

Numéro 31 - décembre 2015

La part de la main

Les mains des astronomes.

Anthropologie historique de la gestuelle savante

Jérôme Lamy

Résumé

Cet article explore la place des mains dans l'économie corporelle des pratiques astronomiques. Centrée sur l'observatoire de Toulouse aux 18^e et 19^e siècles, l'enquête met en évidence une série de grands mouvements successifs. Tout d'abord, les mains des astronomes s'inscrivent dans un éclatement du corps au siècle des Lumières tout en désignant, dans le registre métaphorique, l'exercice du pouvoir. Au 19^e siècle, l'introduction des machines dans l'observatoire déprécie la place des mains : le toucher se fait fragile, incertain, imprécis. Les bris de machines ou les hésitations manuelles perturbent les opérations scientifiques. Parallèlement, les agents les moins dotés socialement doivent mener des calculs à la main, reléguant cet organe au dernier rang des pratiques savantes.

Abstract

"Astronomers' hands. A historical anthropology of scientific gesture". This article explores the role of hands in the bodily economy of astronomical practices. Centered on the Toulouse Observatory in the 18th and 19th centuries, the inquiry highlights a series of general successive movements. First, the hands of astronomers are part of a dispersion of the body during the Enlightenment ; they also refer, in the metaphorical register, to the exercise of power. In the 19th century, the introduction of machinery into the observatory depreciates the role of the hands : touch is fragile, uncertain, imprecise. The breakdown of machinery or manual hesitations disrupt scientific operations. Meanwhile, the observatory staff with the lowest social status is required to perform calculations by hand, relegating this organ to the lowest rank of scientific practices.

URL: <http://www.ethnographiques.org/2015/Lamy>

ISSN : 1961-9162

Pour citer cet article :

Jérôme Lamy, 2015. « Les mains des astronomes. Anthropologie historique de la gestuelle savante ». *ethnographiques.org*, Numéro 31 - décembre 2015

La part de la main [en ligne].

(<http://www.ethnographiques.org/2015/Lamy> - consulté le 26.01.2020)

ethnographiques.org est une revue publiée uniquement en ligne. Les versions pdf ne sont pas toujours en mesure d'intégrer l'ensemble des documents multimédias

associés aux articles. Elles ne sauraient donc se substituer aux articles en ligne qui, eux seuls, constituent les versions intégrales et authentiques des articles publiés par la revue.

Les mains des astronomes. Anthropologie historique de la gestuelle savante

Jérôme Lamy

Sommaire

- Introduction
- Les yeux au détriment des mains ? Observations, manipulations et métaphorisations au 18e siècle
- Les mains suspectes : le régime somatique et la raison machinique
- Conclusion
- Notes
- Bibliographie

Introduction

L'histoire et la sociologie des sciences ont longtemps négligé la matérialité des pratiques savantes. Centrées sur les opérations cognitives et la formalisation des connaissances, elles ont, jusqu'au début des années 1970, délaissé les approches sensibles et somatiques. Le développement des *Science and Technology Studies (STS)*, qui ont prôné une attention plus grande aux instruments, aux gestes, aux écrits et aux interactions, ainsi que l'essor, après Michel Foucault (1975), d'une histoire sensible au corps (Corbin, 1986) ont permis d'articuler science et somatisme. Les corps sont devenus une problématique conséquente des études sur les sciences et les techniques. C'est ainsi qu'en 1985, dans un article fondateur de l'anthropologie des sciences et des techniques, Bruno Latour insistait sur le fait que « penser est un travail des mains et ce travail ne semble insaisissable qu'aussi longtemps qu'il n'est pas étudié » (Latour, 1985 : 9).

Cependant, au-delà de cette déclaration d'intention, les études STS se sont surtout focalisées sur les corps en général [1], saisissant les mains, au passage, dans une économie plus générale du corps humain au travail. C'est le cas notamment dans la célèbre étude de H. Otto Sibum sur les gestes de brasseur que le physicien anglais James Joule parvenait, au 19^e siècle, à répéter pour faire réussir ses expériences de physique expérimentale, sans toutefois les reproduire dans ses comptes rendus scientifiques (Sibum, 1998). Les mains sont indispensables dans l'artisanat de la brasserie puisque, plongées dans les cuves, elles renseignent sur la température. Mais H. Otto Sibum construit ensuite sa démonstration sur le « savoir gestuel » (Sibum, 1998 : 748) dans son ensemble ; gestes et sens sont confondus dans un même complexe somatique. C'est Simon Schaffer qui, en suivant les travaux de Steven Shapin (1994 : 399-400) et de Stephen Pumpfrey (1995), a le plus précisément reconstitué le rôle des mains dans la science anglaise du 19^e siècle. L'historien des sciences remarque en effet que le terme de « main » désigne au début de l'époque moderne des travailleurs ; la main est donc non pas seulement un organe, mais une compétence experte, extraite du corpus des savoirs artisanaux pour être intégrée dans les pratiques savantes (Schaffer, 2014 : 177). En français, le syntagme de « petites mains » s'applique, depuis le 19^e siècle, aux positions hiérarchiques subalternes du monde de la couture. De façon générale, à partir du 19^e siècle, la main se situe dans une économie du travail qui distingue l'exercice intellectuel de l'exercice pratique. Si la main est associée aussi étroitement aux gestes, c'est qu'il est rare de ne saisir qu'elle dans l'analyse. Dans les études sociologiques contemporaines que Jean Peneff, puis Michel Callon et Vololona Rabeharisoa ont mené sur les opérations chirurgicales, les mains font l'objet d'un suivi ethnographique tout particulier : chez Peneff, l'étude de leur contrôle est déléguée aux sciences du comportement (Peneff, 1997) ; chez Callon et Rabeharisoa, elles sont distribuées en une myriade de compétences distinctes (Callon, Rabeharisoa, 1999). Une nouvelle fois, cette fragmentation somatique qui tend à isoler la main pour en faire un « acteur » autonome ne permet pas de rendre compte d'une multitude de cadres sociaux et rituels dans lesquels la manipulation et les signes de la main viennent s'inscrire.

