

Les dames de l'astronomie (1686-1900)

Professeurs de physique-chimie

CRDP – 12 juin 2013

Colette Le Lay

Centre François Viète d'histoire des sciences et des techniques de l'Université de Nantes

Je remercie vivement Véronique Barret de m'avoir invitée à faire cet exposé. Son message présentait trois arguments. Tout d'abord, elle avait plaisir à convier des conférencières (au lieu de conférenciers), ensuite, elle faisait valoir que le programme officiel de 2010 préconise une « mise en perspective historique », enfin, elle ajoutait que « l'univers » est un des thèmes du programme de Seconde. Je tâcherai de respecter ce cahier des charges.

Certains d'entre vous ont peut-être vu le petit papier que j'ai écrit dans le dossier « Femmes et sciences » du site de la Région Culturesciences. L'exposé d'aujourd'hui détaille cet article.

Lorsque d'Alembert rédige l'article « Astronomie » pour le premier volume de l'*Encyclopédie*, il accorde une place à la pratique féminine de la science des astres. Celle-ci prend la forme d'une liste des dames ayant apporté leur pierre à l'édifice commun. Nous débiterons par le portrait de quelques-unes de ces observatrices dont nous examinerons le statut et la production. Mais notre dessein est d'éviter l'écueil auquel se heurtent souvent les manuels scolaires, à savoir l'inventaire de grands noms, qui peut masquer les mutations profondes dans l'environnement socioculturel et dans l'exercice de la science et qui oublie l'armée de « petites mains » sans lesquelles la science ne peut avancer.

En ce milieu du 18<sup>ème</sup> siècle, l'astronomie est le siège d'un changement de paradigme. La gravitation newtonienne engendre l'émergence d'une branche hautement mathématisée, la mécanique céleste, qui prend le pas sur la traditionnelle astronomie de position. Quelques femmes, notamment les collaboratrices de Jérôme Lalande<sup>1</sup>, se font une place dans cette nouvelle science. Nous analyserons les singularités de leur parcours dans la deuxième partie. Avec l'Ancien Régime s'éteint la pratique de l'astronomie que l'on peut qualifier d'aristocratique. La professionnalisation croissante, entre autres, écarte les femmes. Quelques-unes se réfugient alors dans l'écriture telles les régionales de l'étape Clémence Royer (née à Nantes) et Sophie Ulliac-Trémadeure (née à Lorient) dont nous évoquerons l'œuvre dans la troisième partie.

Peu à peu, l'Observatoire de Paris, puis toutes les institutions analogues qui voient le jour dans les grandes villes à partir des années 1870, s'organisent sur un mode industriel. Le traitement des multiples données accumulées nécessite un personnel non permanent, compétent mais peu exigeant. Partout s'ouvrent des bureaux des calculatrices sur lesquelles nous concluons notre propos.

## 1- Observatrices

A la suite de d'Alembert, tous les articles et ouvrages consacrés à l'astronomie des dames débutent par la même figure tutélaire. L'histoire dramatique d'Hypatie (370 ?-415) a donné lieu à bien des légendes et, très récemment à un péplum d'Alejandro Amenabar qui, s'il se permet beaucoup de libertés avec la réalité historique, accorde néanmoins une place importante à la dimension scientifique de son héroïne. Aussi puis-je vous le recommander

---

<sup>1</sup> Deux biographies complémentaires sont parues à l'occasion du bicentenaire de sa mort :

Simone Dumont, *Un astronome des Lumières Jérôme Lalande*, Observatoire de Paris / Vuibert, 2007.

Guy Boistel, Jérôme Lamy, Colette Le Lay (dir), *Jérôme Lalande (1732-1807) Une trajectoire scientifique*, Presses universitaires de Rennes, 2010.

sans hésitation. Nous l'avons projeté à des élèves de Seconde et Première S et nous avons trouvé facilement des pistes d'exploitation notamment en Accompagnement personnalisé et en DNL mathématiques en anglais.

Mais, pour nous cantonner ici au 18<sup>ème</sup> siècle, retenons deux exemples emblématiques :

Maria Margarethe Winkelmann (1670-1720) est l'épouse de Gottfried Kirch, astronome à Leipzig. Tout en élevant six enfants dont deux, Christfried (1694-1740) et Christine (1696-1782), deviendront astronomes, elle assiste son époux dans ses observations et calculs. De 1700 à sa mort survenue en 1710, Gottfried exerce les fonctions de directeur de l'observatoire de Berlin où Maria découvre une comète en 1702. Devenue veuve, elle continue ses travaux dans l'observatoire privé d'un mécène. Elle réintègre l'observatoire de Berlin à la nomination de son fils en 1716 mais doit alors se contenter d'un rôle de second plan :

« L'intérêt de son fils, et le sien propre, l'obligeait à ménager l'esprit de quelques personnes, qui trouvaient mauvais qu'une femme s'attachât à cette science, et auraient voulu la réduire à sa quenouille, et à son fuseau. Ainsi elle renonça presque entièrement aux observations astronomiques ».<sup>2</sup>

L'astéroïde n°9815, repéré en 1960 par l'astronome néerlandaise Ingrid Van Houten-Groeneveld et son époux, prolifiques découvreurs de milliers de petites planètes, s'appelle MariaKirch.

Petite parenthèse pour signaler que je n'ai guère trouvé de portrait de la plupart des femmes dont j'évoquerai le parcours, Maria Kirch par exemple. En revanche, ceux de leur mari ou frère abondent.

Les deux sœurs d'Eustachio Manfredi (1674-1739), astronome à Bologne et membre associé de l'Académie des sciences, nous sont connues par l'éloge de leur frère rédigé par Fontenelle :

« (...) ses deux sœurs qui ont fait la plus grande partie des calculs de ses deux premiers tomes. S'il y a quelque chose de bien directement opposé au caractère des femmes, de celles surtout qui ont de l'esprit, c'est l'attention sans relâche, et la patience invincible que demandent des calculs très désagréables par eux-mêmes, et aussi longs que désagréables ; et pour mettre le comble à la merveille, ces deux *Calculatrices* (car il faut faire un mot pour elles) brillaient quelquefois dans la poésie italienne. »<sup>3</sup>

Auparavant, Fontenelle avait insisté sur la fréquentation assidue par Teresa et Maddalena de l'observatoire familial, au côté d'Eustachio et des autres frères. Notons au passage que Fontenelle laisse entendre qu'il vient de créer un néologisme à leur intention. Si « Calculateur » est attesté dès 1546 par le *Dictionnaire historique de la langue française*, le féminin « calculatrice » n'apparaît généralement que dans deux sens : le sens figuré de « personne habile à combiner des projets, des plans » (1794) et la machine à calculer.<sup>4</sup>

Une constante de la pratique astronomique féminine de cette époque, comme des siècles antérieurs, est l'initiation par un grand homme de l'entourage, frère ou mari, en quête d'une aide pour les tâches répétitives : mise en place du matériel, veilles régulières, consultation

---

<sup>2</sup> Des Vignoles, *Eloge de Madame Kirch*, Bibliothèque germanique, tome III, Amsterdam, Humbert, 1722, p. 181.

