Le problème des longitudes en mer dans les traités d'hydrographie des Jésuites aux XVII^e et XVIII^e siècles

Choix méthodologiques et pratiques instrumentales

The Determination of Longitudes at Sea in the Jesuits' Hydrographic Treatises, 17th and 18th Centuries. Methodological Choices and Instrumental Practices

Jérôme Lamy

Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/histoiremesure/1747>
DOI : 10.4000/histoiremesure.1747
ISSN : 1957-7745

Éditeur

Éditions de l'EHESS

Édition imprimée

Date de publication : 1 décembre 2006
Pagination : 95-120
ISBN : 2-7132-2095-5
ISSN : 0982-1783

Référence électronique

Jérôme Lamy, « Le problème des longitudes en mer dans les traités d'hydrographie des Jésuites aux XVII^e et XVIII^e siècles », *Histoire & mesure* [En ligne], XXI - 2 | 2006, mis en ligne le 01 décembre 2009, consulté le 03 juin 2022. URL : <http://journals.openedition.org/histoiremesure/1747> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/histoiremesure.1747>

Jérôme Lamy *

Le problème des longitudes en mer dans les traités d'hydrographie des Jésuites aux XVII^e et XVIII^e siècles. Choix méthodologiques et pratiques instrumentales

Résumé. La détermination des longitudes en mer constitue une question scientifique majeure tout au long de l'époque moderne. Dans cet article, nous proposons d'examiner un aspect particulier de cette vaste question : la manière dont les Jésuites ont enseigné, au XVII^e et XVIII^e siècles, le problème des longitudes en mer dans leurs traités d'hydrographie. En détaillant le contenu de ces ouvrages, nous mettons en exergue les méthodes prônées par les membres de la Compagnie de Jésus ainsi que leurs choix instrumentaux. La combinaison d'une attention soutenue aux développements les plus récents de l'astronomie, d'une tension permanente entre pratique et précision et la promotion de la variation de l'aimant constituent la spécificité des ouvrages jésuites sur la question des longitudes en mer.

Abstract. The Determination of Longitudes at Sea The Determination of Longitudes at Sea in the Jesuits' Hydrographic Treatises, 17th and 18th Centuries. Methodological Choices and Instrumental Practices.

The determination of longitude at sea was a major scientific question during the modern times. This article focuses on how the Jesuits taught that topic in their treatises of hydrography in the 17th and 18th centuries. The analysis of these works reveals the methods they recommended and their instrumental choices. The originality of the Jesuits' treatises was based on an acute attention to the most recent developments in astronomy, a permanent tension between practice and precision, and the promotion of the magnet's variation as a method.

* Observatoire de Paris, 61 Avenue de l'Observatoire, 75 014 — Paris.

E-mail : jerome.lamy@laposte.net

Je remercie Guy Boistel pour ses conseils et ses remarques, ainsi que les deux rapporteurs pour leurs commentaires très stimulants.

Furetière, dans son *Dictionnaire universel*, définit l'hydrographie comme « la science qui apprend l'art de naviguer, de faire des cartes marines, de conduire les vaisseaux et de contrôler dans les voyages au long cours le lieu précis où l'on est » ¹. Cette discipline s'impose peu à peu au XVII^e siècle comme un enseignement soutenu par le pouvoir royal ². Ce souci d'une formation pratique au pilotage en mer s'explique, au moins en partie, par un constat de médiocrité des navigateurs ³.

Les Jésuites sont très tôt impliqués dans l'enseignement hydrographique, au sein de trois types d'institutions scolaires ⁴. Ils l'abordent d'abord dans leurs propres collèges. Ensuite, après un accord avec le roi en 1669, les membres de la Compagnie de Jésus disposent de chaires d'hydrographie à Caen, Nantes, Brest, La Rochelle, Perpignan, Montpellier, Marseille, Toulouse et Cahors ⁵. Les cours dispensés sont destinés à de futurs marins et intègrent des éléments de mathématiques et d'astronomie. Enfin, les Jésuites sont présents, aux côtés de laïcs, dans les écoles des gardes de la marine de Brest, Rochefort et Toulon, créées en 1682. Ils y sont chargés de l'aumônerie et de « la plus grande partie de l'enseignement » ⁶. Ils poursuivent leur activité pédagogique en France jusqu'à leur dispersion sur ordre du Parlement de Paris ⁷.

