n'est qu'au début du 20e siècle, par les voies détournées de l'observatoire d'Hendaye et de l'abbé Verschaffel, que le chronographe imprimant fait son retour et conquiert les espaces savants. La centralisation excessive de l'astronomie française, l'autoritarisme du directeur de l'Observatoire de Paris Urbain Le Verrier, et la faiblesse du marché des instruments expliquent pourquoi le chronographe imprimant n'a fait souche que très tardivement en France.

Summary

Western observatories became scientific manufacture from the mid-19th century. Astrometry symbolized the transition to an industrious economy of scientific practices. The printing chronograph, which reduced the personal equations of the observers, was, first in the United States, then in England, the symbolic instrument of this transformation. In France, the initiatives of the astronomer Liais were prototypical. The printing chronograph arrived for good in French observatories at the beginning of the 20th century from Hendaye and thanks to Father Verschaffel. Excessive centralization of the French astronomy, authoritarianism of Urbain Le Verrier, the director of the Paris Observatory, and poor market for scientific instruments explain why the printing chronograph took root belatedly in France.

Contents

1. Introduction
2. Invention et circulation transatlantique du chronographe
    2.1. La 'méthode américaine'
    2.2. Transfert vers l'Europe
1. 'On avait l'appareil sous les yeux' : l'apparition du chronographe imprimant en France
    3.1. Les observatoires français entre 1850 et 1890 : état des lieux
    3.2. Les pratiques dans l'astronomie française
    3.3. Des prototypes français abandonnés
4. Autopsie d'un échec
    4.1. Généralisation de l'usage du chronographe imprimant en France au début du 20e
    4.2. Paramètres institutionnels d'infertilité
5. Conclusion

1. Introduction

L'astrométrie, pratiquée avec une lunette méridienne, fut l'activité cardinale des astronomes du 19e siècle. Comme le souligne Simon Schaffer, 'meridian techniques directed observatory layout, labor, and hardware. They put observatories on the map and could make or destroy reputations'[1]. Cette technique fut associée au développement du commerce et de l'industrie car productrice de l'heure et de la mesure des longitudes. Elle était aussi à l'origine d'un des principaux produits des observatoires du 19e siècle, les catalogues d'étoiles. Physiquement, elle contraignait aussi fortement l'architecture des sites astronomiques[2].

L'observation à la lunette méridienne de la position d'un astre se pratiquait avec la technique dite 'de l'œil et de l'oreille'[3]. L'observateur, expérimenté, devait déterminer l'instant du passage de l'astre observé devant un ou plusieurs fils tendus dans l'oculaire de la lunette. Cet instant était mesuré à l'aide du seul son du battement de la pendule. Cette méthode, aussi appelée 'méthode de Bradley' par certains auteurs[4], fut utilisée de façon exclusive jusqu'au milieu du 19e siècle. À cette époque, apparaît en Europe un instrument venu des États-Unis : le chronographe.

Comme l'a analysé Simon Schaffer pour l'observatoire de Greenwich, le chronographe défilant a permis à Georges Biddel Airy d'installer un nouveau régime de travail basé sur la discipline, en recourant plus largement à une main d'œuvre moins formée et moins spécialisée mais participant à des observations de routine standardisées : 'Astronomer was part of the instrument to be calibrated'[5].

À la suite de Schaffer, plusieurs auteurs[6] séduits par la puissance de l'analyse, ont transposé le modèle de 'l'observatoire-usine' à l'astronomie française du 19e siècle. Cependant, l'analyse détaillée des usages du chronographe dans l'astronomie française entre 1850 et 1905 semble nuancer, à tout le moins, le caractère universel de ce modèle.

L'analyse de l'apparition du chronographe imprimant dans l'astronomie anglo-saxonne permet d'identifier la situation institutionnelle et scientifique dans laquelle cette innovation est adoptée par quelques observatoires américains, puis transférée à l'Observatoire de Greenwich. Si le contexte épistémologique et technique français est proche de celui que traverse l'astronomie anglaise et américaine, l'astronomie française, malgré l'apparition de prototypes, n'adoptera le chronographe imprimant qu'un demi-siècle après Airy. Il nous semble que la structuration de la recherche astronomique institutionnelle en France est en grande partie responsable de ce blocage et que son évolution à la fin du 19e siècle a alors permis l'utilisation de cet instrument dans la plupart des observatoires français.

Dans cet article, nous envisagerons l'invention puis la mise en circulation du chronographe imprimant. Conçu depuis divers foyers aux États-Unis, au milieu du 19e siècle, cet instrument a été utilisé à l'Observatoire de Greenwich où il a servi de marqueur technique d'une nouvelle façon de concevoir la pratique scientifique. Le transfert vers la France ne s'est pas effectué. Nous examinons donc les modalités de cette réception manquée à travers le parcours du directeur de

---

1 Simon Schaffer, 'Keeping the books at Paramatta Observatory', in *The Heavens on Earth. Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture*, edited by D. Aubin, C. Bigg and H. Otto Sibum, (Durham and London, 2010), 122

2 Françoise Le Guet-Tully et Jean Davoigneau, '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 26 mai 2012. URL : http://insitu.revues.org/9177 ; DOI : 10.4000/insitu.9177

3 Pour des témoignages d'observation avec cette méthode, voir : Camille Flammarion, *L'astronomie populaire* (Paris, 1880), 709-719 et Léon Barré, 'La soirée d'un astronome au service méridien', *Revue scientifique de la France et de l'étranger* 5 (1883), 455-462

4 Félix Boquet, 'Les recherches des astronomes sur l'équation décimale', *L'Année psychologique* 19 (1912), 31.

5 Simon Schaffer, 'Astronomers mark time', *Science in Context* 2 (1988), 118.

6 Voir par exemple : Jérôme Lamy, 'Esprit de capitalisme et éthique républicaine : l'observatoire de Toulouse à la fin du XIXe siècle', in *La (re)fondation des observatoires astronomiques sous la IIIe République*, edited by Jérôme de La Noë and Caroline Soubiran (Pessac, 2011), 343 ; Fabien Locher, 'Le Nombre et le Temps. La météorologie en France (1830-1880).', Thèse de doctorat (EHESS, 2004), 34

l'Observatoire de Paris, Urbain Le Verrier, et celui qui a tenté de fixer le chronographe imprimant dans la Capitale, Emmanuel Liais. Finalement, nous pointons, à Hendaye, les lieux de la résurgence d'un chronographe imprimant en France, avant de revenir sur cette chronologie française dans l'acclimatation d'un instrument-pivot de la transformation de l'observatoire occidental en véritable usine scientifique.

2. Invention et circulation transatlantique du chronographe

2.1. La 'méthode américaine'

Le chronographe peut être considéré comme un instrument souche, un artefact générique saisi par plusieurs disciplines scientifiques, déclinant, chacune selon leurs usages propres, les potentialités de l'outil[7]. Fortement lié au développement de la télégraphie et la standardisation des mesures du temps, le chronographe imprimant (qui libère l'observateur de la tâche de relevé des observations) ne semble pas avoir d'inventeur unique parfaitement identifiable. Décrivant le chronographe à impression de l'observatoire de Dudley en 1872, George W. Hough expliquait prudemment que 'about the year 1848, the idea of recording astronomical observations by the use of galvanic electricity was put in successful operation by different individuals. Since that time chronographs of various forms have been constructed for recording in a legible manner, on a moving sheet of paper, the time of any phenomenon observed'[8]. Félix Boquet, astronome à l'Observatoire de Paris au début du 20e siècle reconnaissait qu'au milieu du siècle précédent 'l'idée (…) flottait dans l'air'[9]. Les usages du chronographe (parfois appelé chronoscope) dans le cadre des expérimentations de la psychologie naissante au milieu du 19e siècle soutiennent également le développement de l'instrument[10]. La déclinaison astronomique du chronographe imprimant naît au sein du U.S. Coast Survey, le service de surveillance des côtes des Etats-Unis. Sous la houlette d'Alexander Dallas Bache, arrière-petit-fils de Franklin, les exigences d'une stricte discipline dans les pratiques savantes quotidiennes se font jour. Cet ascétisme de l'observation repose, en partie, sur une articulation rigoureuse aux instruments[11]. Deux astronomes soutenus par le U.S. Coast Survey travaillent, dès le milieu des années 1850 sur l'usage de l'électricité dans la technique chronographique dans l'objectif d'une réduction des équations personnelles[12]. William Bond, de l'Observatoire de Harvard s'emploie à mettre au point un 'Electro-recording Apparatus', qui se veut une application directe des propriétés électromagnétiques à la pratique astronomique[13] : il consiste en 'an electric break-circuit clock, a galvanic battery of a single Grove's cup, and the spring governor, by which a uniform motion is given to the cylinder carrying the paper'[14]. A Cincinatti, Ormsby Macknight Mitchel qui dirige l'observatoire qu'il a fondé en 1845 met lui au

---

7 Terry Shinn, Pascal Ragouet, *Controverses sur la science. Pour une sociologie transversaliste de l'activité scientifique* (Paris, 2005), 171-178.

8 George W. Hough, 'Description of a Printing Chronograph', *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 32 (1872), 86.

9 Félix Boquet, 'Les chronographes imprimants de l'Observatoire de Paris', *Bulletin astronomique* 22 (1905), 258.

10 Henning Schmidgen, 'Time and noise : the stable surroundings of reaction experiments, 1860-1890', *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 34 (2003), 237-275.

11 Hugh Richard Slotten, 'Dilemmas of science in the United States, Alexander Dallas Bache and the U.S. Coast Survey', *Isis* 84 (1993), 41-42. Voir également, Hugh Richard Slotten, *Patronage, Practice, and the Culture of American Science. Alexander Dallas Bache and the U.S. Coast Survey* (Cambridge, 1994).

12 *Ibid.*, p. 42. ; voir aussi Jacques Babinet, *Études et lectures sur les sciences de l'observation et leurs applications pratiques*, IV (Paris, 1857), 148

13 'History and description of the Observatory', *Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College*, 1(2) (1852), xlix et *Annals of the astronomical observatory of Harvard* College 8(1) (1876) 19.