<sup>3</sup> Bernard le Bovier de Fontenelle, *Œuvres complètes*, volume VII, réédition, Paris, Fayard, 1996, p. 309-310.

<sup>4</sup> Alain Rey (dir), *Dictionnaire historique de la langue française*, vol. 1, Paris, Robert, 2000, p. 348.

des horloges, tenue des registres d'observations. L'objectif essentiel de l'astronome est le perfectionnement des tables (ou éphémérides) donnant la position des astres du système solaire, et la réalisation de catalogues d'étoiles qui permettent de repérer les « astres errants », comètes ou planètes. Toute observation doit être réduite, c'est-à-dire traduite dans un système de coordonnées utilisé par toute la communauté. La réduction nécessite une maîtrise de l'arithmétique et de la trigonométrie. Faute de manuscrits, nous pouvons émettre l'hypothèse que l'astronome forme sa collaboratrice de façon essentiellement pragmatique, à l'aide d'un exemple de calcul à reproduire. La plupart des astronomes choisissent des assistants masculins, tout aussi invisibles que leurs homologues féminins. C'est dans ce vivier masculin que les astronomes établis recrutent, après avoir mis à l'épreuve leurs aptitudes, les disciples destinés à prendre la relève. Le choix d'une adjointe féminine, s'il s'avère souvent dicté par des raisons de commodité (habiter sous le même toit facilite les observations nocturnes) et des motifs financiers (on ne rétribue pas son épouse ou sa sœur), n'en constitue pas moins une transgression : les mathématiques ont la fâcheuse réputation de dessécher les fragiles esprits féminins, sans compter l'indécence des positions perchées nécessitées par les grands télescopes.

Aussi les praticiennes de l'astronomie savante demeurent-elles très rares. En revanche, la vogue de l'observation de loisir bat son plein dès le 17<sup>ème</sup> siècle. De grands hommes de lettres brocardent les femmes qui s'adonnent avec trop de passion à la science des astres. Ainsi Boileau moque Mme de la Sablière :

« Qui s'offrira d'abord ? Bon, c'est cette savante  
Qu'estime Roberval, et que Sauveur fréquente.  
D'où vient qu'elle a l'œil trouble et le teint si terni  
C'est que sur le calcul, dit-on, de Cassini,  
Un astrolabe en main, elle a dans sa gouttière  
A suivre Jupiter, passé la nuit entière. »<sup>5</sup>

Il est généralement admis que sa fille, Mme de la Mésangère, est la subtile marquise des *Entretiens sur la pluralité des mondes* de Fontenelle (1686).

La lunette est devenue un objet courant et les *Femmes savantes* de Molière, Philaminte et Bélise, en possèdent une avec laquelle elles font des découvertes :

« Philaminte  
Pour moi, sans me flatter, j'en ai déjà fait une  
Et j'ai vu clairement des Hommes dans la Lune.  
Bélise  
Je n'ai point encore vu d'Hommes comme je crois,  
Mais j'ai vu des clochers tout comme je vous vois. »<sup>6</sup>

Maria Kirch, et la plupart des femmes auxquelles leur frère ou mari confère la tâche d'assistante, se réservent également un temps pour l'observation personnelle. Tel est le cas de la célèbre Caroline Herschel (1750-1848), sœur de William Herschel (1738-1822) découvreur d'Uranus. Maria Kirch comme Caroline Herschel s'illustrent notamment par la découverte de comètes.

---

<sup>5</sup> Boileau, satire X, citée par Michèle Grenet, *La passion des astres au XVIIIe siècle. De l'astrologie à l'astronomie*, Paris, Hachette, 1994, p. 180.

<sup>6</sup> Molière, *Les Femmes Savantes*, acte III, scène II.

Au 18<sup>ème</sup> siècle, dans les salons, les dames s'enflamment pour les phénomènes spectaculaires et l'aspect expérimental de la science. Elles tournent les manivelles des planétaires fabriqués par le célèbre physicien Nollet chez lequel on refuse du monde lors des cours publics. Horace Walpole, écrivain anglais ami de Mme du Deffand, nous conte un épisode survenu lors de l'un de ses voyages à Paris :

« J'ai eu beaucoup de peine à la convaincre de ne pas rester debout jusqu'à trois heures par amour de la Comète ; elle avait, dans ce but, prié un astronome d'emmener ses télescopes chez le président Hénault, pensant que la chose pouvait m'amuser. »<sup>7</sup>

Le goût des étoiles<sup>8</sup> touche toutes les sphères y compris les plus élevées : la duchesse du Maine, épouse du fils légitimé de Louis XIV et de Mme de Montespan se fait représenter par le célèbre François de Troy pendant sa leçon d'astronomie. La toile, sur laquelle figure une sphère armillaire et un globe céleste, occupe une place de choix au château de Sceaux, demeure de la duchesse.

Les « libertins » du 17<sup>ème</sup>, comme Fontenelle, favorisent cette attirance des femmes pour la science. Au siècle des Lumières, les encyclopédistes leur emboîteront le pas. Mais les adversaires de ce courant de libération intellectuelle demeurent naturellement majoritaires, y compris chez les femmes.