Dans cet article, je propose de reprendre deux problématiques historienne et anthropologique pour comprendre la place des mains dans les pratiques astronomiques des 18^e et 19^e siècles. Les propositions de Jean-Claude Schmitt, dans son ouvrage *La raison des gestes dans*

l'Occident médiéval, portaient sur la médiation de puissance qui opère grâce aux signes ou aux mouvements de la main. Les civilisations anciennes avaient articulé un ensemble de règles de droit à des ajustements manuels spécifiques (Schmitt, 1990 : 100). En problématisant la relation, complexe et contextualisée, de la main aux jeux de pouvoirs, Jean-Claude Schmitt reprenait les thèses de Marc Bloch énoncées dans son livre *Les rois thaumaturges* : non seulement le pouvoir de guérison passe par les mains, mais cette configuration rituelle est limitée à un temps précis et correspond à une forme d'exercice de la puissance bien spécifique (Bloch, 1983). La deuxième problématique dans laquelle j'inscrirai mon travail est directement empruntée à l'anthropologie. Bernard Koechlin (1991) a entrepris de reconstituer, dans la gestuelle humaine, les différentes efficaces qui s'expriment. Les effets mécaniques des gestes s'ajoutent aux enjeux de communication qu'ils peuvent endosser. Les rapports qui s'établissent entre ces grands ensembles de pratiques ne sont jamais univoques et s'articulent en permanence à des environnements symboliques qu'il s'agit de repérer.

Pour mener à bien cette étude sur la place des mains dans l'astronomie des 18^e et 19^e siècles, je me concentrerai sur les pratiques toulousaines. La science des astres à Toulouse connaît une remarquable continuité depuis les observatoires de quelques aristocrates savants jusqu'à la refondation républicaine après 1870 d'une institution astronomique sous l'égide de l'État (Lamy, 2007). Cette unité de lieu permet de saisir avec une plus grande finesse les enjeux des pratiques manuelles dans l'observation du ciel. L'observatoire de Toulouse est représentatif, aux 18^e et 19^e siècles, des lieux d'observation céleste implantés en Europe (Hutchins, 2008). Dans une première partie, j'explorerai la façon dont les discours astronomiques évoquent, métaphoriquement ou non, les mains. Différents registres de mise en récit des mains donnent à voir le somatisme contrasté du siècle des Lumières. La seconde partie de l'article concerne la fin du 19^e siècle : alors que la mécanisation des pratiques s'accélère et que tout est fait pour évacuer le corps de l'espace d'observation (via la photographie notamment), les mains deviennent suspectes d'imprécision. Dans cet écart temporel, se joue une recomposition des modes de manipulation des instruments, des manières d'organiser sa gestuelle pendant l'observation et de penser la ritualisation de l'examen scientifique.

Les yeux au détriment des mains ? Observations, manipulations et métaphorisations au 18^e siècle

L'astronomie à Toulouse est une pratique savante et aristocratique. Dans un contexte de forte concurrence intramondaine, le souci de distinction devient un puissant vecteur d'investissement scientifique. L'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres concentre donc les forces sociales et savantes de la ville et organise la civilité intellectuelle. Antoine Darquier et François Garipuy sont les deux principaux acteurs de l'astronomie locale ; ils peuvent être ponctuellement rejoints, pour leurs observations, par d'autres membres de l'élite locale, mais ils monopolisent l'activité d'observation en disposant de leurs propres structures au faitage de leurs maisons et de leurs instruments associés. Antoine Darquier est receveur des impositions de la généralité d'Auch, charge qu'il a héritée de son père, et fait partie des toutes premières fortunes toulousaines. François Garipuy est directeur des travaux publics de la Sénéchaussée de Carcassonne. Ils appartiennent à la noblesse

locale et s'inscrivent dans tous les cercles des civilités culturelles urbaines.

Les comptes rendus de leurs observations, qui ont été publiés, leurs riches correspondances avec d'autres savants, ainsi que leurs prises de parole au sein de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres, révèlent une appréhension très particulière du corps et, spécifiquement des mains. La manipulation des instruments, parce qu'elle constitue le cœur même de la pratique observationnelle, met en exergue une sorte de concurrence entre les organes et témoigne d'un éclatement somatique.

L'achat et/ou la construction d'un instrument mettent en jeu une économie de la confiance engageant totalement l'organique. Dans une missive adressée à l'astronome parisien Nicolas Delisle en 1753, Darquier lui détaille les caractéristiques du télescope qu'il souhaite acquérir. L'observateur toulousain lui confie la tâche de faire construire l'objet et précise : « Quant à la perfection de l'instrument Je n'en parle pas parce que votre habileté et votre amitié pour moy m'en répondent » [2]. Précédemment Delisle avait montré tout le respect qu'il avait pour l'astronome qu'était Darquier, en lui indiquant un quart de cercle de deux pieds en vente à Paris. Le quart de cercle est un instrument sans optique permettant de mesurer la hauteur des astres sur l'horizon. « Je serais charmé, avoue-t-il, qu'un pareil instrument tombât dans d'aussi bonnes mains que les vôtres à cause des bonnes observations que vous pourrez faire avec » [3]. L'instrument tombe dans des « bonnes mains », des mains expertes capables d'en exploiter toutes les subtilités, de faire jouer l'ensemble des qualités optiques et mécaniques, susceptibles de faire advenir les meilleures observations possibles. Les mains sont une sorte de marqueur des capacités de l'astronome ; elles témoignent de son expertise et de son degré de connaissance de la science qu'il pratique. La manipulation de l'observateur est le strict pendant des compétences du constructeur.

De bonnes mains sont aussi requises pour évaluer le travail du fabricant d'instruments. En 1756, Antoine Darquier se déplace en Provence afin de « de voir le départ de la flotte au siège de port Mahon ». L'astronome se rend « à Marseille ou le père Pézennas jésuite professeur d'hydrographie [sic] dans cette ville Luy fit un accueil Egalement satisfaisant pour lui et pour l'académie » [4]. Antoine Darquier s'attarde sur « un Télescope à Réflexion de la main du célèbre Short » [5]. James Short (1710-1768), mathématicien et constructeur d'outils scientifiques, était particulièrement renommé pour la qualité des objets qu'il concevait (Daumas, 1950 : 368). Ce ne sont d'ailleurs plus les mains, mais « la main » de Short qui signale la distinction instrumentale. Ici celle-ci doit s'entendre au sens de « tour de main », cette qualité artisanale, passée dans le monde savant parce qu'elle rendait performante les expérimentations (Schaffer, 2014 : 171-214). Mais cette tension entre les positions sociales de l'artisan et de l'aristocrate n'est pas la seule en jeu pour maintenir l'instrumentation dans l'ordre des pratiques scientifiques. Les parties du corps mobilisées dans le registre discursif mettent en exergue une opposition entre les yeux et les mains. La « main de Short » est une main déjà experte, reconnue comme telle, largement validée par l'expérience quotidienne des astronomes européens ayant acheté ses instruments. Il s'agit d'une expertise sédimentée, ancrée. Mais lorsqu'un astronome fait construire un nouvel instrument chez un artisan dont la réputation n'est pas encore totalement établie, ce sont les yeux qui servent de juges.