Nous nous proposons d'examiner ici un aspect précis de l'enseignement de la science des astres dans les traités d'hydrographie des Jésuites : le problème des longitudes en mer. Il s'agit d'une question dominante à l'époque moderne ⁸, en lien avec le déploiement d'une circulation maritime désormais planétaire ⁹. Le pouvoir politique est intervenu pour appuyer les recherches

1. FURETIÈRE, A., 1690, Article « Hydrographie ».

2. DAINVILLE, F. de, 1943, p. 458.

3. RUSSO, F., 1986, p. 420. LUTUN, B., 1995, p. 6. Sur les erreurs de navigation, voir notamment J. PÉRET, 2004, pp. 52-57.

4. RUSSO, F., 1986, pp. 423-424.

5. RUSSO F., 1986, p. 423 et DAINVILLE, F. de, 1986, pp. 28-30.

6. RUSSO, F. 1986, p. 424.

7. L'ordre des Jésuites a été supprimé par le pape Clément XIV en 1773. La dispersion intervient en Provence en 1763. Il convient toutefois de noter la poursuite des activités scientifiques et éditoriales du Jésuite marseillais Esprit Pezenas, bien après cette date (BOISTEL, G., 2002, p. 103).

8. Pour une analyse détaillée du développement de la question des longitudes au Moyen Âge, voir l'étude de P. GAUTIER D'ALCHÉ, 2000. L'auteur renouvelle les perspectives développées auparavant par J. K. WRIGHT, 1923.

9. Voir notamment, au sujet du Portugal, l'étude de W. G. L. RANGLES, 1998. L'ouvrage dirigé par W. J. H. Andrewes, 1996, constitue une somme importante, bien que centrée sur

et les organiser. Richelieu a ainsi pris part à la détermination du méridien initial de l'Île de Fer ¹⁰. Colbert a lui aussi compris très tôt l'intérêt qu'il y avait à approfondir ces questions pour développer la marine et le commerce ¹¹.

Après Frédéric Marguet ¹², Guy Boistel a notamment mis en évidence dans sa thèse la multiplicité des méthodes mises en œuvre pour parvenir à une détermination correcte des longitudes par les marins à l'époque moderne ¹³. De nombreux auteurs ont d'autre part souligné la spécificité de l'enseignement des Jésuites. Antonella Romano a montré comment ils ont développé, dans leurs collèges, une formation mathématique orientée vers l'application ¹⁴. Ces travaux constituent un point d'appui précieux pour analyser le traitement de la question des longitudes par les membres de la Compagnie de Jésus, en particulier les pratiques proposées dans leur enseignement hydrographique.

Le corpus sur lequel s'appuie cette étude est constitué des principaux traités d'hydrographie publiés aux XVII^e et XVIII^e siècles par des pédagogues tenant les chaires des écoles Jésuites ¹⁵. De précédentes analyses menées par G. Boistel ont mis au jour la richesse de ces ouvrages ¹⁶. Nous avons détaillé ailleurs les méthodes pédagogiques et didactiques utilisées par les professeurs d'hydrographie pour transmettre les connaissances astronomiques à de futurs marins ¹⁷ ; il s'agit ici de détailler le contenu des enseignements de la Compagnie de Jésus. Nous examinerons d'abord les techniques proposées par les professeurs, puis la manière dont les traités présentent l'outillage astronomique nécessaire pour mesurer la position des astres.

des problématiques anglo-saxonnes. Plus récemment, les travaux rassemblés par V. JULLIEN, 2002, ont contribué au renouvellement des problématiques sur la question des longitudes.

10. DAINVILLE, F. de, 1943, p. 344.

11. DAINVILLE, F. de, 1943, p. 467.

12. MARGUET, F., 1931. Pour une analyse détaillée du problème des longitudes en mer au XVIII^e et au début du XIX^e siècle, autour des travaux de Beautemps-Beaupré, voir O. CHAPPUIS, 1999.

13. BOISTEL, G., 2001.

14. ROMANO, A., 2000, p. 389, et pour une analyse de plus grande ampleur : ROMANO, A., 2000.

15. Les auteurs des traités que nous examinons ne sont pas tous Jésuites, mais ils sont tous, à l'exception de Pierre Bouguer, professeurs d'hydrographie des écoles ou des collèges de la Compagnie de Jésus.