## 2- Et Newton parut

Gabrielle Emilie le Tonnelier de Breteuil, marquise du Châtelet (1706-1749), voit le jour dans une famille de haute noblesse et reçoit une éducation comparable à celle qu'on réserve aux garçons : lettres, latin, sciences. Ses parents favorisent son goût pour la lecture et l'autorisent à converser avec les savants reçus dans leur salon (dont Fontenelle). Conformément aux canons de sa classe sociale, elle épouse en 1725 un marquis, lui offre une descendance (trois enfants) puis mène une vie très libre dès lors que M. du Châtelet rejoint son régiment. Parallèlement à ses loisirs mondains, elle prend des leçons de mathématiques auprès de deux savants en vue : Maupertuis et Clairaut (dont nous célébrons le tricentenaire de la naissance cette année). Un an après sa rencontre avec Voltaire, elle se retire avec lui à Cirey, en 1734, et y fait aménager un cabinet de physique. Leur ami italien Francesco Algarotti, qui composera lui-même un *Newtonianisme pour les dames*, les convainc de vulgariser la théorie de Newton. Voltaire dédie ses *Eléments de la philosophie de Newton* à Emilie qui a vraisemblablement beaucoup contribué à l'ouvrage. Le poème-dédicace débute par ces mots :

« Tu m'appelles à toi, vaste et puissant génie,  
Minerve de la France, immortelle Emilie,  
Disciple de Neuton, et de la vérité,  
Tu pénètres mes sens des feux de ta clarté,  
Je quitte Melpomène et les jeux du théâtre,  
Ces combats, ces lauriers dont je fus idolâtre.  
De ces triomphes vains mon cœur n'est plus touché. »<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Benedetta Craveri, *Madame du Deffand et son monde*, Paris, Point Seuil, 1999, p. 414, édition italienne 1982.

<sup>8</sup> J'ai développé ailleurs cet engouement pour la science des astres. Voir Colette Le Lay, « Astronomie des dames », *Dix-huitième siècle*, n°36, Paris, PUF, 2004, p. 303-312.

<sup>9</sup> Voltaire, *Eléments de la philosophie de Newton*, édition critique par Walters et Barber, Oxford, The Voltaire foundation, 1992 (1738 pour l'édition originale).

Après avoir répandu en France les thèses de Leibniz, exposées dans ses *Institutions de physique* (1740), Mme du Châtelet entreprend en 1745 la traduction des *Principia* de Newton et meurt en 1749, trois jours après y avoir mis la dernière main, et donné le jour à une petite fille.

Ce sont généralement Maupertuis et Voltaire qui sont crédités de la diffusion des travaux de Newton en France. Loin de leur dénier ce mérite, nous voudrions simplement souligner celui de Mme du Châtelet<sup>10</sup> dont la traduction complète des *Principia*, accompagnée de commentaires originaux, demeure la seule disponible. Puisque la gravitation universelle figure au programme de Seconde, vous tenez là une occasion idéale de lui rendre hommage. Le catalogue de l'exposition que la BNF lui a consacré en 2006 est disponible en version numérique et vous fournira toutes les informations utiles.<sup>11</sup>

Avec la loi de la gravitation, l'astronomie connaît une nouvelle révolution. Tandis que les tables de position des planètes reposaient jusque-là sur les observations répétées, elles peuvent être désormais établies de manière théorique, en calculant les perturbations engendrées par les autres corps du système solaire. Dans ce but, Newton et Leibniz ont introduit le calcul différentiel auquel tous les astronomes doivent être initiés. L'astronomie devient mécanique céleste.

En 1758, une opportunité exceptionnelle s'offre aux astronomes newtoniens de prouver le bienfondé de la théorie du maître et de convaincre les rares cartésiens encore réfractaires : la comète observée par Halley en 1682 dont il avait prévu le retour 75 ans plus tard environ. Clairaut applique sa solution du problème des trois corps (qui sont ici quatre : le Soleil, la comète, Jupiter et Saturne) et confie les calculs au jeune astronome Jérôme Lalande (1732-1807) et à Nicole-Reine Etable de la Brière, Mme Lepaute (1723-1788). Cette dernière est l'épouse de l'horloger du roi et réside, à ce titre, au Luxembourg, où Lalande a son observatoire. Celui-ci écrit dans les notes destinées à sa biographe : « Je ne vais point au spectacle : l'étude, la société des gens d'esprit, surtout des femmes instruites, sont mes seules récréations ».<sup>12</sup> Dans les lignes qui suivent, nous rencontrerons trois « femmes instruites » de l'environnement proche de Lalande. Une année de calculs est nécessaire pour que, à la fin de 1758, Clairaut et Lalande puissent annoncer la date du retour à un mois près, performance saluée par tous les contemporains comme un triomphe du newtonianisme. Malheureusement, nous n'avons pas de détails sur la répartition des tâches entre les trois protagonistes. Mme Lepaute a-t-elle été initiée au calcul des perturbations ou cantonnée à l'application répétitive de procédures plus élémentaires ? La première hypothèse semble la plus convaincante au vu de ses travaux ultérieurs. Dans le deuxième volume des *Passions intellectuelles*<sup>13</sup>, Elisabeth Badinter explique pourquoi Clairaut et, à sa suite Lalande, oublient de mentionner la participation de Mme Lepaute : une sombre histoire de maîtresse jalouse. Mais très vite Lalande répare l'injustice. Après ce premier succès, Mme Lepaute calcule les éléments de la comète de 1762 et rédige les tables de l'éclipse annulaire de 1764, ainsi

---

<sup>10</sup> Le catalogue de l'exposition de la BnF, *Madame du Châtelet la femme des Lumières*, 2006, sous la direction d'Elisabeth Badinter et Danielle Muzerelle, éclaire les différentes facettes du personnage et propose une bibliographie très détaillée.

<sup>11</sup> [http://www.bnf.fr/documents/dp\\_chatelet.pdf](http://www.bnf.fr/documents/dp_chatelet.pdf)

<sup>12</sup> Cité par Madame la Comtesse C. de S. dans son éloge historique de Lalande parue dans le *Magasin encyclopédique*, vol.2, 1810, p. 320.

<sup>13</sup> Elisabeth Badinter, *Les passions intellectuelles II Exigence de dignité (1751-1762)*, Paris, Fayard, 2002, p. 254-262.

qu'une carte dont Lalande fait la publicité dans la *Connaissances des mouvements célestes*<sup>14</sup> pour 1764, en ces termes :

« Pour préparer les astronomes et les curieux à l'observation de cette éclipse, *Madame Lepaute* a fait graver, d'après ses propres calculs, une carte du passage de l'ombre de la Lune au travers de l'Europe, depuis le cap Saint-Vincent en Espagne, jusqu'au cap Wardhus en Laponie. (...) La carte se trouve à Paris, chez Lattré graveur, rue de la Parcheminerie. » (p. 206)

Elle collabore fidèlement avec Lalande, composant des tables pour la *Connaissance des temps* jusqu'en 1774, puis pour les *Ephémérides*. L'académie de Béziers l'accepte comme membre associé. Weiss, auteur de la notice biographique de la *Biographie universelle ancienne et moderne* émet cette remarque non dénuée de saveur :