Antoine Darquier, lorsqu'il se rend à Paris en 1756, en profite pour faire « construire sous [s]es yeux, par M. Canivet, un instrument des passages (...) » (Darquier, 1777 : ii). Le même astronome rend compte en 1779 de l'observation d'une comète, en précisant qu'il adapte à sa lunette, « un réticule rhomboïde, fait par Lenel, sous [s]es yeux » [6]. Garipuy insiste également sur ce point en notant que pour les instruments acquis afin d'équiper la tour des remparts, « tout fut fait sous ses yeux » [7]. En indiquant qu'ils ont été témoins de la construction de leurs instruments, les astronomes toulousains souhaitent signaler la complète fiabilité de leur arsenal et des observations qu'il leur permet de faire. Les yeux sont les organes du témoignage et de l'attestation par excellence. Parce qu'ils sont le prisme au travers duquel les observations vont être faites, ils sont l'instrument le plus précieux de l'équipement sensoriel des astronomes. Garipuy et Darquier mettent ainsi avant leurs compétences d'observateurs, capables d'apprécier et de comprendre le processus technique de fabrication des instruments. Lorsqu'ils n'ont pu être physiquement présents dans l'atelier du concepteur, c'est l'œil d'une autorité reconnue qui surveille les étapes de construction et atteste l'exactitude de l'outil. Antoine Darquier a chargé l'abbé Lacaille, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de Paris, avec qui il était « fort lié », de lui trouver un quart de cercle. L'astronome parisien « voulut bien se charger d'en faire construire un sous ses yeux » (Darquier, 1777 : iii).

La main est-elle en concurrence avec les yeux ? Si l'on envisage la place du somatique dans l'économie de l'observation astronomique, il faut considérer les différentes opérations dans leur singularité. L'œil est incontestablement l'organe de la preuve, celui qui permet d'attester de la réalité des phénomènes physiques dont on rend compte. La main intervient dans un registre différent, mais proche, celui de l'expertise et de la maîtrise dans la façon de construire un instrument. Davantage qu'une hiérarchie des organes sensoriels, l'astronomie des Lumières à Toulouse met en scène un corps éclaté et dispersé. L'organique est perçu dans ses diffractions anatomiques multiples. Chaque scène de la vie savante est l'occasion de recourir à des mobilisations sensorielles et corporelles spécifiques. J'ai montré ailleurs que cet usage discursif du corps était une manière de répondre aux exigences des règles de la communauté savante (Lamy 2008a) ; mais, d'un point de vue anthropologique, cette (re)présentation du somatique est aussi une manière de penser le rapport à la nature (Jahan, 2006 : 12) : soudain soumis à ses changements, à ses mouvements inchoatifs, l'espace organique devient un instrument de contrôle du réel, un moyen d'introduire dans le flux des expériences une régularité (imparfaitement) maîtrisée. Les mains deviennent les opératrices de cet alignement des faits et des choses. Dans un ouvrage de popularisation de l'astronomie, Antoine Darquier explique comment placer ses mains sur un quart de cercle : « servez-vous (...) des deux mains en le faisant hausser ou baisser dans le même plan, sans le forcer à droite ou à gauche (...) » (Darquier, 1786 : 33). La main s'éloigne même de l'outil technique et se mue en accessoire, comme lorsque l'astronome éclaire son micromètre et qu'il emploie « une petite bougie qu [il tient] à la main » (Darquier, 1786 : 12). À la marge, la main indocile peut perturber l'observation. Darquier demande « de ne toucher au quart-de-cercle & à la lunette des passages que le moins qu'il (...) sera possible » ; il ajoute qu'on « gagne jamais rien à tourmenter les instruments astronomiques » (Darquier, 1786 : 40). Mais cette rupture dans l'ordre réglé de l'observation n'est pas inhérente à la

main ; il s'agit d'un éventuel accident, non d'une suspicion qui pèse *a priori* sur les organes de la manipulation. D'autant que ce sont bien les mains qui rassurent l'observateur dans le jeu des mouvements complexes qui animent son travail. L'observation se décompose en une multitude d'actes précis, situés, rythmés. Chaque geste est compté, attendu, chorégraphié. Les mains sont l'élément stable sur lequel repose le dispositif. Darquier explique ainsi qu'un observateur « gagne du côté de l'exactitude de l'observation, quand [il] a tout, pour ainsi dire, sous la main (...) » (Darquier, 1786 : 10).

Dans l'épaisseur du discours sur les mains, la métaphorisation renseigne sur les liens opérés entre le corps et l'éthos de la science (Merton, 1942). La mobilisation du répertoire manuel en dehors des descriptions d'observations renseigne sur l'articulation entre l'*hexis* corporel du savant (ou supposé attendu par ceux qui le lisent) et l'ensemble des valeurs structurant la vie savante.

Rédigeant un long compte rendu d'une expérience que *Sur la longueur du pendule à secondes à Toulouse*, Antoine Darquier précise au lecteur qu'il lui a conté par le menu « le détail de [s]es travaux relatifs à cet objet ». Il se dit prêt à adopter des résultats plus probants et « propres à inspirer la confiance ». L'astronome de la cité garonnaise décline les topoï de la modestie et de la prudence en adoptant une attitude sceptique. Il se déclare « Pyrrhonien plus méfiant qu'opiniâtre » et assure ne chercher « que la vérité prêt à l'embrasser avec transport (...) quelque soit la main qui [lui] présente » (Darquier, 1782 : 240). Ce qui se joue dans cette métaphore incidente d'une vérité qui serait tendue par des mains inconnues c'est un certain rapport à l'autorité. L'administration de la preuve n'est pas séparable de l'autorité comprise à la fois dans le sens d'une capacité à tenir un discours vrai sur le monde et comme auctorialité, c'est-à-dire qualité de celui qui retranscrit (et certifie ainsi) les observations.