16. BOISTEL, G., 1999 et 2005.

17. LAMY, J., 2003.

Auparavant, il convient de présenter brièvement les auteurs des ouvrages d'hydrographie que nous examinerons. Le père Georges Fournier (1595-1652) enseigne les mathématiques au Collège de la Flèche pendant sept ans. Il est ensuite préfet des études à Caen et enfin aumônier de la Marine royale. Son ample *Hydrographie*, éditée en 1643, est un jalon important dans l'histoire de la science nautique et une référence pour les auteurs suivants. Le père Dechaies (1621-1678) est d'abord un voyageur, qui enseigne dans les collèges d'Avignon et de Lyon. Il est l'auteur de deux livres importants qui traitent notamment de la question des longitudes en mer. Le premier s'intitule *Cursus seu Mundus Mathematicus*. Il s'agit d'une encyclopédie qui déborde les seules questions de navigation. En revanche, *L'Art de naviguer*, imprimé en 1677, reprend plus spécifiquement les thèmes nautiques du précédent ouvrage. L'abbé Guillaume Denys (1624-1689) est professeur d'hydrographie à Dieppe. Outre son *Art de naviguer par les nombres*, il écrit, en 1666, un *Art de naviguer perfectionné par la connoissance de la variation de l'aimant*, qui défend la possibilité d'une détermination des longitudes en mer grâce à la variation de la boussole. Son successeur à Dieppe, Samson Le Cordier, est l'auteur d'une *Instruction des Pilotes*, brève, didactique et fréquemment rééditée. Yves Valois (1710-1765) dispense un cours d'hydrographie au collège Jésuite de la Rochelle de 1732 à 1757. *La science et la pratique du pilotage*, imprimé en 1735, est la reprise, sous la forme d'un dialogue, des thèmes de son enseignement pratique. Enfin, nous examinerons les manuels du père Esprit Pezenas (1692-1776), hydrographe à Marseille. G. Boistel a montré combien sa production sur le problème des longitudes en mer était abondante¹⁸. Rectifiant et corrigeant sans cesse ses conceptions, il a fourni une œuvre complexe. Nous fixerons notre attention uniquement sur ses *Éléments de pilotage*, parus en 1733, et son *Astronomie des marins*, éditée en 1766¹⁹.

Nous examinerons également, comme point de comparaison, les travaux du fils de Jean Bouguer, Pierre Bouguer (1698-1758). Son *Nouveau Traité de Navigation* est publié en 1753. Il fut par la suite réédité, notamment dans une version remaniée par l'abbé Lacaille. Pierre Bouguer, en tant que préposé au perfectionnement de la navigation, est alors l'expert légitime dans le domaine de la science maritime. Il examine la plupart des projets d'innovation pour la marine déposés devant le département de la

18. BOISTEL, G., 2002.

19. Je remercie Guy Boistel de m'avoir communiqué des sources relatives au père Pezenas.

Marine. C'est à ce titre, ainsi que comme contemporain des derniers jésuites de notre période, que nous intégrons ses publications au corpus étudié. Pierre Bouguer nous offre ainsi un point de vue extérieur à la Compagnie de Jésus, permettant de saisir la portée des œuvres pédagogiques des Jésuites dans le domaine des longitudes en mer.

1. Panorama des méthodes

Samson Le Cordier considère que pour un lieu donné la longitude « est l'Arc de l'Équateur, ou d'un Parallèle à l'Équateur compris entre ce lieu et le premier Méridien [...], elle se compte de l'Ouest vers l'Est à commencer de l'Isle de Fer ²⁰ dans les Cartes Françaises [...] et va jusqu'à 360 degrés que contient tout l'Équateur ». ²¹

Il n'existe pas de technique unique pour déterminer la longitude. Les nombreuses méthodes proposées sont toutes, dans la pratique, inexactes ou insatisfaisantes. À défaut d'une détermination exacte, les professeurs d'hydrographie recensent toutes les techniques en usage et discutent de leurs validités respectives.

Un vain foisonnement ?