« Mme Lepaute, douée de tous les avantages extérieurs, portait dans la société cette politesse et cette fleur d'esprit, que semblent exclure les études profondes. »<sup>15</sup>

Lorsqu'il publie en 1802 sa *Bibliographie astronomique*, Lalande consacre à Mme Lepaute une importante notice biographique qui prouve son profond attachement à celle qu'Elisabeth Badinter appelle « la reine de l'astronomie ». Ainsi de ces quelques vers :

« Des tables de sinus toujours environnée  
Vous suivez avec nous Hipparque et Ptolémée ;  
Mais ce serait trop peu que de suivre leurs traces,  
Et d'être au rang de ceux que nous comblons,  
D'honneurs,  
Reine, si vous n'étiez le sinus des Grâces  
Et la tangente de nos cœurs. »<sup>16</sup>

Certains biographes la prénomment Hortense et prétendent que l'hortensia lui fut dédié par Commerson ou Le Gentil lorsque cette rose du Japon fut introduite en France. En réalité, la fleur fut tout d'abord nommée *pautia* par Commerson, en hommage à Nicole-Reine, puis *hortensia* par la suite, en hommage à une autre. D'où la légende, véhiculée par Camille Flammarion, entre autres<sup>17</sup>. Je cite cette anecdote pour vous mettre en garde contre la manière dont des erreurs peuvent traverser les siècles, reprises par des auteurs qui ne vérifient pas leurs sources. Soyez donc très vigilants sur les sources que vous utilisez lorsque vous parlez d'histoire des sciences avec vos élèves. Un scientifique non historien n'est pas toujours un auteur fiable. Préférez les historiens des sciences.

Ingrid Van Houten-Groeneveld, l'astronome de Leyde dont nous avons déjà parlé, a nommé l'astéroïde n°7720 Lepaute.

Louise Elisabeth Félicité Pourra de la Madeleine, Mme du Pierry (née en 1746 à la Ferté-Bernard), est une figure bien moins connue. Lalande lui dédie son *Astronomie des dames* « comme à la femme la plus instruite que je connusse. » et nous informe qu'elle a fait un

---

<sup>14</sup> La *Connaissance des temps*, devenue transitoirement *Connaissance des mouvements célestes*, est le recueil de tables astronomiques publié chaque année par l'Académie des sciences.

<sup>15</sup> Michaud (dir), *Biographie universelle ancienne et moderne*, tome 4, p. 206.

<sup>16</sup> Jérôme Lalande, *Bibliographie astronomique*, Paris, Imprimerie de la République, 1803, p. 680.

<sup>17</sup> Voir la notice biographique rédigée par Guy Boistel, à paraître dans le *Dictionnaire de Biographie Française*.

cours public d'astronomie à Paris en 1789<sup>18</sup>. Ses calculs sur les éclipses solaires du 17<sup>ème</sup> siècle ont permis de préciser les multiples perturbations du mouvement de la Lune étudiées, entre autres, par Clairaut et d'Alembert. Grâce à Simone Dumont, nous avons appris récemment qu'elle fut l'amie de cœur de Lalande, qu'elle cultivait également l'histoire naturelle et la chimie, et nous avons découvert les lettres<sup>19</sup> de Lalande à sa chère Lala, devenant par la suite « astronomette » puis Pantomaté, récemment publiées chez Vrin dans un volume intitulé *Lalandiana* :

« Je te porte avec moi dans tous les observatoires ; tu es à côté de toutes les lunettes, j'ai parlé de toi comme tu le mérites, partout où j'ai été, mais ce sera samedi que je parlerai le plus chez Herschel, et je ferai bien ta commission chez Miss Caroline ». <sup>20</sup>

Auprès de Lalande de même qu'à l'académie de Béziers, Mme du Pierry succède à Nicole-Reine Lepaute quand celle-ci abandonne l'astronomie pour se consacrer à son mari malade. Mais Lalande reproche souvent à Pantomaté de ne pas s'impliquer suffisamment dans la science des astres et de lui préférer la chimie et « les petites bêtes » ce qui ne l'empêche pas de lui demeurer fidèle jusqu'à sa mort.

Marie Jeanne Amélie Harlay, Mme Lefrançais de Lalande épouse en 1788 Michel, un cousin de Jérôme Lalande que celui-ci appelle « mon neveu ». Elle les assiste dans le calcul des tables, notamment celles destinées à la navigation, et pour la constitution du grand catalogue d'étoiles de l'Observatoire de Paris. Ses enfants se prénomment Caroline et Isaac. Caroline est née le jour (20 janvier 1790) où l'on observe pour la première fois à Paris une comète découverte par Miss Caroline Herschel ; son parrain est l'astronome Delambre qui s'illustrera dans la mesure du méridien de Dunkerque à Barcelone. Le prénom Isaac est bien évidemment un hommage à Newton. Simone Dumont pense qu'Amélie est la fille naturelle de Lalande<sup>21</sup>. Pour l'instant, cette filiation n'est pas complètement établie.

Les collaboratrices successives de Lalande se distinguent peu des dames observatrices signalées au paragraphe précédent si ce n'est par les connaissances mathématiques qu'elles ont peut-être engrangées pour s'acquitter de leur mission. Elles travaillent toujours dans l'ombre de leur mentor mais celui-ci les fait sortir de l'anonymat en signalant leurs contributions dans ses nombreuses publications et en les introduisant dans des sociétés savantes qui acceptent les dames, comme l'académie de Béziers. Regrettons que leur carrière nous soit essentiellement connue par la description qu'en donne Lalande. De nouvelles mises au jour d'archives permettront peut-être d'avoir accès à leur regard personnel sur leur pratique.

### 3- La dame au chapeau rose

La période postrévolutionnaire et le premier 19<sup>ème</sup> siècle sont marqués par une professionnalisation croissante de l'astronomie. Sous l'instigation de Pierre-Simon Laplace, des générations successives de polytechniciens en prennent les rênes et accentuent la pente mathématique déjà perceptible à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle. L'observation a désormais pour seul

---

<sup>18</sup> Martine Sonnet nous a suggéré que le cadre de ce cours aurait pu être le *Musée des dames* ou le *Lycée des femmes*. Malheureusement, le *Répertoire des lectures faites au Musée des Dames* est publié par sa créatrice, la baronne Duplessy, en 1788.

<sup>19</sup> Les lettres publiées par Simone Dumont et Jean-Claude Pecker proviennent pour la plupart des archives de l'université Brigham Young (Utah). Elles sont au nombre de 35, écrites par Lalande de 1779 à 1806.