Les mains sont les instruments d'un pouvoir, d'une capacité à faire obéir les autres, à gouverner leurs attentes. Ainsi, lorsqu'Antoine Darquier a fait parvenir à l'astronome parisien Jérôme Lalande, qu'il a reçu dans son propre observatoire lors d'une visite à Toulouse, et qui occupe une place importante dans l'astronomie européenne du 18^e siècle (Boistel, Lamy, Lelay, 2010), un manuscrit du savant bâlois Johann-Heinrich Lambert, les *Cosmologische Briefe*, c'est sous l'empire des mains puissantes qu'il s'exprime : en juillet 1785, précise Darquier, « le manuscrit est entre les mains de M. Lalande » depuis déjà « six mois » [8]. Dans la version publiée des *Lettres cosmologiques* (parues en 1801 [Lambert, 1801]), Darquier décrit en termes choisis son travail de traducteur : « j'ai cru devoir faire main basse sur tout ce qui m'a paru ne rien ajouter au sujet ; mais j'ai tâché de conserver scrupuleusement les idées et l'esprit de l'auteur (...) » [9]. Aux mains autoritaires de Lalande (signalant une absence de réponse) s'opposent une basse besogne de tri et de contrôle d'un texte. Pour désagréable ou difficile que fut cette entreprise de « main basse », elle n'en reste pas moins un exercice d'autorité, l'expression manifeste d'une capacité à discerner dans l'épaisseur du livre à traduire ce qu'il était nécessaire de conserver et ce qui ne l'était pas. C'est certes un usage faible du terme « main » - parce qu'exclusivement inscrit dans le registre imagé - qui est ici requis. Mais ce référentiel articulant la violence potentielle de la main et la nécessité de recourir à elle pour arriver à ses fins n'est pas sans rapport avec une

série de traditions éducatives qui, entre le 18^e et le 19^e siècle, ont posé la main comme point de partage social et épistémique. Dans leur analyse de cette littérature pédagogique, Barry Barnes et Simon Schaffer ont mis au jour deux formes opposées d'éducation, celle qu'ils nomment « banaustique » et celle qu'ils désignent sous le terme de « gnostique ». Dans la tradition « banaustique », la main est l'instrument de l'action et de la réaction, bien avant l'esprit (Shapin, Barnes, 1976 : 240). Ce sont les classes émergentes qui insistent sur la place des mains dans l'ordre des apprentissages. À l'inverse, les classes dominantes privilégient la voie gnostique tournée vers l'acquisition de compétences fort peu articulées au monde social et économique (Shapin, Barnes, 1976 : 241). Le jeu des valeurs auquel chaque éducation renvoie la main dit assez l'ambiguïté des expressions relatives à cet organe. Les partisans de l'éducation banaustique célèbrent la main au détriment de la tête parce qu'elle serait l'outil premier d'une compréhension ouverte du monde (Shapin, Barnes, 1976 : 245). Plus généralement encore, l'économie somatique du 18^e siècle opère sur le mode d'un corps désarticulé, décomposé dans ses segments les plus fins. Il n'est pas rare, ainsi, de voir des scientifiques prêter attention à la faillibilité d'un de leurs organes, tout en mettant en œuvre les moyens (anatomiques) de suppléer à cette difficulté passagère (Lamy, 2008a). La tension entre la main et l'esprit se retrouve, quant à elle, dans la mobilisation du discours somatique des astronomes toulousains du 18^e siècle. La potentialité autoritaire des mains s'exprime ainsi de façon métaphorique dans la description que fait Darquier de son rôle de vulgarisateur. L'astronome précise ainsi que ses *Lettres sur l'astronomie pratique* ne sont pas « un traité d'astronomie », mais elles doivent permettre à son élève de se « préparer à l'observation » (Darquier, 1786 : 92). L'astronome toulousain mesure la difficulté de l'entreprise : « ce qui étoit aisé pour ainsi dire, les armes à la main, devient plus difficile par un détail que l'exemple ne réalise pas sur le champ ; & deux mots, dans l'observatoire & l'œil à la lunette ne sauroient être remplacés par dix pages d'instruction » (Darquier, 1786 : 1). L'observation est un art guerrier qui suppose que les instruments sont des artefacts inquisiteurs cherchant à débusquer la vérité. Les mains s'en saisissent comme d'une arme, précisément parce qu'elles assument une manifestation visible du pouvoir, de son exercice et de ses effets. Le feuilleté lexical dans lequel les mains sont prises dit assez les transformations en cours dans un siècle des Lumières célébrant, dans un même mouvement, l'autonomie du corps et la libération des esprits (Jahan, 2006).

Voici donc des mains d'astronomes signalant l'éclatement d'un somatisme saisi désormais dans la subtilité de ses singularités et ses spécificités organiques. La complémentarité n'est pas de mise, mais, à tout le moins, la juxtaposition est rendue possible. Dans l'ordre métaphorique du discours, les mains incarnent la capacité d'autorité. Mais bientôt, ces propriétés des gestes manuels vont se trouver transformées par la montée en puissance des machines dans l'observatoire.

Les mains suspectes : le régime somatique et la raison machinique

Les différents observatoires privatifs des aristocrates toulousains disparaissent avec la Révolution. Seul celui de Garipuy est investi par la municipalité qui permet le maintien d'une activité scientifique continue

quoique minimale. Ce n'est qu'après la fin du second Empire que l'observatoire — bâti sur une colline à l'extrême limite de la ville — est transformé en véritable institution scientifique d'ampleur. Les responsables de la IIIe République montrent leur volonté de soutenir une activité savante renouvelée en dotant l'établissement d'un personnel compétent (les directeurs successifs à la fin du 19e siècle et au début du 20e siècle sont des agrégés de mathématiques, normaliens) et (relativement) nombreux. Des coupoles sont érigées pour accueillir de grands instruments, en particulier un télescope de 80 cm de diamètre. Les techniques photographiques sont intégrées au corpus méthodologique des astronomes, de même que les appareils de calculs.

Les historiens des sciences s'accordent pour décrire l'observatoire de Greenwich comme la matrice des observatoires-usines dans lesquels les agents sont des exécutants de tâches décomposées en phases élémentaires (Smith, 1991). L'instrumentation au cœur de la pratique scientifique s'oppose clairement au corps, devenu variable d'ajustement dans un processus observationnel de plus en plus mécanisé. C'est ainsi que « l'équation personnelle », cette erreur systématique dans la mesure, propre à chaque observateur, fait l'objet de nombreuses études visant à circonscrire les scories somatiques (Schaffer, 1988).