Les professeurs d'hydrographie de la Compagnie de Jésus ne cachent pas, dans leurs traités, l'imperfection des méthodes exposées pour trouver la longitude. Le père Dechaies souligne, en 1677, que « ce fameux problème qu'on cherche depuis deux ou trois siècles [...] seroit beaucoup plus avantageux que la quadrature du cercle ou la duplication du Cube » ²². Samson Le Cordier fait sans détour un constat d'échec, en reconnaissant que « jusqu'à présent on n'a point trouvé de moyen sûr de la connaître » ²³. L'« embarras » ²⁴ des hydrographes à l'endroit du problème des longitudes en mer est perceptible dans leurs traités. Ils contournent le plus souvent l'absence d'une méthode fiable, pratique et précise par l'exposition critique et détaillée des techniques couramment employées sur les navires. Ces présentations fournies et discutées permettent de mieux saisir les exigences des astronomes Jésuites, ainsi que leur souci constant de lier l'exactitude des mesures de longitude en mer à l'aisance des manipulations et des calculs qu'elles peuvent exiger.

20. Il s'agit de la plus occidentale des Canaries.

21. LE CORDIER, S., 1766, vol. 1, p. 134.

22. DECHALES, C.-F., 1677, p. 221.

23. LE CORDIER, S., 1766, vol. 1, p. 134.

24. VALOIS, Y., 1735, p. 156.

L'observation simultanée d'une même éclipse de Lune en plusieurs endroits est régulièrement présentée dans les manuels d'hydrographie Jésuites. Dans son *Hydrographie*, Georges Fournier expose notamment le moyen de déterminer ainsi la longitude. Le Jésuite est sceptique quant à l'efficacité de ce moyen. Il explique que, parmi toutes les observations qu'il a compulsées, on « n'en trouvera jamais deux, desquelles [on] puisse conclure les mesmes Longitudes »²⁵.

Une variante de cette méthode consiste à déterminer « la différence de Longitude par une seule observation d'Éclipses »²⁶ et l'examen des éphémérides. Il faut alors « supputer exactement à quelle heure l'Éclipse doit arriver au lieu pour lequel ces Tables, ont esté faites »²⁷. L'observation effectuée par le marin lui indiquera s'il se situe à l'Ouest ou à l'Est du méridien repère. Le père Fournier affirme sèchement que « cette façon de trouver les Longitudes par les Éclipses est entièrement inutile sur Mer »²⁸. De façon générale, les méthodes ayant recours aux éclipses de Lune ou de Soleil sont jugées inopérantes par les auteurs des traités d'hydrographie. Le père Valois remarque que la rareté de ces phénomènes interdit d'en faire usage dans la pratique quotidienne de la navigation²⁹. Dans son *Art de Naviguer* de 1677, le père Dechaies reproche également aux méthodes ayant recours aux éclipses leur manque de précision. L'hydrographe de la Compagnie de Jésus remarque que, dans ce domaine, « nos supputations n'ont pas encore l'exactitude que nous voudrions »³⁰. En effet, l'appréciation du début et de la fin d'une éclipse par différents observateurs peut révéler des écarts d'une vingtaine de secondes³¹.

La méthode s'appuyant sur les éclipses des satellites de Jupiter est assez proche de la précédente. Ces phénomènes sont toutefois plus intéressants pour les marins, car ils se répètent beaucoup plus souvent ; ainsi, les observations peuvent être multipliées et la précision de la longitude est plus grande. Le père Dechaies condamne toutefois le recours aux satellites de Jupiter pour la détermination des longitudes en mer. La taille imposante des lunettes nécessaires à leur observation y rend selon lui leur usage impos-

25. FOURNIER, G., 1643, p. 464.

26. FOURNIER, G., 1643, p. 448.

27. FOURNIER, G., 1643, p. 448.

28. FOURNIER, G., 1643, p. 466.

29. VALOIS, Y., 1735, p. 156.

30. DECHALES, C.-F., 1677, p. 222.

31. DAINVILLE, F. de, 1943, p. 271.

sible ³². Dans ses *Éléments de pilotage*, le père Esprit Pezenas assure que l'examen des satellites de Jupiter permet principalement, à terre, de corriger des cartes marines ³³.

La conjonction de la Lune avec une planète ou une étoile est un phénomène astronomique relativement courant. Les auteurs des manuels d'hydrographie Jésuites reconnaissent la validité théorique de cette technique pour connaître la longitude en mer. Toutefois, Georges Fournier met en garde les marins « qui ne sont encore bien versez en l'Astronomie » contre cette méthode. Elle est « fort fascheuse, et difficile [...] [car] il faut lui apporter beaucoup de circonspection » ³⁴. L'observation des phénomènes célestes nécessite un savoir-faire et une expérience hors de portée des marins. Les professeurs d'hydrographie doivent donc composer, dans leurs exposés, avec les savoirs et l'adresse des pilotes. Le père Yves Valois explique ainsi, dans la *Science et la pratique du pilotage*, que l'examen des occultations d'étoiles par la Lune « demande une grande connaissance du ciel & des Étoiles situées entre les Tropiques. Ce qui surpasse souvent la capacité des plus habiles pilotes » ³⁵.