<sup>20</sup> Jérôme Lalande, lettre d'Angleterre, 29 juillet 1788, *Lettres à Madame du Pierry et au juge Honoré Flaugergues - Lalandiana I*, Vrin, 2007, p. 38.

<sup>21</sup> Dans sa correspondance, Lalande parle tantôt de « ma nièce », tantôt de « ma fille ».

objet de confirmer les mouvements prédits par la théorie des perturbations. De nombreux observatoires du siècle précédent, généralement construits et équipés par des aristocrates amateurs éclairés ou des jésuites, ont fermé leur porte ou végètent. L'Observatoire de Paris détient une forme de monopole. François Arago (1787-1853) préside à sa destinée à partir des années 1810 et y installe sa famille : sa sœur épouse l'astronome Mathieu et leur fille Lucie épouse l'astronome Laugier. Lucie deviendra très vite la secrétaire de son oncle mais il ne semble pas que celui-ci l'ait initiée à l'astronomie ni associée à ses travaux d'une autre manière que celle de la retranscription de ses notes et la tenue de sa correspondance.

Arago, grand admirateur de la pensée des Lumières et tout particulièrement de Condorcet au point de contribuer à éditer les *Œuvres*, se fait un devoir de mettre l'astronomie du moment à la portée de tous et ouvre grandes les portes de l'Observatoire pour son cours public d'astronomie de 1813 à 1847. Parmi les huit cents auditeurs qui se pressent dans l'amphithéâtre construit spécialement, beaucoup de dames dont George Sand, et Sophie Ulliac-Trémadeure (1794-1861). Les vicissitudes de la carrière d'ingénieur militaire de son père et la mauvaise santé de sa mère ont contraint cette dernière à gagner sa vie. Dans les années 1820, elle est devenue « femme auteur » et ses premiers romans moraux ont obtenu des prix lui assurant une petite aisance financière. Ce qui n'empêche pas l'un de ses mentors de lui rappeler en 1831 : « Vous n'êtes pas encore d'âge à aller seule aux bibliothèques publiques. »<sup>22</sup> Elle a trente-sept ans et c'est lui qui doit emprunter les ouvrages dont elle a besoin. En 1841, elle vit le cours d'Arago comme un dérivatif à ses soucis domestiques mais ne peut se permettre les trois heures d'attente nécessaires pour être assurée d'avoir une place dans l'amphithéâtre. Elle écrit alors à Mme Mathieu et à sa fille Lucie, en accompagnant sa missive de quelques-unes de ses œuvres. Une amitié s'ensuit et l'admission dans l'intimité de la famille Arago. Sophie Ulliac-Trémadeure, qui est déjà l'auteur d'un ouvrage intitulé *Les jeunes naturalistes* (1838), se laisse convaincre par ses proches de rédiger un livre d'astronomie destiné aux jeunes filles. Celui-ci paraît sous le titre *Astronomie et météorologie à l'usage des jeunes personnes*, tout d'abord en 1847 dans la Bibliothèque de la jeune fille, puis chez Didier en 1854. Ses deux protectrices lui ont facilité l'accès aux instruments et les astronomes Laugier et Mauvais lui ont prodigué leurs conseils. De plus, l'un de ses vieux amis lui a confié sa transcription du cours d'Arago. Aussi son livre prend-il la forme de l'envoi de cette transcription, complétée par la lecture de Laplace et Herschel, par un auditeur masculin à sa sœur qu'il se propose d'initier aux merveilles de l'astronomie. Nous retrouvons là le procédé – dialogue entre un homme savant et une femme qu'il instruit – employé par maints auteurs de diffusion scientifique, à la suite de Fontenelle. L'ouvrage est d'une grande qualité pédagogique et ne cherche pas à éviter, comme c'est souvent le cas pour la littérature de jeunes filles, les aspects les plus ardu. Sophie Ulliac-Trémadeure a dirigé le *Journal des jeunes personnes* (1846-1857), puis le *Journal des Demoiselles* à partir de 1858.

En 1886, lorsqu'on commande à Théobald Chartran des fresques célébrant l'histoire des sciences pour l'escalier d'honneur de la Sorbonne, il décide de consacrer l'une d'elles au cours d'Arago. A la bibliothèque Marguerite Durand, dans le fonds Clémence Royer (1830-1902), une petite note manuscrite signale « Clémence Royer figure dans le péristyle de la Sorbonne dans le tableau de Chartran représentant le cours d'Arago. Elle est en capote rose ». Celle dont Ernest Renan<sup>23</sup> dit qu'elle fut « presque un homme de génie » est, à partir

---

<sup>22</sup> Sophie Ulliac-Trémadeure, *Souvenirs d'une vieille femme*, Paris, Maillet, 1861, p. 14.

<sup>23</sup> Ernest Renan constitue un nouveau lien entre Sophie Ulliac-Trémadeure, amie intime de sa sœur Henriette, et Clémence Royer, admiratrice de l'œuvre du philosophe.

de 1858, la compagne de Pascal Duprat, républicain grand admirateur de l'homme politique Arago qu'il fréquenta assidûment à l'Observatoire autour de 1848. Elle doit sa renommée actuelle d'une part à son féminisme militant, d'autre part à sa traduction très contestée de *L'origine des espèces* de Darwin<sup>24</sup>. Mais le projet scientifique auquel elle consacre l'essentiel de son énergie n'est rien moins qu'une version moderne du *De natura rerum* de Lucrèce. Nous nous sommes intéressée au volume consacré à *l'Histoire du ciel*, paru en 1901<sup>25</sup>. Il y apparaît que Clémence Royer a lu tous les grands auteurs y compris les plus récents (Henri Poincaré) et qu'elle ne se contente pas de compiler. Elle ne manque pas de discuter des hypothèses et d'émettre des points de vue personnels. Ainsi que l'écrit Georges Clemenceau dans l'article de *l'Illustration* qu'il lui consacre en 1897 :

« La tendance caractéristique de l'esprit de Mme Clémence Royer est de s'en prendre à toutes les grandes théories scientifiques reçues des maîtres, pour les critiquer, les réviser, les remplacer au besoin. »<sup>26</sup>

Une génération sépare les deux femmes qui conçoivent très différemment leur rôle de « femme-auteur ». Toutes deux sont confrontées à la nécessité de gagner leur vie en écrivant<sup>27</sup>. L'objectif de la première est l'éducation des jeunes filles par le biais de romans moraux, de journaux dédiés et de livres de diffusion. Elle a parfaitement intégré la dimension de modestie dans la condition féminine qu'elle prône dans ses écrits. Elle milite toutefois pour un accès des filles au savoir, le présentant souvent comme un refuge contre les rigueurs du monde. La seconde, éternelle rebelle, recherche un vaste lectorat pour une œuvre de création scientifique en quête de lois universelles. Admise en 1870 à la Société d'anthropologie, elle se considère comme une authentique savante, conviction partagée par une partie de la communauté scientifique de l'époque, y compris hors des frontières. Sa carrière est du reste couronnée par la Légion d'Honneur en 1901. L'extrême sévérité actuelle des historiens des sciences à son endroit, notamment pour ce qui touche à Darwin, relève parfois du jugement anachronique. En particulier, aucun n'offre de réponse à une question très simple : pourquoi aucun savant institutionnel ne prit-il en charge la traduction de *L'origine des espèces* ?