14 George Phillips Bond, 'Description of the Apparatus for observing Transits, by means of a Galvanic Current, now used at the Observatory of Cambridge, U.S.', *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 11 (1851), 163.

point un 'revolving disc for recording information'[15]. Différent de la solution proposée par Bond[16], le procédé de Mitchel participe également d'une réflexion plus générale sur l'influence des observateurs dans le recueil des données. Dès 1856, Mitchel avait imaginé un 'simple apparatus for the investigation of the subject of '*absolute* personal equation"[17]. Julius Erasmus Hilgard du U.S. Coast Survey, s'efforce de mettre au point une technique qui règle la question des erreurs personnelles des observateurs. Il travaille sur un dispositif exposé en 1874 dans le rapport annuel du U.S. Coast Survey : 'it has long been apparent that the precision of instruments used in the determination of astronomical time exceeds, both accuracy and constancy of performance, the physiological powers of the observer, to whose variability is due a large proportion of the probable error. This has been especially felt in the determinations of longitude made by the telegraphic method, in which we find, on different nights, variations in the results which far exceed the apparent uncertainty of the determination of time, and of the transmission of signals'[18]. Le principe de l'appareil d'Hilgard réside dans le passage d'une étoile artificielle sur cinq fils : l'enregistrement électrique des perceptions de l'observateur permet de déterminer l'équation personnelle[19]. Par la suite, Hilgard organise des observations nombreuses pour la détermination chronographique de la longitude. L'idée centrale du projet est de mesurer la différence de longitude entre l'Europe et l'Amérique. Une série de connections entre Greenwich, Paris, Brest et une station de la côte américaine (via un câble de la Société Transatlantique Française) permet de tester, à très grande échelle, l'usage du chronographe[20]. Les premières propositions d'Hilgard sur le thème du chronographe datent du milieu des années 1860[21]. Le contrôle de l'équation personnelle, l'usage de l'électricité, la réticulation télégraphique et la standardisation massive des pratiques astronomiques ont été déterminantes dans l'émergence des techniques chronographiques. En 1866, Charles Augustus Young, qui enseigne au Dartmouth College fait paraître une étude théorique sur un 'printing chronograph'[22]. Il fait très clairement allusion aux travaux d'Hilgard et prolonge sa réflexion sur l'enregistrement des données. Le principe de son instrument repose sur deux axes, non solidaires, mais situés dans le prolongement l'un de l'autre. L'un des axes 'est animé d'un mouvement de rotation uniforme d'un tour par seconde' ; le second axe porte une roue capable d'imprimer. Un bras est relié à chacun des axes. La rupture du contact électrique entre les deux parties de l'instrument permet de noter les temps de passage des étoiles[23]. On ne sait si ce chronographe imprimant a réellement été construit. La première réalisation certaine est celle qui prend place en 1856 dans le nouvel observatoire d'Albany, dans l'État de New-York, le Dudley Observatory. Des citoyens d'Albany, galvanisés par les conférences publiques de Mitchel, fondent un observatoire et en confient l'orientation scientifique à un groupe de chercheurs de premier plan dans lequel se trouve Bache et un de ses jeunes subordonnés du Coast Survey, Benjamin Apthorp Gould. Gould est chargé en 1855 de retourner en Europe, où il a fait ses études, afin d'acquérir le meilleur équipement pour le nouvel

15 Everett Yowell, 'The Debt Which Astronomy Owes to Ormbsy Macknight Mitchel', *Popular Astronomy* 21 (1913), 74. *Annals of Dudley Observatory* 1 (1866), 29 and 33 sq.

16 *Annals of Dudley Observatory* 1 (1866), 29

17 Ormsby M. Mitchel, 'On Personal Equation', *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 18 (1858), 261.

18 Julius Erasmus Hilgard, 'Description of two forms of portable apparatus for the determination of personal equation, both relative and absolute, in observations of star transits', *Report of the Superintendent of the United States Coast Survey,* 1874, Appendix n° 17, 156.

19 Julius Erasmus Hilgard, Werner Suess, 'Sur un appareil pour déterminer les équations personnelles dans les observations du passage des étoiles, disposé pour le service géodésique des Etats-Unis', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences* 79 (1874), 999.

20 'Galvanic determination of longitude', *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 33 (1873) 234. Voir également : Joseph Lovering, 'On the Determination of Transaltantic Longitudes by Means of the Telegraphic Cables', *Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences* 19 (1873), 437-477.

21 En 1865 Julius Erasmus Hilgard présente déjà devant la National Academy of Science une communication intitulée 'On a Chronograph for Measuring the Velocity of Projectiles' , *National Academy of Science, Proceedings* 1 (1877), 49.

22 Charles Augustus Young, 'On a proposed printing chronograph', *American Journal of Science* 42 (1866), 99-104.

23 Boquet (note 9), 259.

établissement. À Greenwich, il est particulièrement impressionné par la nouvelle installation 'horaire' d'Airy qui devient son modèle. Lors de l'inauguration de l'observatoire en 1856, Gould se félicite des nouveaux chronographes[24]. Cet observatoire est immédiatement connu en France par la description élogieuse qu'en fait Babinet en 1857[25]. Gould est remplacé à la tête de l'observatoire par Mitchel qui décède en 1862. George W. Hough, directeur de l'Observatoire Dudley de 1862 à 1874, publie les premières observations astronomiques américaines de routine effectuées avec un chronographe électrique[26]. Il présente les grandes lignes de cet appareil au début des années 1870[27]. Les contraintes mécaniques sont multiples : il s'agit de produire une impression selon un mouvement uniforme, sans variation sensible[28]. Deux grands principes mécaniques président à la construction de l'instrument : 'A system of clock-work carrying a type-wheel with fifty numbers on its rim, revolving once every second (…). A system of clock-work, consisting of two or more shafts carrying the type-wheels indicating the minutes and seconds'[29]. Le procédé d'impression permet que les roues ne s'arrêtent jamais, ce qui lui donne une grande supériorité sur les autres instruments. Le prix estimé de l'ensemble est d'environ mille dollars[30]. L'astronomie américaine constitue donc la matrice des chronographes imprimants. Cependant, nous l'avons vu, les expériences transatlantiques d'Hilgard ont permis d'internationaliser le problème de l'équation personnelle et sa résolution potentielle à l'aide d'enregistreurs électriques.

2.2. Transfert vers l'Europe

La réception européenne est, à tout le moins, contrastée. Le cas de Greenwich est aujourd'hui bien connu et largement documenté. L'astronome royal George Airy s'est efforcé de placer le service méridien au centre des investigations astronomiques de son observatoire. Par conséquent, la résolution du problème que posent les équations personnelles est cruciale pour la pratique des astronomes sous ses ordres[31]. Simon Schaffer a mis en évidence la discipline corporelle à l'œuvre au sein de l'observatoire de Greenwich et l'organisation industrielle de collecte de données. C'est dans ce contexte d'un espace savant plié aux formes d'une usine produisant des grandes quantités de chiffres que le chronographe imprimant prend place dans les pratiques astronomiques britanniques. En 1847, George Airy publie les résultats de la détermination de la longitude de Valentia en Irlande 'by transmission of chronometers'[32]. Le projet de cette mesure remonte à 1836[33]. Le transport des chronomètres dans les années 1840 est facilité par l'extension du réseau de chemin de fer. L'opération est réalisée de juin à octobre 1844 et nécessite le transport de trente chronomètres pour comparer les horloges de Greenwich, Kingstown et Valentia[34]. Les observations astronomiques sont faites avec la méthode –classique– de l'œil et de l'oreille.

---

[24] Ian R. Bartky, Norman S. Rice, Christine A. Bain ' "An Event Of No Ordinary Interest". The Inauguration of Albany's Dudley Observatory', *Journal of Astronomical History and Heritage* 2 (1999), 1-20 ; Owen Gingerich , 'Benjamin Apthorp Gould and the founding of the Astronomical Journal', *The Astronomical Journal* 117 (1999), 1-5.

[25] Babinet (note 12). À la page 150, on peut lire : 'On verra dans cet observatoire, pour la première fois, une horloge soustraite aux variations brusques de la température et aux variations de la pression de l'air. Partout des chronographes qui enregistreront le temps par une touche mue par la main, sans le secours de l'oreille,(…)'.

[26] George W. Hough, 'Observations of Asteroids made with the Olcott Meridian Circle, at the Dudley Observatory, Albany, U.S.A. during 1861, 1862, 1863 and 1864', *Astronische Nachrichten* 66 (1865), 65-74.

[27] George W. Hough, 'Description of a printing chronograph', *American Journal of Science* 2 (1871), 436-440 et Hough (note 8), 86-88.

[28] Hough (note 27) et Hough (note 8), 86.

[29] Hough (note 8), 86.

[30] George W. Hough, 'The Printing Chronograph of the Dudley Observatory', *Astronomische Nachrichten* 82 (1873), 159-160.

[31] Robert. W. Smith, 'A National Observatory Transformed : Greenwich in the Nineteenth Century', *Journal for the History of astronomy*, 22 (1991), 5-20.

[32] George Airy, *Determination of the longitude of Valentia by transmission of chronometers* (Londres, 1847).

[33] *Ibid.*, v.

[34] *Ibid.*, viii.

Cependant, Airy découvre bientôt la méthode introduite aux États-Unis pour observer et enregistrer les données. En 1849, il entretient la Royal Astronomical Society des derniers développements de cette nouvelle technologie. La méthode, note-t-il, 'was apparently suggested at first by obvious practicability of applying the Galvanic Telegraph (so extensively used in America) to the determination of differences of terrestrial longitude'[35]. Les premiers travaux sont ceux du 'Dr. Locke of Cincinnati' ; la ville de l'Ohio est le foyer d'intenses recherches puisque le professeur Mitchel prépare un appareil du même type pour son observatoire[36]. Par la suite, Airy rectifiera cette histoire américaine des débuts du chronographe ; il écrit ainsi en 1851 : 'I have been lately informed that the invention was also shared by Mr. Bond, Mr. Walker, and perhaps by other persons'. Il faut dire que Bond était très affecté par ces erreurs de paternité et qu'il avait déjà nourri une controverse à ce sujet aux Etats-Unis[37]. Les informations premières d'Airy étaient fondées 'upon the printed papers which had then reached [him], and upon my correspondence with American friends'[38]. Ormby MacKnight Mitchel, grâce à sa revue *The Sideral Messenger*, disposait de contacts réguliers avec les astronomes européens. Il est notamment en liaison avec James Challis de Cambridge, à qui il décrit, en 1849, une nouvelle méthode mécanique pour enregistrer automatiquement les déclinaisons et les ascensions droites[39]. Même si la liaison transatlantique entre Mitchel et Airy semble complexe, il n'en reste pas moins que dès 1849, l'astronome royal dispose d'un 'specimen' du chronographe américain qu'il peut présenter à la Royal Astronomical Society. Par delà les différences entre les méthodes de Locke et de Mitchel, les principes généraux du nouvel outillage sont assez simplement résumés par Airy et contrastés avec la méthode œil-oreille : 'In ordinary observations the observer listens to the beat of a clock while he views the heavenly bodies passing accross the wires ; and he combines the two senses of hearing and sight (…) in such a manner as to be enabled to compute mentally the fraction of the second when the object passes each wire, and he then writes down the time in an observing book. In these new methods the observer has no clock near him, or at least none to which he listens ; he observes with his eye the appulse of the object to the wire, and at that instant he touches an index, or key, with his finger ; and the touch makes, by means of a galvanic current, an impression upon some recording apparatus (…) by which the fact and the time of the observation are registered. He writes nothing, except perhaps the name of the object observed'[40]. C'est bien l'économie des mouvements corporels qui semble ici séduire Airy. La moindre sollicitation des sens est mise en exergue pour souligner, par contraste, la multitude de contraintes somatiques qui pèsent sur l'astronome utilisant la méthode œil-oreille. Airy décrit dans le détail, aux membres de la Royal Astronomical Society, les méthodes de Locke et de Mitchel. Il remarque notamment que le premier emploie, pour l'enregistrement 'a fillet of paper', alors que le second utilise 'a circular disk to revolve with a smooth and nearly uniform motion (…) upon which disk the impressions of style form a dotted circle'[41]. Airy avoue sa préférence pour la méthode de Mitchel. L'aspect pratique de la méthode américaine lui semble être fermement établi ; il reste à déterminer si elle est aussi précise que la méthode œil-oreille[42]. Finalement, le débat se situe sur le terrain de la physiologie puisqu'il s'agit de savoir si la liaison nerveuse entre l'œil et le doigt est préférable à la liaison entre l'œil et l'oreille[43]. Mais déjà, la supériorité de la méthode américaine semble indéniable pour Airy qui propose, dès cette première présentation, de menus

35 George Airy, 'On the Method of observing and recording Transits, lately introduced in America ; and other connected subjects', *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 10 (1849), 26.