À la fin du 19e siècle et au début du 20e siècle, l'observatoire de Toulouse semble s'être parfaitement conformé à cet idéal industrialiste de la science. Le doyen de la Faculté de Médecine, chargé en 1905 de composer le rapport du Conseil de l'Université adressé au ministre de l'Instruction Publique, s'avoue fasciné par le compte rendu du directeur de l'observatoire, Benjamin Baillaud, sur le travail au sein de son établissement : « on a la notion saisissante d'une usine en activité où la division du travail, méthodiquement et rigoureusement réglée, réalise la production intensive et le maximum de rendement scientifique » [10]. Le doyen note l'habileté du directeur de l'observatoire qui « sait mettre en bonne place le collaborateur qui convient à chaque tâche » [11].

Les corps sont donc soupçonnés d'introduire du dérèglement et de l'approximation dans un univers mécanique que l'on suppose infiniment plus précis que la machinerie organique. C'est dans cette perspective que les mains deviennent des objets d'interrogation. Leurs limites semblent rapidement atteintes lorsqu'elles doivent se confronter aux opérations machiniques.

Louis Montangerand, astronome adjoint à Toulouse, se plaint en 1907 que l'équilibre de l'équatorial photographique, un grand instrument placé sous une coupole, ne soit parfait. Il parvient toutefois à « y remédi[er] aisément par la manette » [12]. Le mouvement des doigts s'arrête lorsque l'outil technique s'y oppose ou se bloque. Frédéric Rossard, astronome assistant, renonce en septembre 1902 à utiliser le micromètre à « fils brillants » [13] qui devait lui permettre d'examiner une comète récemment découverte. Il n'a pu employer le micromètre déjà présent sur l'instrument : « il m'a été impossible de le dévisser pour le remplacer par le micromètre à [comète], avoue-t-il au directeur. Je n'ai pas insisté afin de ne pas faire de fausses manœuvres » [14]. L'ajout d'appareils photographiques aux grands instruments rend les managements pénibles et incommodes. Henry Bourget, astronome adjoint, assure au directeur Benjamin Baillaud, que les clichés d'essais qu'il a faits au télescope de 80 centimètres offrent « des difficultés pratiques considérables par suite de

la multiplication des opérations à effectuer. On en aura une idée par ce fait que l'opérateur doit avoir en mains 7 manettes et 3 contacts électriques dont il doit se servir (...) à chaque photographie d'une étoile » [15]. La main est non seulement soumise à l'instrument - c'est lui qui fixe l'ergonomie, désigne les possible - mais elle doit en plus composer avec une machine-hydre démultipliant les leviers et les points à manœuvrer pour l'action. Si au siècle des Lumières les mains entraînent dans un rapport puissant à l'autorité, cette dernière semble s'être transférée à la machine. La technique domine le corps et les mains sont des instruments organiques malhabiles. Les différentes mesures (qu'elles soient astronomiques ou météorologiques) que doivent effectuer les astronomes sont l'occasion, lorsque les objets sont cassés ou les données mal recueillies, de questionner les enjeux d'une manipulation par les observateurs.

La manipulation de l'instrument requiert une certaine dextérité. L'adresse et l'habileté des mains ne s'obtiennent que par la répétition sans fin des manœuvres de l'outil scientifique. Frédéric Rossard est accusé en juillet 1903, d'avoir causé de graves dégâts en manipulant le télescope de 80 centimètres. Il aurait notamment « faussé une plaque métallique de micromètre à gros vis » et surtout « cassé le miroir » [16]. Rossard se défend avec énergie et précise au directeur qu'il a « une trop grande habitude de[s] instruments et les manie avec trop de précaution » [17] pour être à l'origine de l'accident. Baillaud lui reproche également « de n'avoir pas laissé l'instrument dans sa place primitive » [18] après sa séance de travail. L'observateur incriminé rétorque qu'il a bien remis le télescope « dans la position de repos afin qu'il fût plus en sûreté » et précise avec assurance : « sa manœuvre m'est familière vu que depuis 12 ans que je suis à l'observatoire, je me suis servi de l'instrument plus de cent fois » [19]. Habitué à manipuler l'instrument, Rossard est sûr de ses gestes, de leur précision et de leurs effets ; il possède, à force de pratique et d'usage, un savoir incorporé qui réduit presque son maniement des outils scientifiques à des réflexes. Mais le soupçon demeure que ses mains malhabiles aient pu casser un instrument précis et fragile.

Une différenciation sociale émerge de cette nouvelle défiance à l'endroit des mains. Les assistants, les personnels supplétifs seraient moins à même de bien se servir des objets de mesure. Le jeu des classes sociales se réactive très précisément lorsqu'il s'agit de faire montre d'une culture technique et somatique adéquate. C'est ainsi que les interventions de ces assistants sont strictement encadrées et circonscrites aux étapes les plus élémentaires. La fragilité des outils techniques, la délicatesse de leurs déplacements, imposent un usage doux et précautionneux. Benjamin Baillaud s'emploie, dans la circulaire qu'il adresse à son personnel, à discipliner les gestes saccadés, à maîtriser les mouvements trop brusques. En 1902, il invite « les observateurs chargés du service météorologique à ne toucher aux instruments qu'avec les précautions les plus minutieuses. Il arrive, poursuit l'astronome, que les thermomètres du sol sont cassés parce qu'on les laisse tomber au lieu de les descendre à la main. Il arrive que pour inscrire l'heure sur les enregistreurs, on heurte violemment ces instruments, à tel point qu'on a des projections d'encre hors de la plume ; ces chocs détruisent les réglages et faussent les résultats » [20].