#### 4- Le bureau des calculatrices

A la mort d'Arago en 1853, la direction de l'Observatoire de Paris échoit à un personnage que tout oppose à son prédécesseur : Urbain Le Verrier, qui a acquis la célébrité lors de sa découverte de la planète Neptune par la force du seul calcul, est un fidèle soutien de l'empereur et souhaite rétablir une discipline de fer dans son institution. Il adopte une organisation pyramidale : l'omnipotent directeur a sous sa coupe des chefs de service ayant chacun en charge un instrument et une tâche. L'initiative personnelle n'est plus de mise. Chaque membre du personnel devient un rouage dans une usine à produire des données astronomiques que seul le directeur a le pouvoir de publier sous sa signature. Quant à la diffusion scientifique, elle est réduite à l'ouverture occasionnelle de l'Observatoire au profit

---

<sup>24</sup> Deux biographes rendent compte de ces deux aspects. Geneviève Fraisse, *Clémence Royer : Philosophe et femme de sciences*, Paris, La Découverte, 1985. Joy Harvey, « *Almost a man of genius* » *Clémence Royer, Feminism, and Nineteenth-Century Science*, Rutgers University Press, 1997.

<sup>25</sup> Clémence Royer, *Histoire du ciel*, Paris, Schleicher, 1901.

<sup>26</sup> Georges Clemenceau, « Madame Clémence Royer », *L'Illustration*, 13 mars 1897, n°2820, 55<sup>ème</sup> année, pp. 194-195

<sup>27</sup> Sophie Ulliac-Trémadeure et, plus encore, Clémence Royer ont traversé des périodes matériellement difficiles. Chacune a alors bénéficié du soutien du réseau actif des Bretons de Paris, la première étant née à Lorient et la seconde à Nantes.

d'un public trié sur le volet dont le mécénat est sollicité. L'un des premiers gestes de rupture de Le Verrier fut, du reste, la destruction de l'amphithéâtre du cours d'Arago pour y aménager ses appartements. Clémence Royer raconte, dans son *Histoire du ciel*, un échange concernant l'hypothèse de la nébuleuse primitive de Laplace :

« Un soir, à l'Observatoire de Paris, où Leverrier nous faisait les honneurs de ses grandes lunettes, je me permis d'y faire une allusion. Un sarcasme, vivement décoché à mon adresse par l'esprit aigu du savant astronome, me fit comprendre, non sans m'étonner, que j'étais bien naïve de croire « que c'était arrivé ». »<sup>28</sup>

Avec le développement de la capitale, l'inadaptation du site de l'Observatoire, soumis aux vibrations et éclairé par les lumières de la ville, se fait cruellement sentir. Le Verrier préconise alors la création d'annexes en province, sous sa propre direction, tandis que les opposants de plus en plus nombreux à ses méthodes autocratiques seraient partisans d'observatoires décentralisés indépendants. Le Verrier obtient dans les années 1860 l'établissement de la succursale de Marseille et d'une station à Alger. Il faut attendre la mort de Le Verrier en 1877 pour qu'un réseau d'observatoires soit établi : Marseille, Alger, Bordeaux, Toulouse, Lyon, Besançon. Le modèle d'organisation industrielle (séparation des services, division des tâches) s'y instaure, comme partout ailleurs dans le monde.

Or en 1887, l'amiral Mouchez, nouveau directeur de l'Observatoire de Paris, lance une grande opération internationale de cartographie de la sphère étoilée appelée Carte du Ciel<sup>29</sup>. En France, y contribuent les observatoires de Paris, Alger, Bordeaux et Toulouse. L'idée est de doter un grand nombre d'observatoires de par le monde du même matériel photographique, de délimiter des zones de la sphère confiées à chacun des observatoires et de centraliser les résultats. D'où la nécessité d'un personnel considérable pour effectuer les mesures sur les plaques photographiques et faire les calculs de réduction nécessaires à l'obtention des coordonnées de deux millions d'étoiles. Mais les astronomes, en nombre réduit, sont déjà occupés par le service de leur instrument. D'autre part, les bureaux au personnel masculin, mis en place au début du 19<sup>ème</sup> siècle pour effectuer les calculs de mécanique céleste nécessaires à la prévision des mouvements de tous les astres du système solaire, sont dépassés par l'avalanche de chiffres fournis par les moyens d'observations de plus en plus perfectionnés. Il est donc indispensable d'avoir recours à un nouveau vivier. Celui-ci doit produire une main-d'œuvre habile, possédant un niveau d'instruction satisfaisant<sup>30</sup> et acceptant une rétribution modeste. Les femmes sont toutes désignées, selon une organisation que Mouchez décrit à ses collègues de la manière suivante :

« Un atelier de 10 ou 15 femmes avec autant de machines et 2 ou 3 personnes pour les diriger suffirait à ce travail, qu'on pourrait organiser avec 60 000 à 80 000 fr par an, c'est-à-dire avec 5000 fr au plus de la part de chaque Etat intéressé. »<sup>31</sup>

Si la Commission renonce à un bureau centralisé, les quatre observatoires français partie prenante dans la Carte du Ciel en adoptent le principe à l'échelle locale.

Les travaux de Jérôme Lamy sur le bureau des calculatrices de l'observatoire de Toulouse<sup>32</sup> sont exemplaires. Il souligne leur invisibilité : leurs noms ne sont pas toujours mentionnés et

---

<sup>28</sup> Clémence Royer, *Histoire du ciel*, Paris, Schleicher, 1901, p. 238.

<sup>29</sup> Jérôme Lamy, *La Carte du Ciel*, Paris, Observatoire de Paris et EDP Science, 2008.

<sup>30</sup> La loi Camille Sée sur l'enseignement secondaire féminin (1880) y contribue incontestablement.