36 *Ibid.*, p. 26.

37 Bessie Zaban Jones, Lyle Gifford Boyd, *The Harvard College Observatory* (Cambridge (Mass), 1971), 88.

38 George Airy, 'Note by the Astronomer Royal', *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 11 (1851), 162.

39 Norriss S. Hetherington, 'Mid-Nineteenth-Century American Astronomy : Science in a Developing Nation', *Annals of Science*, 40 (1983), 75.

40 Airy (note 35), 27.

41 *Ibid.*, 28-29.

42 *Ibid.*, 29.

43 *Ibid.*, 29.

aménagements, comme un pendule au mercure pour compenser sa dilatation thermique[44]. L'adoption d'un tel instrument à l'Observatoire de Greenwich est d'ores et déjà envisagée[45]. Lors de la trentième assemblée générale de la Royal Astronomical Society, 'the Council abstain from pronouncing any positive opinion upon the advantages or probability of universal adoption of this method ; but they can have no hesitation in indicating it as one which well deserves the consideration of every director of an observatory'[46]. La fin des années 1840 et le début des années 1850 sont décisifs dans le processus d'appropriation britannique de la méthode chronographique ; le transfert depuis les États-Unis ne suit pas des canaux techniques clairement balisés. En 1851, Airy reconnait qu'il est difficile d'obtenir des informations précises concernant les affaires scientifiques en Amérique[47]. L'astronome royal revient sur ses déclarations de 1849 et rétablit Bond dans la lignée technologique du chronographe en publiant son texte *princeps* décrivant la matrice instrumentale[48]. Il reconnaît également le rôle prépondérant du 'Department of the Coast Survey of the United States', sous les ordres de Bache, dans l'application 'of electro-magnetism to the purposes of geodesy and of astronomy (…)'[49].

Dès 1853, Airy rend compte de la détermination de la longitude de l'observatoire de Cambridge 'by means of Galvanic Signals'[50]. Il précise, une nouvelle fois, que dans cette méthode américaine 'nothing depends on the accuracy of the signal-giver'[51]. L'opération nécessite –entre Greenwich et Cambridge– la mobilisation de l'infrastructure télégraphique : l'ingénieur et superintendant des 'Telegraphs of the South-Eastern Railway', Walker, ainsi qu'Edwin Clarck, ingénieur de la 'Electric Telegraph Company' prêtent leur concours dans la maintenance et la sécurisation des lignes employées[52].

La méthode par chronographe est bien ancrée à l'Observatoire de Greenwich dans les années 1850. Le rapport de l'astronome royal au 'Board of Visitors' de 1854 s'attarde longuement sur le 'galvanic circuit' associé aux instruments de mesure : 'this apparatus is now generally efficient. It is troublesome in use, consuming much time in the galvanic preparations, the preparation of the paper, and the translation of the puncture-indications into figures. But among the observers who use it there is but one opinion on its astronomical merits ; that, in freedom from personal equation and in general accuracy, it is very far superior to the observation by eye and ear'[53]. Ce sont donc à la fois les facilités d'usage –cette économie somatique à l'origine de l'intérêt d'Airy pour la méthode– *et* sa supériorité en terme de précision qui ont accéléré son adoption (et sa généralisation) à Greenwich.

On retrouve des dispositifs semblables en Angleterre, à l'observatoire de Durham[54], ainsi qu'à l'observatoire Dunsink en Irlande[55], à l'observatoire de Madras, en Inde[56], ainsi qu'à l'observatoire de Melbourne en Australie[57] . Cependant, c'est sur le continent européen, à Neuchâtel en Suisse, que le chronographe imprimant s'insère dans une économie des pratiques

44 *Ibid.*, 33.

45 *Ibid.*, 30.

46 *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 9 (1850), 93.

47 Airy (note 38), 162-163.

48 Bond (note 13), 163-164.

49 Airy (note 38), 164.

50 George Airy, 'On the Determination of the Longitude of the Observatory of Cambridge by means of Galvanic Signals', *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 13 (1853), 248-252.

51 *Ibid.*, 249.

52 *Ibid.*, 251.

53 George Airy, 'Report of the Astronomer Royal to the Board of Visitors, read at the Annual Visitation of the Royal Observatory, Greenwich, 1854, June 3', *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 14 (1854), 205.

54 Ralph Allen Sampson, 'Transits observed with the Durham Almucantar between 1901', *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 63 (1903), 339.

55 Arthur Acock Rambaut, 'Results of Observations Made With The Meridian Circle', *Dunsink Observatory Publications*, 6 (1887), 1-3

56 Norman Robert Pogson, 'Introduction', *Madras Observatory Observations*, 1 (1887), xii-xiii.

57 Robert Lewis John Ellery, 'Description of a new Chronograph Pen', *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 29 (1868), 58-60.

particulièrement optimale. Jimena Canales a montré comment Adolph Hirsh a importé ce qu'il est convenu d'appeler la 'méthode américaine' en l'adossant à une profonde connaissance psychologique[58]. Hirsh envisage la mesure du temps comme un 'nichage opportuniste'[59] pour son petit observatoire qui ne peut concurrencer les grands établissements européens de Paris et Greenwich. Il fait du temps une problématique d'excellence dans un pays où l'industrie horlogère est réputée. Mais surtout –et à la différence d'Airy en Angleterre–, Hirsh approfondit la question psychologique qui structure le problème de l'équation personnelle. Il questionne des psychologues, et tire de ces enseignements un nouvel instrument, plus performant[60]. Globalement, la circulation entre les États-Unis et l'Europe, puis au sein de l'Europe, du chronographe témoigne de sa grande plasticité instrumentale. Si les dispositifs de mesure des vitesses de projectiles émergent ainsi en Europe dès les années 1840[61], ils furent aussi déployés dans le domaine de l'étude de la chute des corps. Ces techniques migrent vers la balistique, puis, sous l'influence américaine et via la télégraphie, aux estimations du temps physiologique servant aux pratiques physiciennes[62], avant de s'imposer dans le champ de la psychologie[63]. Le chronographe imprimant qu'Airy importe des États-Unis à Greenwich s'inscrit donc dans un mouvement plus général d'instrumentation des réactions physiologiques des observateurs. Son intégration s'explique, au moins en Angleterre, par les réponses qu'il fournit au souci de normalisation et de standardisation des mesures prôné par Airy. Le chronographe prend place dans une économie générale de l'observatoire britannique qui fait de l'usine son modèle et de la production industrielle sa matrice pratique.

2. 'On avait l'appareil sous les yeux' : l'apparition du chronographe imprimant en France

Le contexte institutionnel de l'astronomie française renseigne sur les pratiques en cours et la capacité d'absorption des techniques exogènes. La structuration des observatoires en France des années 1850 aux années 1890 témoigne d'une césure profonde intervenue avec l'avènement de la III[e] République.

2.1. Les observatoires français entre 1850 et 1890 : état des lieux

Au milieu du 19[e] siècle, l'Observatoire de Paris domine seul, ou presque, l'astronomie française. Il est non seulement l'épicentre institutionnel, mais aussi le seul point de référence pour les rares astronomes de province. Notons toutefois que l'observatoire de Toulouse, sous la direction de Frédéric Petit, élève d'Arago, maintient une activité minimale essentiellement tournée vers la saisie des données météorologiques et les tentatives (malheureuses) de modélisation des trajectoires météoriques. L'observatoire de Marseille est dirigé depuis 1836 par Benjamin Valz. Avant d'être débarqué de l'observatoire en février 1861, Valz se consacre essentiellement à la recherche de petites planètes et, donc, à la nécessaire cartographie de l'écliptique. Le Verrier prend le contrôle de l'observatoire de Marseille et en fait, à partir de 1864, l'annexe de celui de Paris.
Urbain Le Verrier règne en maître sur l'astronomie française au milieu du 19[e]. Auréolé de la

[58] Jimena Canales, 'Exit the frog, enter the human : physiology and experimental psychology in nineteenth-century astronomy', *British Journal of the History of Science* 34 (2001), 176.

[59] Terry Shinn, 'Change or mutation ? Reflections on the foundations of contemporary science', *Social Science Information* 38 (1999), 155.

[60] *Ibid.*, 177-186.

[61] Henning Schmidgen, 'Physics, Ballistics, and Psychology : A History of the Chronoscope in/as Context, 1845-1890', *History of Psychology* 8 (2004), 46-76.

[62] *Ibid.*, 63.

[63] *Ibid.*, 67.

découverte de Neptune en 1846[64], il bénéficie d'une 'instrumentalisation réciproque'[65] avec le pouvoir politique et prend, en 1854, la direction de l'Observatoire de Paris et d'une partie de la science française. Proche du Ministre Fortoul, il instaure de nouvelles normes dans la communauté astronomique[66], en rupture avec l'époque précédente. Cette nouvelle organisation s'inspire du modèle développé par Airy à Greenwich. 'Le Verrier, acting as a perfect French counterpart to Airy, endeavored to discipline the observer by inserting him in a strict social order'[67].
Après 1870 et la défaite contre la Prusse, l'astronomie française est revitalisée par une politique républicaine volontariste. Paris est bien sûr confortée dans son rôle central ; mais les observatoires de province sont relancés (comme à Toulouse ou à Marseille), ou créés ex-nihilo (comme à Lyon et Bordeaux). Une législation dense et précise structure l'astronomie française : chaque observatoire dispose d'un organigramme hiérarchisé, l'École Normale Supérieure fournit, via ses agrégés, la première génération de directeurs (Tisserand et Baillaud à Toulouse, Stéphan à Marseille, Rayet à Bordeaux). Dans l'ensemble des pratiques astronomiques mises en œuvre après 1870, l'astronomie méridienne occupe une grande part de l'activité. Les astronomes doivent faire montre d'une productivité exemplaire et l'astronomie de position constitue un excellent moyen d'obtenir des données nombreuses, témoignant du zèle des observateurs[68]. Ces observations sont menées dans les observatoires français, tout au long du XIX^{e} siècle, avec la technique de l'œil et de l'oreille, ce que Charles Wolf qualifie en 1866 de 'méthode ordinaire'[69].
Pourtant, les principaux astronomes français de l'époque appellent à l'usage du chronographe électrique dans l'astronomie française.

2.2. Les pratiques dans l'astronomie française

L'astronomie institutionnelle française n'adopte donc ni dans ses procédures de routine, ni lors d'événements astronomiques (comme les passages de Vénus en 1874 et 1882[70]), l'usage du chronographe électrique. Jusqu'alors, la chronométrie électrique, en France, est développée essentiellement dans le domaine de la balistique, illustrant à nouveau la plasticité de cet instrument souche. Plusieurs dispositifs furent financés par l'Armée comme ceux de Breguet et Konstantinoff en 1844, celui de Jean-Baptiste Martin de Brettes, capitaine d'artillerie et

64 James Lequeux, *Le Verrier Savant magnifique et détesté* (Les Ulis, 2009).

65 Françoise Le Guet Tully, 'L'astronomie institutionnelle en France avant les réformes des années 1870 : état des lieux et contexte politico-scientifique', in *La (re)fondation des observatoires astronomiques sous la III^{e} République*, edited by Jérôme de La Noë and Caroline Soubiran (Pessac, 2011), 32.