Voici donc des mains appartenant à des assistants socialement distincts de l'élite astronomique qui sont soupçonnées d'être insuffisamment

dressées. L'observatoire de Toulouse est un espace socialement très structuré. Le directeur et les astronomes adjoints ont un parcours universitaires d'excellence : École Normale Supérieure, agrégation, thèse de doctorat, ils appartiennent à l'élite sociale et intellectuelle de la ville. Les assistants sont recrutés localement et n'ont, en général, qu'un cursus scolaire limité. L'organisation des rapports sociaux est rendue plus complexe encore par l'arrivée de calculatrices au sein de l'observatoire, dès les années 1880 (Lamy, 2006). Le directeur de l'observatoire, Benjamin Baillaud, s'est engagé dans le programme de la Carte du ciel, vaste saisie photographique de l'ensemble des objets célestes menée à l'échelle internationale par dix-huit observatoires et coordonnées depuis l'Observatoire de Paris (Lamy, 2008b). La lecture et le déchiffrement des plaques photographiques, sur lesquelles on doit repérer la position de chaque étoile, suppose une impressionnante force de calculs. Près d'une dizaine de femmes appartenant à la bourgeoisie toulousaine, victimes d'un revers de fortune ou d'une rupture dans leurs trajectoires personnelles, dispose des compétences nécessaires à la poursuite de ces calculs. Il existe donc, au sein de l'observatoire, un « bureau des dames » de la Carte du ciel qui, sous l'autorité d'un astronome adjoint produit chaque jour des masses de relevés de positions d'étoiles, effectués avec une machine à mesurer les plaques. Cet ensemble de positions doit ensuite être reprises par des séries de calculs élémentaires, longs et fastidieux pour être lisibles et compréhensibles par les autres observateurs. Cette vaste opération d'harmonisation des positions d'étoiles est menée, pour partie, dans un bureau des statistiques distinct du bureau des mesures, par des calculatrices et, pour partie, par des agents mixtes chez eux.

L'introduction d'employées et d'auxiliaires féminines au sein de l'établissement astronomique toulousain s'inscrit dans une logique plus globale de féminisation du travail de bureau qui « est un phénomène commun à l'ensemble des sociétés capitalistes avancées » (Gardey, 2001 : 65). La pratique calculatoire n'est pas propre aux observatoires et concerne de nombreux services administratifs et comptables. Dans cette perspective, les opératrices de l'institution savante méridionale participent au mouvement massif de féminisation des emplois de bureau.

Le degré d'instruction est très souvent mis en avant par les candidats aux travaux routiniers de mathématiques que requiert la Carte du ciel. Madame Boistel écrit à Benjamin Baillaud, le 12 septembre 1905, qu'elle vient d'apprendre qu'il donne « des calculs à faire à des femmes (...) » [21]. Elle souligne qu'elle a « une assez grande aptitude pour tout ce qui touche aux mathématiques (...) » [22]. De la même manière, Albertine Bousquet souhaite être admise « comme dame employée aux calculs » et indique qu'elle possède « une bonne instruction primaire » [23]. Les diplômes permettent de préciser les aptitudes, d'indiquer les compétences. Marguerite Latapie assure au directeur de l'observatoire en mai 1900 qu'elle a « obtenu le brevet élémentaire en 1896 [et] le certificat d'études supérieures en 1898 » [24].

L'arrivée d'agents féminins dans l'univers du bureau constitue une rupture importante dans la conception du travail : « l'ordre des sexes, l'ordre social est bouleversé (...) » (Gardey, 2001 : 71) puisque l'on assiste à l'émergence dans le monde des employés de « jeunes femmes (...) dont les valeurs ne sont pas favorables au travail féminin », mais « contraintes au travail par le hasard de la vie » (Gardey, 2001 : 71). Les

candidates aux travaux de calculs de l'observatoire font état de revers de fortune ou d'une situation familiale brusquement dégradée. La famille de « Mlle Molinari (...) autrefois dans l'aisance (...) » est au début de l'année 1899 « très malheureuse » et a « grand besoin pour se relever du travail de cette jeune fille » [25]. Mademoiselle Rapas explique à Benjamin Baillaud, en avril 1900, comment sa trajectoire personnelle a été ternie : « Il y a deux ans, j'étais institutrice dans une famille de Béziers. Une maladie de ma mère veuve depuis longtemps m'a obligée à quitter ces fonctions et rappelée à Toulouse, car sa fille seule pouvait lui donner les soins que comporte son état. Depuis lors, j'ai dû, par nécessité, rechercher un modeste emploi dans un magasin de la ville et la Dame très honorable qui m'occupe ne peut me donner que de très minimes appointements » [26]. En soutenant la famille, en assurant la subsistance de leurs parents, les calculatrices participent à cette « valorisation de l'idéologie domestique » qui « permet à des femmes d'assumer la contradiction entre le fait de travailler et les valeurs du groupe » (Gardey, 2001 : 71), opposées à l'activité féminine. Le bouleversement des valeurs de la bourgeoisie est considérable : le travail féminin y est en effet mal perçu et « doit s'accompagner d'un certain nombre de garanties », parmi lesquelles « la ségrégation spatiale des femmes dans les bureaux » (Gardey, 2001 : 73) joue un rôle important. L'organisation des activités de mesure et de calculs nécessaires à l'achèvement de la Carte du ciel au sein de l'observatoire de Toulouse contourne cette difficulté. Qu'il s'agisse du bureau d'examen des clichés ou du bureau de la statistique, installés dans le bâtiment principal de l'observatoire, aucun n'emploie des hommes, ni comme fonctionnaires, ni comme auxiliaires. Le personnel masculin, astronomes et calculateurs, qui encadre ces travaux calculatoires, n'est pas installé au même endroit. Enfin, le travail à domicile des auxiliaires féminines constitue un compromis acceptable pour la bourgeoisie, puisque les jeunes opératrices ne quittent pas leur foyer, tout en obtenant une rémunération. Les seuls calculateurs masculins employés par l'observatoire effectuent également leurs tâches chez eux. Il existe donc une séparation nette et matérielle entre les sexes qui ne se côtoient que de très loin au sein de l'établissement savant et dont les éventuels rapprochements sont justifiés par des relations hiérarchiques.

Dans cet univers surcodé du genre et de la bourgeoisie, les mains trouvent une forme singulière d'expression savante. En effet, la relative simplicité des calculs à effectuer ne suppose pas l'emploi de machines à calculer. Les opérations sont donc menées à *la main*, sans l'aide d'aucun instrument. C'est donc dans les zones sociales les plus précaires, les moins assurées, les plus instables de l'observatoire que la main retrouve une certaine centralité dans le travail scientifique élémentaire.