<sup>31</sup> *Procès Verbaux du Comité International de la Carte du Ciel*, 1889, p. 63-64, cité par Charlotte Bigg, « Photography and the labour history of astrometry », in *Acta Historica Astronomiae*, vol. 9, 2000, p. 95.

<sup>32</sup> Jérôme Lamy, « La Carte du ciel et la création du « Bureau des dames » à l'observatoire de Toulouse », in *Nuncius*, 2006, vol. XXI, 1, pp. 101-120.

les feuilles de calculs n'ont pas été conservées. Pendant la période 1895-1908, cinq d'entre elles bénéficient du statut d'employées. Mais les nécessités du service peuvent imposer le recrutement d'auxiliaires (vingt-cinq pour l'opération Carte du Ciel à Toulouse) soumises à la plus grande précarité de l'emploi. Jérôme Lamy montre que la plupart des calculatrices de la Carte du Ciel possèdent un certificat d'études ou un brevet élémentaire, qu'elles sont généralement issues d'une petite bourgeoisie ayant connu des revers de fortune et qu'elles peuvent jouer le rôle de soutien de famille. N'oublions pas que, si les lycées de jeunes filles ont été créés par la loi Camille Sée de 1880, leur scolarité s'arrête au brevet supérieur. Le baccalauréat leur sera ouvert au même titre que les garçons en 1924. A l'observatoire, on leur réserve les tâches les plus ingrates et répétitives en valorisant, dans le discours, leurs qualités intrinsèques de patience et de minutie. Elles sont placées sous l'autorité hiérarchique d'un homme et sont rémunérées à l'acte :

« Ainsi, les « relevés et additions concernant 17 500 positions du catalogue de Toulouse », effectués par Madame Lombrail en 1899, sont payés « 0,01 » franc de l'heure, alors que les statistiques des clichés menés par Mademoiselle Brunel à l'automne 1900, qui mettent en œuvre des multiplications, sont rémunérées à hauteur de « 0,60 » franc de l'heure. »<sup>33</sup>

Comme nous l'avons dit plus haut, le directeur de l'observatoire de Toulouse Benjamin Bailliaud s'applique à faire reconnaître institutionnellement les plus anciennes calculatrices qui acquièrent le statut de fonctionnaires en 1899. Toutefois, leurs perspectives de carrière sont inexistantes : elles demeurent attachées au bureau de mesure et de calcul et ne sont pas admises sous les coupes. Dans le même temps, à Bordeaux, le directeur de l'observatoire Georges Rayet engage six institutrices réunies dans un bureau des calculs à la faculté des sciences, c'est-à-dire à l'extérieur de l'enceinte de l'observatoire. Leur titularisation est hors de question :

« M. Liard n'a pas voulu donner de nominations aux six femmes institutrices qui mesurent les clichés photographiques. Je trouve qu'il a eu raison quoiqu'elles forment une sorte de personnel permanent. Elles sont payées sur facture répondant à des heures de travail. A fortiori, il ne me paraît pas utile ni même bon, de traiter comme des fonctionnaires des calculateurs essentiellement variables [...] réellement on ne peut en faire des employés de l'observatoire et leur donner droit à quelque chose. La seule question est de les payer vite, presque à caisse ouverte ; et j'ai peur que la combinaison du ministère ne le rende pas facile. »<sup>34</sup>

Jérôme Lamy décrit les deux types d'activité des dames de l'observatoire de Toulouse : examen des plaques photographiques et calcul. La première de ces opérations, plutôt effectuée par les employées, est mécanisée : un instrument support de plaque a été conçu et couplé avec un microscope à grand champ. Sur chaque plaque munie d'un quadrillage l'opératrice repère les étoiles à l'aide de leurs coordonnées et leur affecte une magnitude. L'éclairage est fondamental pour mener à bien cette tâche délicate. Comme les observateurs masculins, chacune des opératrices est évaluée par son « équation personnelle » prise en

---

<sup>33</sup> Jérôme Lamy, « Esprit du capitalisme et éthique républicaine : l'observatoire de Toulouse à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle », in *La (re)fondation des observatoires astronomiques sous la III<sup>e</sup> République*, édité par Jérôme de La Noë et Catherine Soubiran, Presses universitaires de Bordeaux, 2011, p. 345.

<sup>34</sup> Lettre de Georges Rayer au sous-chef du 4<sup>ème</sup> Bureau de l'Enseignement supérieur, 25 août 1899, cité par Laetitia Maison, *La fondation et les premiers travaux de l'observatoire astronomique de Bordeaux (1871-1906) : histoire d'une réorientation scientifique*, Thèse de doctorat d'épistémologie et d'histoire des sciences de l'Université de Bordeaux I, 2004, p. 210.

compte dans la publication des résultats. Les calculs sont l'apanage des auxiliaires. Ils nécessitent le maniement des tables de logarithmes et sont facilités par un arithmomètre, machine susceptible d'effectuer rapidement les quatre opérations et les extractions de racines. Comme à Bordeaux, les calculatrices ne sont pas nécessairement implantées à l'observatoire. Pour chacun des deux ateliers, la direction est masculine mais la formation est prise en charge par les dames les plus anciennes.

La Carte du Ciel est l'opération internationale d'envergure qui provoque la généralisation des bureaux des dames dans les observatoires. Mais d'autres campagnes préalables ont ouvert la voie. Ainsi, l'astronome Bouquet de la Grye (1827-1909), chargé par l'Académie des sciences d'exploiter les clichés pris lors du passage de Vénus de 1882<sup>35</sup>, fait appel à « un atelier de jeunes filles »<sup>36</sup>. Voici son compte rendu des travaux :

« les mensurations sont achevées depuis deux mois, et elles ont porté non pas sur 700 plaques mais sur 1019 qui toutes ont passé deux fois sur la machine, ce qui a donné un total de 400 000 pointés et de 500 000 lectures aux micromètres et aux échelles.

[...] l'atelier a été formé principalement de jeunes femmes, qui se relayaient toutes les heures aux microscopes des machines. Elles se sont rapidement mises au courant des détails du procédé, et nous avons pu obtenir des séries de dix heures de mesures consécutives, sans fatigue exceptionnelle, par suite de la variété des occupations, qui comprenaient des pointés, des lectures sous la dictée et des calculs.