66 Fabien Locher, 'L'empire de l'astronome : Urbain Le Verrier, l'Ordre et le Pouvoir', *Cahiers d'histoire. Revue d'histoire critique*, 102 (2007), 33-48.

67 David Aubin, 'The Fading Star of Paris Observatory in the Nineteenth Century : Astronomers' Urban Culture of Circulation and Observation', *Osiris*, 18 (2003), 88.

68 Jérôme Lamy, *L'observatoire de Toulouse aux 18^{e} et 19^{e} siècles. Archéologie d'un espace savant* (Rennes, 2007), 395-397.

69 Charles Wolf, 'Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passage', *Annales de l'Observatoire de Paris* (1866), 156.

70 Le revolver photographique de Jules Janssen constitue un instrument prototype de chronophotographie bien connu dans le domaine de l'astronomie. Utilisé lors du passage de Vénus devant le Soleil en 1874, il ne délivre cependant que des mesures relatives du temps. La datation absolue des épreuves reste soumise à la technique de l'œil et de l'oreille dans le dispositif mis en place par Janssen. D'autre part, cet instrument n'entre pas, selon nous, dans la même famille d'instruments que les chronographes imprimants électriques. Privilégiant l'image et l'évènement exceptionnel, celui du contact, le revolver photographique est un instrument 'homomorphique' selon la classification de Peter Galison (Peter Galison, *Image and Logic. A Material Culture of Microphysic*s, (Chicago and London, 1997), 19). Les chronographes imprimants relèvent plutôt de la famille des instruments 'homologues' ou 'logiques'. Pour les rapports d'observation avec le revolver photographique, se référer à Jules Janssen, 'Œuvres scientifiques recueillies et publiées par Henri Dehérain. Tome premier', (Paris, 1929), 545 p., et à Camille Flammarion, 'Le Passage de Vénus', *La Nature* 101 (1875), 356-358. Pour une analyse du contexte dans lequel est développé le revolver photographique, voir : Jimena Canales, 'Photogenic Venus. The "Cinematographic Turn" and Its Alternatives in Nineteenth-Century France', *Isis* 93 (2002), 585-613.

inspecteur des études à l'École Polytechnique, en 1847[71].

En France, le contexte technico-scientifique est tout aussi favorable que celui décrit par les acteurs de l'époque aux États-Unis d'Amérique : le développement de la télégraphie électrique, son entrée dans les observatoire et son application à la résolution du problème de l'équation personnelle procèdent des mêmes linéaments techniques. En effet, au début du 19e siècle, le télégraphe reçoit l'appui des têtes de file de l'astronomie française : François Arago puis Urbain Le Verrier.

François Arago, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, est un des premiers en 1838 à découvrir l'appareil de Morse ; 'on avait l'appareil sous les yeux'[72] se prévaut-il devant l'Assemblée Nationale quelques années plus tard. Dès le 2 juin 1842, il évoque au Parlement les réalisations anglaises dans le domaine. Il y annonce que le télégraphe électrique supplantera les autres systèmes en usage alors en France. Le 29 avril 1845, il rapporte à la Chambre, pour le compte du ministère de l'Intérieur, le succès des essais télégraphiques qu'il a menés à grande échelle entre Paris et Rouen[73]. Enfin, envisageant l'utilité de la télégraphie pour l'astronomie, François Arago obtient le raccordement de l'Observatoire de Paris au réseau du Ministère de l'Intérieur. Il souhaite alors rapidement mesurer des différences de longitudes, particulièrement avec l'observatoire royal de Greenwich, mais aussi distribuer l'heure aux ports français[74]. Il meurt en 1853 et est remplacé à l'Observatoire de Paris par Urbain Le Verrier.

Le nouveau directeur, et ami du pouvoir, est proche des cercles 'industrialistes'[75]. Dès 1850, il est rapporteur à l'Assemblée, à plusieurs reprises au cours de l'année, de lois pour le développement de la télégraphie électrique en France et pour son usage privé[76]. Peu de temps après son arrivée à l'Observatoire de Paris, Urbain Le Verrier publie son 'Projet d'organisation'[77] de l'observatoire impérial. Il y clame son intérêt pour la télégraphie électrique : 'L'emploi de l'électricité dynamique comme intermédiaire et celui de la photographie permettront, sans doute, de modifier le système des observations astronomiques dans plusieurs de ses parties'. Il s'appuie sur cette technique, dans la droite ligne des travaux entrepris par Arago, pour la mesure des longitudes et la création d'un 'réseau météo-télégraphique'[78].

C'est ainsi plus particulièrement grâce aux mesures des longitudes que l'intégration de la télégraphie dans les techniques de l'observatoire s'opère en France comme dans le monde anglo-saxon. Sous la direction de Le Verrier, trois grandes opérations géodésiques sont menées par les astronomes de l'Observatoire de Paris : le raccordement avec l'Observatoire Royal de Greenwich (1854), la détermination de la longitude de Bourges (1856) et la détermination de celle du Havre (1861). 'One of the earliest steps taken by M. Le Verrier, after his appointement to the charge of the Observatory of Paris, had reference to the determination of our longitude-diffference'[79] rapporte Airy.

Les deux directeurs d'observatoires se mettent d'accord sur une détermination de la différence de longitude par l'usage des signaux électriques transmis par le télégraphe. Les instants de passage

---

71 Théodose du Moncel, *Exposé des applications de l'électricité*, T. 4 (Paris, 1873), 211-218.

72 François Arago, *Œuvres complètes*, T. 2 (Paris et Leipzig : Gide et Weigel, 1855), 475.

73 *Ibid.,* 467-498.

74 François Arago, 'Sur l'application de la télégraphie électrique au perfectionnement de la Carte de la France', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences* 36 (1853), 29-31, François Arago, *Œuvres complètes*, T. 11 (Paris et Leipzig : Gide et Weigel, 1859), 138-148.

75 Locher (note 66), 43.

76 Le Guet Tully (note 65), 36

77 Urbain Le Verrier, 'Rapport sur l'observatoire impérial de Paris', *Annales de l'Observatoire de Paris* 1 (1855), 1-68

78 Sur les travaux géodésiques de Le Verrier, voir le chapitre 8 de Lequeux (note 64), 249-272. pour l'action dans le domaine de la météorologie, se référer au chapitre « Le télégraphiste, le marin, l'instituteur » de la thèse de Locher, Fabien, *Le Nombre et le Temps : la météorologie en France (1830-1880)*, (Paris, EHESS, 2004), 191-274.

79 Airy (note 53), 210-211

sont déterminés par la méthode de l'œil et de l'oreille[80]. Ils reconnaissent que les erreurs les plus courantes dans ce genre d'opération sont les erreurs personnelles 'qui peuvent produire des discordances jusqu'à une seconde de temps entre les déterminations de l'heure d'un même lieu, faites par divers astronomes'. Le moyen choisi pour y obvier est de calculer 'la longitude au moyen de deux séries d'opérations entre lesquelles on fait l'échange des observateurs'[81]. Le Verrier avait, dès 1850, prévu d'employer le télégraphe pour mesurer la différence de longitude entre Paris et Greenwich : il avait ainsi demandé au gouvernement de prolonger la ligne télégraphique de Dunkerque en direction de l'Angleterre[82]. Le réseau télégraphique constitue une force scientifique, pour permettre une jonction géodésique des observatoires européens[83]. En conclusion de leur rapport, Airy et Le Verrier remarquent que l'équation personnelle est bien au centre de la problématique de réduction des erreurs. Il s'agit, notent-ils, de faire pour 'l'organisme humain comme pour tous les autres appareils dont nous nous servons'[84]. Les problématiques inhérentes à l'équation personnelle et aux transmissions télégraphiques sont bien présentes dans cette coopération internationale. Les données recueillies lors de cette opération scientifique croisée n'ont pu être utilisées : Hervé Faye (1814-1902), chargé avec l'astronome Dunkin, de mener la saisie des informations à Paris et à Greenwich n'a, semble-t-il, pas effectué le 'nivellement de l'axe de la lunette méridienne'[85]. Neuf ans après les faits, Faye et Le Verrier se renvoient la faute devant l'Académie des sciences. Cependant, la détermination des longitudes avec Greenwich inspire très clairement Le Verrier : 'Dès cette époque, explique-t-il en 1856 devant l'Académie des sciences, je m'occupai d'un projet d'enregistrement des observations des passages au méridien au moyen d'un chronographe électrique. Or, tout en reconnaissant que la détermination de l'état des horloges par la méthode des coïncidences constituerait un progrès dans la détermination des longitudes, il me parut que la question serait encore plus simplifiée si l'on pouvait se passer complètement de toute détermination de l'état relatif des pendules ; et c'est à quoi il paraissait possible de parvenir en enregistrant sur le même chronographe les observations faites dans les deux stations'[86].

Faye quitte le service de l'Observatoire de Paris suite à une brouille avec Le Verrier dès la fin de cette opération[87] et en sera un opposant farouche tout au long du règne du directeur.

Un jeune astronome, Emmanuel Liais (1826-1900), est le maître d'œuvre de la mesure de la longitude de Bourges conduite par l'Observatoire en collaboration avec les services de l'Armée chargés de la géodésie française[88]. Si la télégraphie est la technique de base utilisée, elle est secondée pour la première fois en France par la mesure des instants de passage réalisée avec un chronographe électrique mis au point par Liais. Ce dernier quitte l'Observatoire en 1858[89], en total désaccord avec son directeur.

Pour la troisième campagne de 1861, publiée tardivement en 1866[90], Le Verrier utilise la

[80] George Airy Urbain Le Verrier, « Nouvelle détermination de la différence de longitudes entre les Observatoires de Paris et de Greenwich », *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences* 39 (1854), 553-566 et aussi Urbain Le Verrier, 'Sur la détermination des longitudes terrestres', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences* 48 (1856), 250-257

[81] Airy, Le Verrier (note 80), 554.

[82] *Ibid.*, 558.

[83] *Ibid.*, 566.

[84] *Ibid.*, 565.

[85] Hervé Faye, 'Réponse à une inculpation de M. Le Verrier relativement à la part que M. Faye a prise à la détermination de la différence de longitude entre Londres et Paris', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences* 56 (1863), 155.

[86] Le Verrier (note 80), 250.

[87] Le Guet Tully (note 65), 42.

[88] *Ibid.*, 251, et Le Général Blondel, Urbain Le Verrier, 'Détermination astronomique de la longitude de Bourges', *Annales de l'Observatoire Impérial de Paris*, 8 (1866), 1-36.

[89] Le Guet Tully (note 65), 42.

[90] Urbain Le Verrier, 'Détermination astronomique de la longitude du Havre', *Annales de l'Observatoire Impérial de*

télégraphie mais, privé de son technicien, revient à l'ancienne méthode de l'œil et de l'oreille. Ce n'est qu'à partir de l'été 1873 que Maurice Loewy, recruté par Le Verrier en août 1860, utilisera à nouveau un chronographe défilant, modèle de Hipp, pour la détermination de la longitude de l'observatoire de Vienne[91]. Ce chronographe, modifié début 1874 par Bréguet, servit au même astronome dans les mois suivants, d'abord pour le raccordement au réseau géodésique européen à la station de Bragance[92] puis pour les longitudes de Marseille et Alger[93].