L'observation de la Lune au méridien, puis la comparaison avec les tables courantes, est très fréquemment présentée dans les manuels d'hydrographie des Jésuites. Les enseignants ont une opinion contrastée au sujet de cette méthode, même si aucun ne la préconise absolument. Claude-François Dechaies reconnaît que « cette pratique pourroit spéculativement passer pour bonne ». Toutefois, une imprécision d'un degré dans l'observation entraîne une erreur de trente degrés pour la longitude. Surtout, l'hydrographe remarque qu'en ce qui concerne l'examen de la Lune, « il faudroit avoir égard à la parallaxe » ³⁶. G. Boistel rappelle précisément qu'outre la parallaxe, qui fait voir l'astre plus bas qu'il ne l'est, il est nécessaire de tenir compte de la réfraction qui, elle, diminue la distance zénithale ³⁷. Ces deux paramètres supplémentaires ne sont pas encore parfaitement maîtrisés au XVIII^e siècle, même s'ils font l'objet d'actives recherches. Pierre Bouguer, quant à lui, considère l'examen du passage de la Lune au méridien comme une méthode valable n'exigeant « aucun travail difficile,

32. DECHALES, C.-F., 1677, p. 223.

33. PEZENAS, E., 1733, pp. 36-60.

34. FOURNIER, G., 1643, p. 453.

35. VALOIS, Y., 1735, p. 156.

36. DECHALES, C.-F., 1677, p. 222.

37. BOISTEL, G., 1999, p. 255.

ni rien qui soit au-dessus de la portée de la plupart des Pilotes ». Il admet toutefois, implicitement, l'insuffisance de cette solution pour trouver la longitude, en reconnaissant qu'elle « deviendra plus exacte à mesure qu'on perfectionnera les Tables du mouvement de la Lune »³⁸. L'introduction de paramètres correctifs, comme la parallaxe et la réfraction, ainsi que le nécessaire travail de réduction des calculs, pour passer des positions apparentes des objets célestes aux positions vraies, interdisent aux marins l'emploi d'une telle méthode.

Le père Pezenas, dans son *Astronomie des marins*, présente longuement les méthodes astronomiques lunaires pour déterminer la longitude sur un navire. G. Boistel a montré la proximité du savant phocéén sur le sujet. Il a également mis en évidence la filiation entre Lacaille et Pezenas concernant le plus petit nombre d'observations à mener pour déterminer la longitude³⁹. Surtout, Pezenas a constamment critiqué la méthode des angles horaires défendue par Le Monnier⁴⁰. Pour les distances lunaires, présentées dans l'*Astronomie des marins*, il est nécessaire de déterminer presque en même temps la distance d'une étoile ou du Soleil au bord visible de la Lune, la hauteur de l'étoile sur l'horizon et la hauteur de la Lune. Le calcul permet de connaître la distance de l'étoile ou du Soleil à la Lune. La comparaison avec les éphémérides donne la longitude du navire. Esprit Pezenas propose à ses élèves sept cas de figure pour trouver la longitude⁴¹. Les futurs marins doivent notamment comprendre comment obtenir cette donnée lorsqu'ils connaissent l'heure, la hauteur apparente de la Lune et sa distance à une étoile connue, ou bien lorsqu'ils ont le temps vrai du passage au méridien de la Lune et sa distance à une étoile connue. Le Jésuite marseillais revient également sur une configuration présentée comme la méthode de Halley⁴². Le navigateur doit calculer sa longitude lorsqu'il dispose de la distance d'une étoile au bord de la Lune. Cette technique n'exige qu'une seule observation, mais elle est problématique notamment lorsque la Lune et l'étoile ont des hauteurs très différentes. L'observation quasi simultanée entraîne alors des imprécisions. Cette méthode exige également « le calcul de la latitude écliptique de la Lune, moins précise que sa longitude, malgré

38. BOUGUER, P., 1753, p. 324.

39. BOISTEL, G., 2002, p. 106.

40. Sur les détails de cette querelle opposant Pezenas et Le Monnier, voir G. BOISTEL, 2002, pp. 113-116.

41. PEZENAS, E., 1766, pp. 251-313.

42. PEZENAS, E., 1766, p. 305.

les tables de la Lune récentes de Tobias Mayer »⁴³. Pezenas réclame donc un almanach nautique⁴⁴.