[...] Les calculs nécessaires pour l'utilisation des mesures sont très longs (ils doivent couvrir 32 000 feuilles de papier. »<sup>37</sup>

Charlotte Bigg souligne que l'irruption de la photographie dans le champ astronomique n'est pas étrangère à l'appel généralisé à la main-d'œuvre féminine et à une mutation profonde de l'organisation du travail à l'observatoire. Autant l'observation directe à l'oculaire du télescope conserve un caractère artisanal, autant le traitement mécanisé par un personnel peu qualifié de milliers de clichés s'apparente à l'usine. Les astronomes en place peinent à lui conférer un statut scientifique. S'ouvre ainsi un questionnement épistémologique qu'il conviendrait de creuser.

Une exception à la règle de la direction masculine des « ateliers » est apportée par Dorothea Klumpke (1861-1942)<sup>38</sup>. Cette Américaine est venue à Paris en 1877 pour étudier les mathématiques et l'astronomie. C'est au cours de sa direction du bureau des mesures de la Carte du Ciel à l'Observatoire de Paris (1892-1901) qu'elle soutient sa thèse sur les anneaux de Saturne (première thèse d'astronomie soutenue par une femme). Encore convient-il d'émettre un bémol concernant le vocable « direction ». En effet, en dépit des demandes de Mouchez, Dorothea Klumpke n'est pas nommée aide-astronome en raison de sa « qualité d'étrangère »<sup>39</sup>. Le Ministre de l'Instruction publique accepte néanmoins de lui verser une

---

<sup>35</sup> Les passages de Vénus sont très rares (généralement deux par siècle). Aux 18<sup>ème</sup> et 19<sup>ème</sup> siècles, ils sont utilisés pour déterminer la distance Terre-Soleil. En 1874 et 1882, de nombreuses expéditions sont mises sur pied pour aller observer le passage dans les meilleures conditions. L'usage de la photographie se généralise.

<sup>36</sup> *L'Aérophile*, n°1, 1900, p. 1

<sup>37</sup> « Note sur la mesure des plaques photographiques du passage de Vénus sur le Soleil de 1882 ; par M. Bouquet de la Grye », *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. 104, 1887, p. 551. Merci à Michel Toulmonde qui m'a signalé ce document.

<sup>38</sup> De nombreux travaux anglo-saxons retracent le parcours scientifique de Dorothea Klumpke. Voir Marilyn Baily Ogilvie et Joy Harvey (dir), *The Biographical Dictionary of Women in Science*, New York et Londres, Routledge, 2000, p. 1106.

<sup>39</sup> Procès-verbal de la séance du Conseil de l'Observatoire de Paris du 24-02-1891.

allocation annuelle de 3 000 francs correspondant à la grille de rémunération de ce statut<sup>40</sup>. Une légende, dépourvue de tout fondement, a couru sur un concours mettant aux prises Mme Klumpke et cinquante candidats masculins pour la direction du bureau. Son ascension en ballon pour observer l'essaim météoritique des Léonides en novembre 1899 fait la une des journaux<sup>41</sup>. Elle renouvelle l'exploit en mai 1900 afin d'être aux premières loges pour une éclipse totale de Soleil. C'est Jules Janssen (1824-1907), le directeur de l'observatoire de Meudon, convaincu de l'importance de l'aérostation en astronomie, qui lui offre ces deux opportunités. Après un bref séjour en Angleterre pour suivre son mari Isaac Roberts (1829-1904)<sup>42</sup>, astronome amateur spécialiste de la photographie de nébuleuses, Mme Klumpke-Roberts devenue veuve renoue avec les plaques photographiques de l'Observatoire de Paris jusqu'à la fin de sa carrière. Sa contribution à l'astronomie française est reconnue par les titres d'officier des Palmes académiques en 1932 et de chevalier de la Légion d'Honneur en 1934. Deux astéroïdes la célèbrent. Dorothea (n°339) a été découvert en 1892 par l'astronome allemand Max Wolf, qui travailla sur les clichés d'Isaac Roberts. Klumpkea (n°1040) a été baptisé en 1925.

### Conclusion

Lorsque l'on évoque l'astronomie au féminin, la tentation est grande de dresser des portraits non contextualisés de dames de l'astronomie. Nous nous sommes adonnée à l'exercice de la galerie de grandes figures dans la première partie parce qu'elle correspond à une période assez homogène du point de vue de la pratique astronomique féminine, essentiellement familiale et limitée à un milieu favorisé. Notre deuxième partie est dominée par la figure de Jérôme Lalande, astronome connu pour sa propension à former une armée de disciples et collaborateurs parmi lesquels un nombre non négligeable de dames. Le siècle qui suit marque une profonde rupture : les mathématiques dominent l'astronomie de métier qui se ferme peu à peu à l'exercice de type « aristocratique » et, en conséquence, aux dames. Certaines, réunies cette fois autour de la figure d'Arago, choisissent le canal de l'écriture. Mais le gros de la troupe féminine va faire son entrée à l'observatoire par la petite porte, celle du bureau des mesures ou des calculs. Ces obscures petites mains, indispensables au fonctionnement de la grosse machine productrice de chiffres qu'est devenue l'astronomie, n'ont pas l'opportunité de se faire un nom. Georges Rayet, à Bordeaux, les qualifie de « prestataires interchangeables ». Les tâches répétitives peu valorisées auxquelles elles s'adonnent diffèrent peu, dans la pratique, de celles qu'accomplissaient Maria Kirch ou les sœurs Manfredi. En revanche, le perfectionnement de l'instrumentation et, en particulier, l'introduction de la photographie provoque un changement d'échelle. Le catalogue de Lalande, auquel contribue Mme Lefrançais, comporte 50 000 étoiles. La Carte du Ciel se propose de donner les caractéristiques de 2 millions de points lumineux apparaissant sur les plaques. A la petite entreprise familiale se substitue l'atelier mécanisé géré sur le modèle industriel.

Les calculatrices disparaîtront lorsque se généraliseront les calculatrices. Est-ce un hasard si les secondes – i.e. : les machines à calculer – n'ont pas été dénommées « calculateurs » ?

---

<sup>40</sup> A titre de comparaison, un astronome titulaire gagne entre 8 000 et 10 000 francs. Je remercie vivement Françoise Launay qui m'a communiqué ces informations et les extraits d'archives correspondants.

<sup>41</sup> Dorothea Klumpke, "A night in a balloon. An astronomer's trip from Paris to the sea in observation of Leonids", *The Century Magazine*, vol. 60, 1900, pp. 276-283.

<sup>42</sup> Dorothea Klumpke rencontre Isaac Roberts en 1896 sur le bateau qui les conduit en Norvège pour observer l'éclipse totale de Soleil du 9 août.