D'un point de vue épistémologique, le problème de l'équation personnelle agite l'astronomie française du 19e siècle. Dans un de ses derniers textes soumis à l'Académie des sciences[94], Arago rappelle l'histoire de la question depuis le début du siècle. Il regrette que 'les astronomes ne se sont pas suffisamment occupés de cet objet, quoiqu'il soit de nature à répandre sur leurs observations la plus pénible incertitude'. Il évoque ses propres expériences à l'Observatoire de Paris. Au début des années 1840, il avait utilisé un chronomètre mécanique « à pointage » mis au point par Bréguet (chronomètre Bréguet à double seconde de 1820 remanié). Il fait la liaison avec les travaux américains de Bond à l'US Coast Survey et fait part de son admiration pour 'la méthode électrique' déployée par les services de Bache.

2.3. Des prototypes français abandonnés

Si les pratiques dans l'astronomie française ne laissent pas la place à l'utilisation du chronographe électrique, à la différence de ce qui est observé aux États-Unis et en Angleterre, ce n'est pas en raison de l'absence de développement de ce type d'instrument en France. Au moins deux prototypes ont vu le jour entre 1855 et 1860 à Paris, permettant l'apparition de 'filières françaises' du chronographe imprimant.

Dans sa présentation des 'chronographes électriques à mouvements lents et à marqueurs de secondes', c'est-à-dire les modèles directement utilisés par l'astronomie, Théodose du Moncel mentionne que 'le chronographe de MM. Digney a été utilisé vers 1858, à l'institut technomatique lors d'une éclipse de soleil, afin d'enregistrer les instants précis des contacts entre la lune et le soleil'[95]. L' 'Institut Technomatique' fut créé à Paris en 1847 par Ignazio Porro (1801-1875) selon le modèle de l'Institut d'Optique et de Mécanique ouvert par Von Reichenbach en 1804 à Munich. Porro était un ingénieur retraité de l'armée piémontaise. Il produisit en France des instruments pour l'observation astronomique, pour la géodésie et pour des usages militaires, entre 1847 et 1861[96].

Son observation de l'éclipse de Soleil du 15 mars 1858 fut réalisée depuis le jardin de son atelier, au n°10 de la rue d'Enfer. Cette observation combine trois techniques novatrices : le plus grand réfracteur au monde, la photographie au collodion et la datation du cliché à l'aide d'un chronographe imprimant électrique. Les principaux acteurs de l'époque ont retenu de cette observation seulement deux aspects. L'emploi de cette lunette d'une taille exceptionnelle a été utilisé comme un argument au service d'une polémique sur les grands instruments de

Paris, 8 (1866), 37-82.

91 Maurice Loewy, Theodor von Oppolzer, 'Détermination de la différence de longitude entre Paris et Vienne', *Annales de l'Observatoire de Paris – Observations* (1876), E1-E140.

92 Maurice Loewy, Theodor von Oppolzer, 'Détermination de la différence de longitude entre Paris et Bregenz', *Annales de l'Observatoire de Paris – Observations*, (1885), F1-F106.

93 Maurice Loewy, Edouard Stephan, 'Détermination de la différence des longitudes entre Paris-Marseille et Alger-Marseille', *Annales de l'Observatoire de Marseille*, 1 (1878), 10.

94 François Arago, 'Note sur un moyen très simple de s'affranchir des erreurs personnelles dans les observations des passages des astres au méridien', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences* 36 (1853), 276-284.

95 Du Moncel (note 70), 237.

96 Peter Abrahams, 'Ignazio Poro ; Ignaz Peter Paul Porro' (2005) en ligne sur http://home.europa.com/~telscope/porro.txt (consulté le 01 avril 2012) et François Moigno, 'Parc astronomique du Boulevard d'Enfer', *Cosmos*, 8 (1856), 357-360.

l'Observatoire de Paris[97] et d'un différend entre Le Verrier et Porro[98]. D'autre part, la photographie des différentes phases d'une éclipse de Soleil était tout à fait nouvelle en France[99]. Plus tard, quelques auteurs, dont Théodose Du Moncel, soulignent l'usage du dispositif de chronographe imprimant dans cette expérience. Porro lui-même ne devait pas miser sur une carrière commerciale de cet instrument car il ne l'évoque pas dans son catalogue de 1858[100].

Les articles de 1858 ne donnent que peu d'éléments de description de cet instrument. Le chronographe imprimant en chiffre romain fut construit par les frères Digney[101] et par Beaudoin sur la base d'un appareil télégraphique de type Morse. Cet instrument obtient la médaille d'or de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale en 1860[102].

Un astronome amateur, membre de la section Géographie-Navigation de l'Académie des sciences, Antoine d'Abbadie (1810-1897), inaugure à cette époque un observatoire astronomique privé dans sa propriété d'Abbadia, près de Hendaye[103]. Il est client de l'Institut technomatique et a plusieurs fois versé des avances pour éviter la banqueroute à son constructeur qui 'avait de bonnes idées parfois'[104]. Il est intéressé par le chronographe imprimant et prétend en avoir commandé un dès 1859[105]. Il s'en fait l'ardent promoteur dans ses publications :

'La plupart des astronomes emploient l'ancienne manière de fractionner la seconde par la combinaison de l'ouïe et de la vue. On croit que cette méthode ouvre une porte plus large aux erreurs de l'équation personnelle, et l'on préfère le chronographe, mais les appareils actuels ont le désavantage d'allonger le travail dans de grandes proportions par la nécessité de mesurer séparément chaque fraction. Il y a déjà longtemps que Porro a réussi à la faire imprimer en chiffres connus ; cette idée s'est présentée plus tard en Amérique à M. Hough qui l'a mise à exécution, et elle paraît mériter d'être reprise chez nous (…)'.[106]

Cependant, la fin brutale de l'activité de Porro à Paris, ne permet pas à d'Abbadie d'obtenir l'instrument souhaité. S'il réussit à récupérer une partie de ses investissements[107], il cherche

97 Emmanuel Liais, 'De l'état de l'astronomie en France', *L'ami des sciences*, 4(19) (1858), 292, Philippe Véron, 'L'équatorial de la tour de l'est de l'observatoire de Paris', *Revue d'histoire des sciences*, 56(1) (2003), 209, Françoise Le Guet Tully, Hamid Sadsaoud, 'La création de l'observatoire d'Alger', in *La (re)fondation des observatoires astronomiques sous la III^e République*, édité par Jérôme de La Noë et Caroline Soubiran (Pessac, 2011), 234.

98 'Contentieux Porro', Mélanges, Bibliothèque d'Antoine d'Abbadie.

99 Hervé Faye, 'Observations photographiques de l'éclipse, faites avec la grande lunette de M. Porro', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, 46 (1858), 507, Hervé Faye, 'Sur les photographies de l'éclipse du 15 mars, présentées par MM Porro et Quinet', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, 46 (1858), 705-710.

100 Ignazio Porro a imprimé chez Mallet-Bachelier à Paris un catalogue non daté de trois pages sur lequel figure onze instruments 'en construction plus ou moins avancée'. Parmi ceux-ci se trouvent le réfracteur astronomique 'le plus grand qui existe au monde', plusieurs autres lunettes, des héliosCopes, des lunettes zénithales. Il est possible de dater ce catalogue de 1858 d'après une inscription manuscrite d'un exemplaire conservé dans la bibliothèque d'Antoine d'Abbadie (1810-1897), un de ses fidèles clients.

101 Les frères Digney étaient associés dans un atelier de construction d'instruments à Paris, 8 rue des Poitevins.

102 'Distribution des médailles', *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, 7 (1860), 228.

103 Jean-Paul Poirier, Anthony Turner, *Antoine d'Abbadie*, (Paris, 2002), Frédéric Soulu, 'D'un observatoire à une station d'observation : Abbadia (1858-1975)', in *La (re)fondation des observatoires astronomiques sous la III^e République*, édité par Jérôme de La Noë et Caroline Soubiran (Pessac, 2011), 277-291.

104 Sur les problèmes financiers de Porro entre 1852 et 1861 et le rôle de d'Abbadie dans son affaire, voir le dossier 152J530 des Archives Départementales des Pyrénées-Atlantiques (section de Bayonne).

105 Copie de lettre n°118 du 1 février 1872 à C.W.Hough, Director of the Dudley observatory, Volume Q, Archives du Château d'Abbadia : 'I have taken up my pen in consequence of having read your letter in n°1872 of the Astr. Nachrichten. At least 13 years ago, Porro, then established in Paris, shewed me the result of a contrivance, somewhat similar. I did not see the mecanism, but have a printed example from his wheels. I then ordered a chronograph of that sort from Porro who failed shortly after and escaped from his creditors by returning to Italy, without fulfilling my order'.

106 Antoine d'Abbadie, 'Sur quelques desiderata de l'astronomie', *Annales de la Société scientifique de Bruxelles* (1881), 134.

107 Voir la liste des instruments que d'Abbadie récupère dans la lettre du 29 mars 1861 de Clélia Porro, dossier

cependant longtemps à faire construire le chronographe imprimant 'modèle Porro' par d'autres comme Louis Bréguet (1803-1884) par exemple[108]. Nous ne savons pas ce qu'est devenu le modèle original utilisé par Ignazio Porro lors de son observation de 1858.

À la même époque, un autre prototype voit le jour au sein même de l'Observatoire de Paris. Son concepteur est Emmanuel Liais. Ce Breton, fondateur avec Théodose du Moncel et Auguste Le Jolis, de la Société des sciences de Cherbourg, est appelé à rejoindre l'Observatoire dès 1851 par François Arago, suite à l'envoi de ses premiers travaux à l'Académie des sciences[109]. Malgré la mort de son mentor, Liais poursuit sa collaboration avec le nouveau directeur et est nommé attaché à l'Observatoire en mars 1854, astronome-adjoint six mois plus tard, puis astronome titulaire en 1856. Cette période est celle d'un travail acharné et totalement dévoué à la gloire de l'Observatoire et de son Directeur. Plus tard, il prétend même être à l'origine de certaines des propositions les plus novatrices de Le Verrier : 'Ce projet mentionnait le fait de l'emploi du télégraphe aux États-Unis pour l'étude des ouragans, et le proposait pour la France. M Le Verrier n'eut guère que la peine d'intercaler ce projet dans son rapport général'[110].

Météorologie, télégraphie, réalisation d'un réseau, Liais étoffe son expertise initiée à Cherbourg, 'par osmose' avec Théodose du Moncel. Parallèlement, il œuvre à l'automatisation des observations géomagnétiques. Il publie entre 1852 et 1855 plusieurs notices dans les *Mémoires de la société scientifique de Cherbourg*. Elles attestent du développement de sa maîtrise des nouvelles techniques électriques et de sa volonté de les appliquer à l'enregistrement de données météorologiques mais aussi à celles de l'astrométrie méridienne. Son premier projet de chronographe est imaginé dans cette période[111]. En 1854, 'élève astronome', il est en effet astreint à un service régulier à la lunette méridienne de l'Observatoire pendant quelques mois[112].