Au 19^e siècle, la transformation de l'observatoire en usine repositionne les mains dans un ordre somatique déprécié. La raison instrumentale domine : les artefacts sont centraux dans les processus d'observation. Les instruments ont une puissance (optique, calculatoire...) et une précision avec lesquelles le corps humains ne peut rivaliser. Il s'ensuit que l'affectation de puissance dont les mains étaient détentrice passe à la machine. Ce sont ces dernières qui ritualisent l'observation, la cadrent, l'organisent. Les mains, probablement moins détachées du reste du corps qu'au 18^e siècle, réintègrent un somatisme imparfait, faillible, peu fiable. Elles détruisent, cassent, se trompent, négligent, tremblent, s'impatientent. Elles ne peuvent rivaliser avec la force de répétition et

d'exactitude de l'instrument. Il s'ensuit que l'ordre social reconstitué à l'intérieur de l'observatoire va reléguer les opérations manuelles aux derniers rangs. Les calculatrices et les calculateurs cantonnés chez eux avec leurs crayons et leurs feuilles de papier comptent à *la main*, en même temps que cette pratique les laisse dans les orbites sociales les moins valorisés.

Conclusion

Entre le 18^e et le 19^e siècle, on assiste à deux grandes ruptures dans la façon dont les astronomes toulousains considèrent le travail de leurs mains. D'une part, l'instrumentation devient centrale dans les représentations communes des savants. La raison machinique l'emporte sur tout le reste. Les mains qui représentaient une certaine forme de puissance, puisqu'elles *opéraient* concrètement dans l'ordre des pratiques, deviennent des organes soupçonnés d'imprécision et de brusquerie. Voici donc la première rupture : l'instrumentation est devenue plus massive et moins mobile. Elle a soudain structuré et saturé l'horizon épistémique et somatique des astronomes. La seconde rupture est coextensive à ce mouvement. Les représentations du corps se recentrent. D'une anatomie disjointe, faisant de l'œil le point critique de l'observation, on passe à un organicisme unitaire qui distingue à peine les mains des autres organes. Si l'on replace cette économie somatique propre aux astronomes, dans l'ensemble plus vaste des pratiques corporelles au sein des lieux de savoirs, quelques décalages sont perceptibles : en effet, dans les laboratoires européens de chimie, jusqu'à la fin du 18^e siècle, un certain mépris entourait les pratiques manuelles (Klein, 2008 : 780). Mais la dénivellation genrée dans le rapport aux mains, est perceptible, à la fin du 19^e siècle dans bien des laboratoires. Ainsi, le *Balfour Biological Laboratory* de l'Université de Cambridge, constitue-t-il un espace inédit d'expérimentation scientifique pour les femmes dans lequel ces dernières apprennent les pratiques scientifiques dans leurs décompositions manuelles (Richmond, 1997).

Dans le double mouvement d'exclusion des mains et de resserrement du corps, dont on peut retracer la chronologie au sein de l'observatoire de Toulouse, c'est toute une économie somatique qui s'est transformée. Ce sont aussi des formes d'exercice de la puissance, de l'action à distance et de la force d'incarnation des pratiques savantes qui ont été bouleversées. La révolution industrielle qui affecte aussi les observatoires travaille en profondeur le rapport à la manipulation et à l'usage des mains. Si le corps des astronomes toulousains a toujours été plus ou moins sous surveillance et sous tension, les mains ont soudainement symbolisé la chute de l'organique face au machinique. Dénuées d'une quelconque puissance, déniées dans leur capacité d'action, les mains sont l'instrument, à la fin du 19^e et au début du 20^e siècle, du prolétariat de la preuve. Elles transforment - littéralement - les agents les moins dotés socialement en *main d'œuvre*, acteurs anonymes d'un travail scientifique dont l'organisation s'est conformée à la structuration capitaliste. Marx, le premier, avait pointé les effets profonds dans l'organisation des sociétés humaines de la machine-outil, qui déplace l'homme le long de la diagonale des techniques : « la révolution industrielle » laisse « à l'homme, à côté de la nouvelle besogne de surveiller la machine et d'en corriger les erreurs de sa main, le rôle purement mécanique de moteur » (Marx, 1963 : 465). Les mains des astronomes retranscrivent, dans ce grand remuement de l'économie organique, les effets *proprement*

anthropologiques d'une montée en puissance des machines et de l'instrumentation : le passage de l'homme aux artefacts mécaniques discrédite les mains et laisse aux ouvriers de la science ces seuls organes comme force de travail à vendre.

Notes

- [1] Voir Lawrence et Shapin (1998).
- [2] Archives de l'Observatoire de Paris (AOP), B 1-5, Correspondance de Nicolas Delisle, T. XII, n° 241a, Lettre de Nicolas Delisle à Antoine Darquier, 1er novembre 1753.
- [3] AOP, B 1-5, Correspondance de Nicolas Delisle, T. XII, n° 241a, Lettre de Nicolas Delisle à Antoine Darquier, T. XII, n° 96, Lettre de Nicolas Delisle à Antoine Darquier, 14 avril 1753.
- [4] Archives de l'Académie des Sciences Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse (AAST), Registre des délibérations, T. IX, séance du 26 mai 1756, ff° 143-144.
- [5] Archives de l'Académie des Sciences Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse (AAST), Registre des délibérations, T. IX, séance du 26 mai 1756, ff° 143-144
- [6] Histoire et Mémoire de l'Académie Royale des Sciences, 1779, p. 363.
- [7] AAST, 8008832, François Garipuy, Mémoire lu dans une assemblée publique, s.d., [1738].
- [8] Bibliothèque Universitaire de Bâle, Lx 686, Lettre d'Antoine Darquier à Jean Bernoulli, 15 juillet 1787, f° 1090.
- [9] Antoine Darquier, « Avertissement du traducteur », *in* Lambert
- [10] Benjamin Baillaud, Mes Souvenirs [Manuscrit non publié], Toulouse, 1991 [1ère édition Toulouse, 1928], pp. 56-57.
- [11] *Ibidem*, p. 57.
- [12] Archives Municipales de Toulouse (AMT), 2R 129, Lettre de Louis Montangerand à Benjamin Baillaud, 8 avril 1907.
- [13] AMT, 2R 129, Lettre de Frédéric Rossard à Benjamin Baillaud, 7 septembre 1902.
- [14] *Ibidem*.
- [15] AMT, 2R 112, Henry Bourget, Rapport annuel 1903-1904.
- [16] AMT, 2R 126, Lettre de Frédéric Rossard à Benjamin Baillaud, 23 juillet 1900.
- [17] *Ibidem*.
- [18] *Ibidem*.
- [19] *Ibidem*.
- [20] AMT, 2R 128, Lettre de Benjamin Baillaud à ses collaborateurs, 1er

décembre 1902.