Après le départ d'Hervé Faye à la fin de l'été 1854, Urbain Le Verrier confie, comme nous l'avons vu plus haut, la réalisation des mesures télégraphiques des longitudes à Emmanuel Liais, qui est alors promu. Pour ces opérations, il construit à l'Observatoire en 1856 son premier prototype que décrit succinctement Le Verrier cette même année[113]. La description livrée dans l'article de Le Verrier est complétée par Théodose du Moncel : 'M Liais, en 1857, avait organisé (…) un chronographe électrochimique analogue à celui que j'avais fait établir moi-même pour mes recherches sur les électroaimants'[114]. Ses travaux publiés dans les *Mémoires de la société des sciences de Cherbourg*[115] étaient effectivement bien connus de son confrère Emmanuel Liais. Le chronographe défilant imprimait, à l'aide de trois styles conducteurs, une feuille de papier électrochimique enroulée sur un cylindre mobile. Le style central, relié à une horloge régulatrice ou 'maîtresse', marquait les secondes. Les autres servaient à inscrire l'instant de l'événement observé, c'est-à-dire le passage d'une étoile sur un fil du micromètre.

152J530 des Archives Départementales des Pyrénées-Atlantiques (section de Bayonne) et Copie de lettre n°95 du 23 avril 1862 à Rodolphe Radau, Volume K, Archives du Château d'Abbadia

108 Copie de lettre n°27 du 06 décembre 1874 au Comte du Moncel, Volume S, Archives du Château d'Abbadia dans laquelle d'Abbadie évoque à propos de Bréguet 'l'espoir non réalisé jusqu'ici, qu'il me construirait le meilleur des chronographes (…) commandé mais en vain' à Porro ; il semble avoir atteint son but vers 1880, lors de l'installation de son nouvel observatoire autour d'une lunette méridienne. Il écrit alors à Tisserand qu'il « attend toujours le chronographe » qui doit arriver (LAS de d'Abbadie à Tisserand du 11 octobre 1879 Archives Départementales des Pyrénées-Atlantiques 152J674)

109 Louis Corbière, 'Notice nécrologique sur M. Emmanuel Liais', *Mémoires de la Société des sciences de Cherbourg* 32 (1900), 349-361., Locher (note 73), 197-198.

110 Emmanuel Liais, *L'espace céleste et la nature tropicale* (Paris, 1865), 414.

111 Emmanuel Liais, 'Chronographe indiquant l'origine du mouvement fait par le doigt pour l'inscription des observations astronomiques', *Mémoires de la Société des sciences de Cherbourg* 2 (1854), 379.

112 Liais (note 99), 274.

113 Le Verrier, Urbain (note 82), 252.

114 Du Moncel (note 73), 234.

115 Voir par exemple quelques-uns des modèles imaginés par Du Moncel dans Théodose du Moncel, 'Sur les chronoscopes et chronographes électriques', *Mémoires de la Société des sciences de Cherbourg* 1 (1852), 222-236.

Conscient de son exploit technique, Liais écrit : 'Avant mon chronographe à bandes, il n'existait que le chronographe à cylindre de l'Observatoire de Greenwich'[116]. Il semble que le directeur de l'Observatoire de Paris ait pris ombrage des résultats de son subordonné. La raison exacte du différend entre Le Verrier et Liais n'est pas connue[117], cependant ce dernier quitte l'Observatoire fin 1857. Il signe un article au vitriol contre Le Verrier en 1858[118], ce qui devient une tradition au fur et à mesure des démissions d'astronomes parisiens[119]. Ce départ marque la fin de l'histoire du chronographe dans l'astronomie française pour près de vingt ans.

Emmanuel Liais part au Brésil avec Hervé Faye, un autre opposant à Le Verrier, pour y observer l'éclipse de Soleil du 7 septembre 1858. À l'invitation de l'Empereur dom Pédro II, il y débute une seconde carrière. Comme Rümker quittant l'observatoire de Paramatta avec ses cahiers d'observation[120] pour manifester son désaccord avec le directeur Brisbane, Emmanuel Liais a quitté Paris avec ses bandes de chronographe. Il souhaite cependant poursuivre le développement de son instrument. Cet habile expérimentateur imagine dès 1859 le principe du micromètre impersonnel qui couplé au chronographe électrique imprimant fut le mode d'observation des astrométristes du 20e siècle[121]. En ce qui concerne son chronographe défilant, il simplifie la lecture des bandes en remplaçant le cylindre d'enregistrement par une impression en spirale sur un disque mobile. Construit en 1872 par Deschiens à Paris, ce chronographe est breveté et présenté à l'Exposition Universelle de Vienne de 1873. Il est médaillé par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale en 1875[122]. Avec son disque de 30 centimètres de diamètre, cet instrument permettait de dater des événements pendant 45 minutes d'observation continue. Deux exemplaires équipaient la lunette méridienne de l'observatoire de Rio de Janeiro[123] dont Liais avait pris la direction effective le 12 novembre 1874[124]. L'un d'eux fut aussi utilisé pour l'observation du passage de Mercure devant le Soleil le 8 mai 1878. En présence de l'empereur, un observateur 'muni du tope du chronographe était chargé de noter de manière indépendante les diverses phases et notamment le premier soupçon, c'est à dire l'instant où le filet lumineux semblait vouloir se former'[125].

Emmanuel Liais, veuf et malade, se retire à Cherbourg en 1881. Il y décède le 5 mars 1900 et lègue sa bibliothèque à la Société des sciences qu'il a fondée plus d'un demi-siècle avant. Un de ses chronographes y est aujourd'hui encore exposé[126].

Le chronographe ne s'est certes pas répandu dans les observatoires français et il n'a pas fait souche à l'Observatoire de Paris, mais les astronomes français n'ont, pour autant, pas abandonné la question de l'équation personnelle. En 1866, Charles Wolf publie ses 'recherches sur l'équation

116 Emmanuel Liais, 'Description de l'observatoire impérial de Rio de Janeiro et de ses instruments', *Annales de l'observatoire impérial de Rio de Janeiro*', 1 (1882), 226.

117 Locher (note 71), 243.

118 Liais (note 97), 273-276 et Emmanuel Liais, 'De l'état de l'astronomie en France', *L'Ami des sciences*, 19 (1858), 291-293.

119 Autre exemple : Camille Flammarion, 'Le Bureau des Longitudes et l'administration astronomique en France', *Le Siècle*, n°11286, 10 février 1866.

120 Schaffer (note 1), 132-140.

121 Emmanuel Liais, 'Sur la valeur relative des divers modes de pointé avec le théodolite, et sur les équations personnelles', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, 49 (1859), 494-499.

122 Théodore Du Moncel, 'Rapport fait par M. le comte Du Moncel, au nom du comité des arts économiques, sur les appareils électriques présentés par M. Deschiens, boulevard Saint Michel, 123, à Paris', *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 2 (1875), 335-349.

123 Luis Cruls, 'Matériel de l'observatoire de Rio de Janeiro', *Annales de l'observatoire impérial de Rio de Janeiro*, 1 (1882), 260.

124 Henri, Freitas Mourão de Debehogne, Ronaldo Rogério, 'Cent cinquantième anniversaire de l'observatorio nacional de Rio de Janeiro. Une date controversée : 1780 ou 1827', *L'astronomie* 93 (1979), 70.

125 Emmanuel Liais, 'Introduction, méthodes et observations', *Annales de l'observatoire impérial de Rio de Janeiro,* 4 (1889), 34-35.

126 On peut en voir une photo à l'URL : http://www.societesciencescherbourg.org/images/photossitessc016.jpg [consulté le 15 février 2012]

personnelle dans les observations de passages (…)'[127]. Il note que 'plusieurs physiciens' se sont 'préoccupés de la détermination de ces corrections absolues'[128]. Le plus souvent, les dispositifs mis en place visaient à déterminer les erreurs personnelles, non à la réduire ou à les faire disparaitre. Wolf connaît l'appareil de Hirsh et décrit son principe général : 'la différence entre l'époque réelle du passage et celle où l'observateur enregistre ce passage est donnée par un chronographe de construction particulière dû à M. Hipp'[129]. L'astronome français se montre réticent à employer un appareil qui « exige la présence de trois personnes » et il doute de son utilité pour la correction personnelle[130]. Wolf fonde son travail sur la mesure des erreurs personnelles : il met au point un système qui comporte une lunette, une mire mobile, un appareil de contacts et un enregistreur[131]. La quête des erreurs individuelles se fait grâce à une étoile artificielle qui sert d'étalonnage à chacun des observateurs. L'électricité fait son apparition dans le dispositif technique ainsi mis en place ; mais il convient de remarquer qu'elle n'est pas employée pour contourner les problèmes de la méthode œil-oreille. À Marseille, Stéphan et Loewy précisent, pour la détermination de la différence des longitudes entre Paris et Marseille et entre Alger et Marseille, l'ensemble des opérations mises en œuvre pour déterminer 'leurs équations personnelles'[132]. En 1889, Guillaume Bigourdan, à l'Observatoire de Paris, publie sa thèse sur l'équation personnelle dans les mesures d'étoiles doubles, sans faire mention des méthodes américaines[133]. La même année à Lyon, Charles André et François Gonnessiat réalisent des travaux sur l'équation personnelle 'par la méthode de l'œil et de l'oreille'. Leur proposition est 'une simplification' du système technique de Wolf[134].

3. Autopsie d'un échec

3.1. Généralisation de l'usage du chronographe imprimant en France au début du 20e siècle

[127] Charles Wolf, 'Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passage, sa détermination absolue, ses lois et son origine', *Annales de l'Observatoire de Paris*, 8 (1866), 153.

[128] *Ibid.*, 155.

[129] *Ibid.,* 156.

[130] *Ibid.*, 156.

[131] *Ibid.*, 157.

[132] Maurice Loewy, Edouard Stephan, 'Détermination de la différence des longitudes entre Paris-Marseille et Alger-Marseille', *Travaux de l'Observatoire de Marseille*, 1 (1878), 201.

[133] Guillaume Bigourdan, 'Sur l'équation personnelle dans les mesures d'étoiles doubles', *Annales de l'Observatoire de Paris*, 18 (1889), C1- C74.

[134] Charles André, François Gonnessiat, 'Étude expérimentale de l'équation décimale dans les observations de passages, faites à l'Obsevatoire de Lyon', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, 114 (1892), 157. Voir également, François Gonnessiat, 'Recherches sur les erreurs personnelles dans les observations de passages', *Bulletin astronomique*, 6 (1889), 471- 480, Félix Tisserand, 'Revue des publications' , *Bulletin astronomique*, 9 (1895), 251-254, François Gonnessiat, 'Quelques remarques à propos des recherches expérimentales sur l'équation personnelle', *Bulletin astronomique*, 9 (1892), 374-379, Paul Stroobant, 'Recherches expérimentales sur l'équation personnelle dans les observations de passages', *Bulletin astronomique*, 9 (1892), 146-160, François Gonnessiat, 'À propos des recherches sur l'équation personnelle. Réponse à M. Stroobant', *Bulletin, astronomique*, 9 (1893), 121-124, Paul Stroobant, 'Note sur l'équation personnelle. Réponse à M. Gonnessiat', *Bulletin astronomique*, 10 (1893), 5-7. Cette longue discussion autour des moyens de cerner l'erreur personnelle de chaque observateur souligne la persistance de la problématique mise au jour par Charles Wolf : les recherches portent sur l'équation personnelle elle-même, davantage que sur les moyens de la contourner ou de la supprimer. Yvon Villarceau en 1860 expliquait ainsi que 'la détermination des équations personnelles peut s'effectuer de deux manières distinctes : 1° en comparant directement les observations de la même étoile faite par deux personnes différentes ; 2° en comparant les états de la pendule déduits d'observations d'étoiles horaires faites par différents observateurs (…)'. (Yvon Villarceau, 'Exposé du système des observations et de la détermination des éléments de leur réduction', *Annales de l'Observatoire de Paris - Observations*, 12 (1860), A30).

À l'aube du 20e siècle, Félix Boquet, astronome de l'Observatoire de Paris, livre une grande synthèse des techniques de l'astrométrie méridienne, sous forme d'articles dans un premier temps, puis de livres[135]. Dans l'article 'Les chronographes imprimants de l'Observatoire de Paris', il décrit les premiers modèles utilisés aux États-Unis d'Amérique puis constate que 'les appareils enregistreurs imprimants n'ont pas joui, en France du moins, d'une grande faveur' jusqu'à ce que 'l'abbé Verschaffel présenta à l'Exposition universelle de 1900 un modèle de chronographe employé par lui à l'observatoire d'Abbadia'[136]. Hérité du prototype de Porro, ce modèle 'Verschaffel' surgit d'un obscur observatoire privé ; comment devient-il au début du 20e siècle le standard de l'astronomie institutionnelle française ?

Aloys Verschaffel est un prêtre oratorien belge recruté en octobre 1896 par Antoine d'Abbadie pour prendre la direction de son observatoire[137]. Au décès de ce dernier en 1897, son épouse Virginie confie la direction scientifique de l'établissement à Maurice Loewy[138]. Le responsable de l'Observatoire de Paris devient alors le maître d'œuvre de la politique de réorientation scientifique d'Abbadia : de la 'protogéophysique' à l'astronomie méridienne comme 'science hypernormale'[139]. Il engage l'équipe d'observateurs dirigée par Verschaffel à mesurer les positions d'étoiles-repères du programme de la Carte du Ciel.

Doté d'une lunette méridienne Eichens installée en 1880[140], l'observatoire est équipé pour l'astrométrie. Verschaffel présente ainsi la chaîne de mesure dans une lettre de novembre 1898 et fait mention d'un chronographe : 'Notre chronographe est imprimant et dans le système décimal. L'équation de l'appareil est de -0,1s. Cette équation peut varier dans une même série de ±0,01 s'[141].

Selon Aloys Verschaffel, cet instrument 'avait été construit à l'origine par la maison Radiguet, transformé par l'horloger Collin', puis 'totalement transformé depuis deux ans par des ouvriers du pays'[142]. Boquet ajoute dans son article de 1905 que le prototype de Radiguet avait été abandonné dans les caves de l'observatoire d'où Verschaffel l'exhuma. Il s'agit donc bien d'une matérialisation du projet de Porro, réalisée finalement par d'Abbadie à une date qui nous est inconnue au dernier quart du 19e siècle. Une photographie du chronographe d'Abbadia datant du tout début du 20e siècle est conservée dans l''Album Amicorum pour H.G. van de Sande Bakhuyzen' conservé à la bibliothèque de l'Université de Leyden[143]. C'est un chronographe imprimant à pendule conique.

Les observations réalisées pour le compte de l'Observatoire de Paris à Abbadia durant l'été et l'automne 1899 semblent pleinement satisfaire Loewy[144] qui accorde une attention particulière au

---

135 Félix Boquet, *Les observations méridiennes, Encyclopédie scientifique*, (Paris, 1909).

136 Boquet (note 9), 257-283.

137 Émile Picard, 'Notre Correspondant, M. l'abbé Verschaffel ...', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, 196 (1933), 305-306 et Auguste Collard, 'L'abbé Aloys Verschaffel (1850-1933)', *Ciel et Terre*, 49 (1933), 88-92.

138 Poirier, Turner (note 103), 23.

139 Soulu (note 103), 283.

140 Le Guet-Tully, Davoigneau (note 2).

141 L.A.S. de Verschaffel à Loewy du 22 novembre 1898, MS 1060, VA1, 'Abbadia 1896-1905', Archives de l'Observatoire de Paris.

142 L.A.S. de Verschaffel à Loewy du 2 janvier 1900, MS 1060, VA1, 'Abbadia 1896-1905', Archives de l'Observatoire de Paris.

143 Cette magnifique description photographique des observatoires du monde en 1908 a été numérisée et la page consacrée à l'observatoire d'Abbadia peut être consultée à l'URL : http://www.strw.leidenuniv.nl/album1908/Album/MMUBL03_AFA_LA_055.jpg [consultée le 10 mai 2012]

144 L.A.S. de A. Gaillot à A. Verschaeffel du 18 octobre1899, MS 1060, VA1, 'Abbadia 1896-1905', Archives de l'Observatoire de Paris : 'M l'abbé, La nouvelle série d'observations ainsi que celles que vous avez bien voulu nous adresser antérieurement accusent un haut degré d'exactitude. Elles serviront très efficacement à la construction de la carte photographique du Ciel, et je vous félicite de ces travaux qui font le plus grand honneur à l'Observatoire fondé par M. d'Abbadie'.

chronographe. Il envisage cet outil comme un accélérateur de travail. La productivité de l'observatoire d'Abbadia est d'ailleurs un parangon pour l'astronomie française selon la vision synthétique et nationaliste de Benjamin Baillaud[145]. Loewy souhaite acquérir une copie du chronographe pour le tester à Paris. À cet effet, il demande à Virginie d'Abbadie de bien vouloir prêter le chronographe à l'Observatoire de Paris. Celle-ci préfère prendre en charge la réalisation d'une réplique sur place, à Abbadia[146]. Malgré l'avis peu enthousiaste de Fenon[147], Loewy persiste dans ses choix et décide de présenter l'instrument à l'Exposition Universelle de 1900 : 'On indiquera dans la vitrine par une inscription détaillée, que l'instrument imaginé par vous fonctionne à l'observatoire d'Abbadia et sera employé à l'Observatoire de Paris'[148].

Le nouvel exemplaire de chronographe est livré à Paris à la mi-mai 1900. Il est mis à l'essai à la lunette de Gambey. L'abbé Verschaffel arrive à son tour fin novembre 1900 pour assister à l'Exposition Universelle. Il reçoit cette même année le prix Valz de l'Académie des sciences sur rapport de Maurice Loewy[149].

Ayant essuyé un refus de Fenon, Loewy se tourne en 1901 vers Paul Gautier pour concevoir une version avancée du chronographe Verschaffel. Celui-ci livre un modèle qui 'quoique inspiré par celui de M. Verschaffel, en diffère cependant par le principe même de la synchronisation'[150]. Le chronographe Gautier entre définitivement en service au méridien Secrétan-Eichens de l'Observatoire de Paris à partir du 1er septembre 1903. Entré dans l'offre de la maison Gautier, loué par le directeur et les astrométristes de l'Observatoire de Paris, le chronographe imprimant connaît une large diffusion dans les observatoires de province. Loewy crédite Verschaffel de ce succès lors de la première candidature de ce dernier à la place de correspondant de l'Académie des sciences : 'Après l'installation d'un chronographe semblable, construit par lui, l'avantage de ce mode d'opération a été tellement frappant qu'aujourd'hui son usage s'est généralisé en France'[151].

Si l'instrument original d'Abbadia a été détruit consécutivement à l'occupation de l'observatoire pendant la seconde guerre mondiale[152], la copie parisienne de l'Exposition universelle est conservée au musée de l'Observatoire[153]. Trois chronographes Gautier ont été inventoriés et sont conservés dans des observatoires français[154].

Les chronographes imprimants se sont donc généralisés en France entre 1903 et 1906 après avoir été négligés pendant cinquante ans, malgré un discours officiel volontariste au milieu du 19e siècle. Sans que les acteurs du début du 20e siècle ne se l'expliquent, et alors qu'aucune innovation technique majeure n'apparaît, ces instruments ont soudainement conquis une communauté

145 Benjamin Baillaud, 'L'astronomie', *Un demi-siècle de civilisation française (1870-1915)* (Paris, 1916), 6 : 'Partout ce travail, fort ingrat, a été intense. A Abbadia, M. l'abbé Verschaffel avec quatre ou cinq jeunes gens, a fourni, en seize ans, 200 000 observations, a réduit et imprimé chaque année celles de l'année précédente, a publié deux catalogues et en a préparé un troisième qui paraîtra en 1916'.

146 LAS de Verschaffel à Loewy du 22 janvier 1900, MS 1060, VA1, 'Abbadia 1896-1905', Archives de l'Observatoire de Paris.

147 LAS de Fenon à Fraissinet du 17 novembre 1899, MS 1060, VA1, 'Abbadia 1896-1905 ', Archives de l'Observatoire de Paris : '(…) je dois vous dire, dès maintenant, que cet instrument, de dimension très grande, manque de simplicité et j'estime que les résultats qu'il pourrait donner ne seraient pas supérieurs à ceux qu'on obtient avec un simple chronographe à une seule plume inscrivante'.

148 Brouillon de lettre de Loewy à Verschaffel du 20 février 1900, MS 1060, VA1, 'Abbadia 1896-1905', Archives de l'Observatoire de Paris.

149 'Prix Valz', *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, 131 (1900), 1053.

150 Boquet (note 9), 262.

151 Maurice Loewy, 'M. l'abbé Verschaffel', Rapport en Comité Secret du 21 mai 1906, Archives de l'Académie des sciences.

152 'Contre expertise de G. Prin – Observatoire d'Abbadia', 1952, Archives du château d'Abbadia. L'expert précise : 'Chronographe imprimant A. Verschaffel : Instrument très délabré dont il ne reste que quelques éléments'.

153 'Chronographe à pendule conique de l'abbé Verschaffel (Paris inv.369, anc.20-3)' avec photographie, accessible en ligne à l'URL : http://patrimoine.obspm.fr/Instruments/C/C.html [consulté le 10 novembre 2011]

154 Données base Palissy, du Ministère de la Culture. Ces chronographes sont conservés dans les observatoires de Besançon, Hendaye et Nice.

d'utilisateurs sous l'impulsion du directeur de l'Observatoire de Paris.

3.2. Paramètres institutionnels d'infertilité

La chronologie de la diffusion de l'usage du chronographe imprimant en France nous conduit à rejoindre l'analyse soutenue par Arnaud Saint-Martin des déficiences de 'l'organisation socio-institutionnelle du champ astronomique'[155] français. Trois paramètres institutionnels permettent d'expliquer l'infertilité de l'astronomie française du 19e siècle dans le domaine de l'innovation chronographique : le centralisme, l'autoritarisme et le mode de financement de la recherche.

'On s'explique mal actuellement la prévention qu'il y avait contre ce genre d'instruments'[156] est la conclusion d'un article de Félix Boquet en 1905 portant sur les chronographes. Boquet a intégré l'Observatoire de Paris en tant qu'élève de l'École d'Astronomie en 1881. Calculateur mais aussi praticien du service méridien, il est monté hiérarchiquement, de grade en grade, jusqu'à devenir en 1906 chef du service méridien[157]. Sa parfaite maîtrise du sujet lui permet d'être l'auteur de deux volumes d'une *Encyclopédie scientifique* intitulés *Les observations méridiennes, théorie et pratique*[158]. Il est légitime de se demander alors comment un tel spécialiste ne peut pas livrer une meilleure analyse ?