[21] AMT, 2R 131, Lettre de Madame Boistel à Benjamin Baillaud, 12 septembre 1905.

[22] *Ibidem*.

[23] AMT, 2R 131, Lettre d'Albertine Bousquet à Benjamin Baillaud, 10 octobre 1907.

[24] AMT, 2R 131, Lettre de Marguerite Latapie à Benjamin Baillaud, 1er mai 1900.

[25] AMT, 2R 131, Lettre de Xavier Desley à Benjamin Baillaud, 4 janvier 1899.

[26] AMT, 2R 131, Lettre de Mademoiselle Rapas à Benjamin Baillaud, 4 avril 1900.

Bibliographie

BLOCH, Marc, 1983 [1924]. *Les rois thaumaturges. Étude sur le caractère surnaturel attribué à la puissance royale particulièrement en France et en Angleterre*. Paris, Gallimard.

BOISTEL, Guys, LAMY, Jérôme, LELAY, Colette (eds.), 2010. *Jérôme Lalande (1732-1807). Une trajectoire scientifique*. Rennes, Presses Universitaires de Rennes.

CALLON, Michel, RABEHARISOA, Vololona, 1999. « De la sociologie du travail appliquée à l'opération chirurgicale : ou comment faire disparaître la personne du patient », *Sociologie du travail*, 41(2), pp. 143-162.

CORBIN, Alain, 1986. *Le miasme et la jonquille. L'odorat et l'imaginaire social, XVIIIe-XIXe siècles*. Paris, Flammarion.

DARQUIER Antoine, 1777. *Observations astronomiques faites à Toulouse*. Avignon, Jean Aubert, 1777

DARQUIER, Antoine, 1782. *Observations astronomiques faites à Toulouse. Deuxième partie*. Paris, chez Laporte.

DARQUIER, Antoine, 1786. *Lettres sur l'astronomie pratique*. Paris, Didot fils, Joubert jeune.

DAUMAS, Maurice, 1950. « Quelques fabricants d'instruments scientifiques anciens », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, 3(3-4), pp. 365-370.

FOUCAULT, Michel, 1975. *Surveiller et punir. Naissance de la prison*. Paris, Gallimard.

GARDEY, Delphine, 2001. *La dactylographe et l'expéditionnaire. Histoire des employés de bureau 1890-1930*, Paris, Belin.

HUTCHINS, Roger, 2008, *British University Observatories 1772-1939*, Farnham, Ashgate.

JAHAN, Sébastien, 2006. *Le corps des Lumières. Émancipation de l'individu ou nouvelles servitudes*. Paris, Belin.

KLEIN, Ursula, 2008, « The Laboratory Challenge : Some Revisions of the Standard View of Early Modern Experimentation », *Isis*, 99(4), pp. 768-782.

KOECHLIN, Bertrand, 1991. « La réalité gestuelle des sociétés humaines. Une approche écosystémique et anthropologique de la réalité gestuelle et des communautés humaines », in Jean Poirier (éds.), *Histoire des mœurs II*, vol. 1, *Modes et modèles*. Paris, Gallimard, pp. 161-246.

LAMBERT, Johann Friedrich, 1801. *Lettres cosmologiques sur l'organisation de l'Univers*. (traduit de l'allemand par Antoine Darquier). Amsterdam, Gérard Hulst van Keulen Editeur.

LAMY, Jérôme, 2006. « La Carte du Ciel et la création du "bureau des dames" à l'observatoire de Toulouse », *Nuncius, Journal of the history of science*, 21(1), pp. 101-120.

LAMY, Jérôme, 2007. *L'observatoire de Toulouse aux XVIIIe et XIXe siècles. Archéologie d'un espace savant*. Rennes, Presses Universitaires de Rennes.

LAMY, Jérôme, 2008a. « Les savoirs incorporés : la mise en scène du corps chez les astronomes du XVIIIe siècle », *Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest*, n° 115, pp. 119-131.

LAMY, Jérôme, 2008b, *La Carte du ciel. Histoire et actualité d'un projet scientifique international*, Les Ulis, EDP Sciences.

LATOURET, Bruno, 1985. « Les "vues" de l'esprit. Une introduction à l'anthropologie des sciences et des techniques », *Culture Technique*, 14, pp. 5-29.

LAWRENCE, Christopher, SHAPIN, Steven, (éds.), 1998. *Science Incarnate. Historical Embodiments of Natural Knowledge*. Chicago, The University of Chicago Press.

MARX, Karl, 1963. *Oeuvres 1. Economie (vol. 1)*. Paris, Gallimard « La Pléiade ».

MERTON, Robert K., 1942. « A Note on Science and Democracy », *Journal of Legal and Political Sociology*, 1, pp. 115-126.

PENEFF, Jean, 1997. « Le travail du chirurgien : les opérations à cœur ouvert », *Sociologie du travail*, 39(3), pp. 265-296.

PUMFREY, Stephen, 1995. « Who did the work ? Experimental philosophers and public demonstrators in Augustan England », *British Journal for the History of Science*, 28(2), pp. 131-156.

RICHMOND, Marsha L., 1997, « "A Lab of One's Own" : The Balfour Biological Laboratory for Women at Cambridge University, 1884-1914 », *Isis*, 88(3), pp. 422-455.

SCHAFFER, Simon, 1988. « Astronomers Mark Time : Discipline and the Personal Equation », *Science in context*, 2(1), pp. 115-145.

SCHAFFER, Simon, 2014. *La fabrique des sciences modernes*. Paris, Le Seuil.

SCHMIDT, Jean-Claude, 1990. *La raison des gestes dans l'Occident médiéval*. Paris, Gallimard.

SHAPIN, Steven, 1994. *A Social History of Truth. Civility and Science in Seventeenth-Century England*. Chicago, The University of Chicago Press.

SHAPIN, Steven, BARNES, Barry, 1976. « Head and Hand : Rhetorical Resources in British Pedagogical Writing, 1770-1850 », *Oxford Review of Education*, 2(3), pp. 232-254.

SIBUM, H. Otto, 1998. « Les gestes de la mesure. Joule, les pratiques de la brasserie et la science », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 53e année, n° 4-5, pp. 745-774.

SMITH, Robert, W., 1991. « A National Observatory Transformed : Greenwich in the Nineteenth Century », *Journal for the History of Astronomy*, 26, pp. 5-20.