Les difficultés techniques dans la mise au point et l'usage du chronographe sont nombreuses. Liais précise ainsi dans les Annales de l'Observatoire de Rio en 1882, tous les tours de mains qu'il faut maîtriser pour construire un instrument fiable : 'J'avais eu l'idée de transmettre le mouvement aux crayons à l'aide de cordons les mettant en relation avec une petite roue en mouvement au centre de rotation du bras de levier qui les porte, et ils devaient recevoir leur mouvement par une transmission venant du mouvement général de l'instrument. Mais l'habile constructeur M. Deschiens, a eu l'ingénieuse idée d'emprunter le mouvement à celui du plateau (…)'[159]. F. Boquet a longuement insisté sur cette complexité technique : 'il faut bien reconnaître que sa réalisation présentait de nombreuses difficultés et que pour passer de sa conception à sa mise en pratique il y avait à résoudre un problème d'horlogerie très compliqué. L'habileté du constructeur devait jouer dans la solution de cette question un aussi grand rôle que l'ingéniosité de l'inventeur'[160]. Les 'premiers appareils employés ne paraissaient pas à l'abri de critiques plus ou moins fondées'[161]. Le dispositif technique n'était pas le produit d'un travail reconnaissable de mécanicien, mais restait l'œuvre des inventeurs, avec toutes les variations d'usage et de construction que suppose ce mode de construction[162]. Cet argument (*i.e.* la complexité technique et pratique) ne semble cependant pas totalement pertinent dans la mesure où l'Observatoire de Paris disposait, en la personne d'Emmanuel Liais, d'un technicien capable de reconstituer un chronographe fonctionnel. D'autre part, le modèle qui fut à l'origine du chronographe imprimant Gautier 'de série' au début du 20e siècle, n'avait finalement été mis au point que par une équipe constituée d'horlogers communs du pays basque et d'un prêtre belge plus formé à l'enseignement qu'à la technique horlogère. Si la difficulté technique a joué un rôle ce n'est que dans l'articulation à une situation institutionnelle instable.

Plusieurs facteurs liés à l'organisation de l'astronomie française dans la seconde moitié du 19e siècle ont été des freins certains au développement de cet instrument en France.

Tout d'abord, la place laissée à Le Verrier dans l'organisation de l'astronomie en France est un cas

[155] Arnaud Saint-Martin, 'La phase critique de la Carte du Ciel à Paris, 1920-1940', in *La Carte du Ciel. Histoire et actualité d'un projet scientifique international*, édité par Jérôme Lamy (Les Ulis, 2008), 122.

[156] Félix Boquet, 'Chronographe de M. P. Gautier', *Bulletin Astronomique*, 22 (1905), 283.

[157] Martial Simonin, 'Felix Boquet', *Bulletin Astronomique*, 6 (1930), 277-279.

[158] Félix Boquet, *Les observations méridiennes, théorie et pratique*, (Paris, 1909).

[159] Emmanuel Liais, *Annales de l'Observatoire de Rio*, 1 (1882), 227-228.

[160] Boquet (note 9), 258.

[161] *Ibid.*, 262.

[162] *Ibid.*, 261.

unique en Europe. Ailleurs, des figures tutélaires impriment certes leur marque dans les communautés nationales astronomiques comme Airy en Angleterre, Mitchel ou Bond aux Etats-Unis, Schumacher en Allemagne ou Secchi en Italie. Cependant, ces directeurs ne se trouvent jamais en position de centralisme monopolistique. Ainsi Roger Hutchins décrit une astronomie anglaise[163] multipolaire où l'astronome royal compose avec les observatoires des universités et les grands amateurs. La *Royal Astronomical Society*, fondée en 1820, et ses *Monthly Notices* animent la communauté. Le gain en réputation s'y acquiert à travers cette publication, orientée vers l'observation. Cette gestion collaborative de l'astronomie autour d'associations et de revues se retrouve aussi en Allemagne et aux États-Unis. En France, en revanche, Le Verrier impose une centralité parisienne sans partage : les observatoires de province encore en activité (comme celui de Toulouse) peinent à maintenir une activité de pure routine (comme les relevés météorologiques quotidiens) et ne sont pas en mesure de contrebalancer une domination totale de la Capitale dans le domaine de l'astronomie.

La soumission totale des collaborateurs et l'absence de voies alternatives, conséquences de la gestion monopolistique de l'astronomie française par Le Verrier, conduisent à la révolution du *Mémoire sur l'état actuel de l'Observatoire Impérial*[164] en 1870 et à la destitution de Le Verrier. La direction de Le Verrier fut émaillée de conflits avec ses subordonnés dont Plantamour, Faye, Liais ou Foucault pour n'en citer que quelques-uns. Laétitia Maison rappelle l'exécration physique que 'cet animal qui fait du mal', selon les mots de l'astronome adjoint André, provoquait sur son personnel[165]. Son emprise est totale et régit les pratiques jusque dans les moindres détails : 'j'ai signalé à plusieurs reprises au directeur que le parallélisme n'existait pas sans toutefois le rectifier, car le règlement défendait à l'observateur de toucher à la vis de réglage'[166]. Cet autoritarisme put s'exercer pendant plus d'une décennie car il entrait en résonance avec celui du pouvoir politique de l'époque. Jimena Canales[167] et Fabien Locher[168] ont décrit la relation privilégiée et particulière entre le directeur de l'Observatoire et le pouvoir politique royal puis impérial.

De cette façon, Le Verrier bloque tout développement et toute innovation qui serait hors de son contrôle dans la discipline astronomique. Faye ne peut développer ni l'étude du Soleil, ni la photographie. Liais doit s'exiler au Brésil et trouver un nouveau mécène pour donner libre cours à sa créativité technique. Plantamour rejoint Genève et Bulard semble tenter une expérience originale d'astronomie physique en Algérie après leur renvoi de l'Observatoire. La difficulté que semble éprouver Le Verrier à se rendre maître des innovations de ses collaborateurs, et cela malgré son propre discours volontariste, renforce le doute sur ses aptitudes techniques, particulièrement pour l'observation. Plusieurs auteurs de l'époque le lui reprochent lors de crises ou de polémiques[169]. Comme nous l'avons vu, ce sont des praticiens, Loewy et Boquet, parvenus à des postes de responsabilité, qui sont à l'origine de l'introduction et de la diffusion du chronographe imprimant dans l'astronomie française.

Enfin, les conséquences économiques de la gestion par l'Empire de l'astronomie française ont aussi participé au blocage de l'innovation. Les chronographes en France se développent dans le domaine de la balistique. Ce sont des modèles qui ont bénéficié des financements de l'Armée. Dans le domaine de l'astronomie, les constructeurs d'instruments sont livrés pieds et poings liés à l'Observatoire de Paris et à son directeur. L'absence de marché national est un frein à l'innovation et à la prise de risque. Ainsi, Porro, un des rares à produire des systèmes originaux, est étranglé

163 Roger Hutchins, *British University Observatories 1772-1939*, (Ashgate, 2007).

164 *Mémoire sur l'état actuel de l'Observatoire Impérial*, (Paris,1870).

165 Laetitia Maison, 'L'expédition à Nouméa en 1874 : l'occasion d'une réflexion sur l'astronomie française', *Cahiers François Viète*, 11-12 (2006), 99-111.

166 Liais, (note 97), 275.

167 Jimena Canales, 'The single eye : re-evaluating ancien regime science', *History of Science*, 39 (2001), 71-94.

168 Locher (note 66)

169 Liais (note 97), 274, évoque son 'manque de pratique' ; Liais (note 116), 226, le présente comme un simple opérateur appuyant sur le tope lors de la mesure des longitudes entre Paris et Bourges.

par le manque de commandes mais aussi par celles qui ne sont pas honorées par l'Observatoire. Les astronomes américains venant s'équiper en Europe se tournent principalement vers l'Allemagne, et dans une moindre mesure vers l'Angleterre, où les constructeurs bénéficient d'un marché plus consistant. Le pouvoir politique français en prend conscience en promulguant en 1876 un décret sur le financement des achats d'instruments scientifiques[170]. Au début du 20e siècle, Gautier peut s'appuyer sur le marché des observatoires de province et sur ceux de l'opération de la Carte du Ciel pour développer son chronographe imprimant.

Félix Boquet, qui, au début du 20e siècle, s'est fait l'historien tardif de l'émergence du chronographe en France, a également tenté de rapprocher les recherches sur l'équation personnelle des thématiques psychologiques. Il publie, en 1905, un article intitulé 'Les recherches des astronomes sur l'équation décimale' dans *L'Année psychologique*. Il soutient notamment que 'la psychopathologie et la science des observations célestes ne sont pas des sciences aussi éloignées l'une de l'autre qu'on pourrait le croire de prime abord. Si la faiblesse de son cerveau oblige l'homme à sérier l'étude des sciences, il n'en reste pas moins certain que toutes les sciences sont les anneaux d'une même chaîne, la Science'[171]. Les astronomes sont dépositaires d'un matériau psychologique que synthétisent les recherches sur l'équation décimale. Ces remarques de Boquet semblent désynchronisées au regard des travaux de Hirsh, bien antérieurs. D'une certaine façon, ces remarques tardives sur les aspects psychologiques de l'équation personnelle permettent de qualifier le modèle français d'intégration des chronographes qui a, plus lentement, synthétisé les pratiques américaines prototypiques et les pratiques suisses interdisciplinaires. Sans conteste, l'observatoire-usine s'est bien imposé en France à partir des années 1870 comme le modèle de l'activité scientifique ; mais contrairement à Greenwich, les observatoires français –et singulièrement celui de Paris- n'ont pas incorporé les techniques chronographiques qui représentaient l'acmé d'une réduction machinique des interférences humaines dans la saisie des données.

4. Conclusion

Le chronographe imprimant n'a fait souche en France qu'au début du 20e siècle. Conçu initialement aux États-Unis, cet instrument vise à rationaliser les opérations de mesures des passages au méridien en limitant les effets des équations personnelles des observateurs. Le transfert vers la Grande-Bretagne a été l'occasion d'inaugurer la transformation des observatoires en véritables usines scientifiques capables de produire de grande quantité de données. En France, si ce modèle industriel de l'astronomie s'est bien déployé, notamment à l'Observatoire de Paris, l'instrument-emblème de cette évolution technologique et pratique, n'a pas connu le même succès. La structure même de l'astronomie française (repliée sur Paris), l'autoritarisme de Le Verrier (étouffant les initiatives personnelles) et la faiblesse du marché des instruments expliquent cette réception différée du chronographe imprimant.

La diffusion de cet instrument n'est pas corrélée à ses seules qualités intrinsèques. Pour qu'une innovation technique soit adoptée dans un espace scientifique donné, il est nécessaire que les conditions institutionnelles, organisationnelles et économiques soient favorables. La transformation des observatoires astronomiques occidentaux en centres industrieux de production massive de données s'est effectuée selon des fronts techniques et politiques fort variés : à l'assimilation rapide du chronographe imprimant en Angleterre répond son adoption lente, contrariée et finalement désynchronisée en France. Une même modification des pratiques scientifiques s'ordonne différemment selon les schémas institutionnels en place ; les cultures techniques et instrumentales différenciées selon les pays peuvent naître de ces substrats variés.

---

[170] Le Guet Tully (note 65).

[171] Félix Boquet, 'Les recherches des astronomes sur l'équation décimale', *L'Année Pyschologique*, 19 (1912), 27.