Comme les autres hydrographes de la Compagnie de Jésus, il cherche des solutions accessibles aux marins et fondées sur des calculs simples, tout en étant capables de donner un résultat précis⁴⁵. C'est dans ce cadre qu'ils se montrent attentifs aux progrès de l'horlogerie.

Le père Dechaies propose — sans la nommer — d'utiliser la méthode des hauteurs correspondantes⁴⁶, en ayant recours aux horloges. Il s'agit de mesurer la hauteur d'un astre avant midi et de repérer l'heure. Puis, après midi, il est nécessaire de renouveler l'opération en notant l'heure du passage de l'astre à la même hauteur que lors de la première observation. On en déduit l'heure du lieu d'où l'on est parti. La différence entre les deux donne précisément la longitude. Dechaies admet que les « horloges à pendules seroient encore plus commodes s'ils avoient l'exactitude précise qu'on avoit espéré »⁴⁷. Cette remarque relativise les performances des horloges marines, qui restent, jusque dans les années 1770, peu satisfaisantes⁴⁸. Leur sensibilité aux variations thermiques et hygrométriques, ainsi qu'à la houle, interdit leur usage sur les navires. Toutefois, certains Jésuites, comme le père Valois, assurent que les horloges sont des outils réellement utilisables et efficaces. Les travaux de Christiaan Huygens et ses essais horlogers⁴⁹ ont marqué l'hydrographe rochelais. Il écrit, à propos des « Pendules de Monsieur Huygens », qu'elles sont « pour les longitudes beaucoup plus avantageuses que toutes les observations célestes que vous venez de proposer. Leur justesse est à l'épreuve de tout au rapport de témoins dignes de foi »⁵⁰. Il est toutefois symptomatique que Valois ne se compte pas explicitement parmi ces « témoins dignes de foi » qui ont vu les horloges fonctionner en mer. Il est probable que l'ardente volonté de résoudre le problème des longitudes l'emporte dans sa déclaration.

43. BOISTEL, G., 2002, p. 110.

44. PEZENAS, E., 1766, p. 306.

45. BOISTEL, G., 2002, p. 109.

46. La méthode des hauteurs correspondantes a été mise au point par Jean Picard dans les années 1660 et 1770. Elle est par la suite devenue une pratique courante dans la communauté des astronomes (BOISTEL, G., 1999, p. 264).

47. DECHALES, C.-F., 1677, p. 223.

48. BOISTEL, G., 2001, p. 72.

49. CHAREIX, F., 2002, p. 169.

50. VALOIS, Y., 1735, p. 156.

On mesure, devant cette multitude de méthodes, la circonspection des professeurs d'hydrographie. La recherche d'un compromis entre possibilité pratique et exigence de précision conduit à déconseiller les techniques mettant en jeu des observations astronomiques. Parmi l'ensemble des méthodes pour déterminer la longitude en mer, celle de la variation de l'aimant peut, elle, être considérée comme spécifiquement Jésuite.

La variation de l'aimant

Le père Valois fait remarquer à ses élèves que « l'Aiguille d'un Compas [ne] tourne [pas] toujours ses [...] extrémités au vrai Nord et au vrai Sud du Monde »⁵¹. Il nomme variation « cet éloignement bizarre et irrégulier ». Georges Fournier préfère parler de déclinaison et la définit comme « la distance Horizontale qui est comprise entre le vray Méridien et le Méridien Magnétique »⁵².

Selon les conceptions scientifiques actuelles, ce phénomène provient du fait que la Terre possède un champ magnétique (champ géomagnétique). Elle se comporte donc comme un aimant, avec deux pôles. L'axe du dipôle n'est pas parallèle à l'axe de rotation de la Terre, mais incliné de 11 degrés. Un champ faible et irrégulier, appelé champ non dipolaire, vient s'y superposer. Pour ces deux raisons, une aiguille de boussole ne pointe pas le Nord magnétique. Le processus est encore compliqué par le fait que les deux composantes dipolaire et non-dipolaire varient au cours du temps. Le champ dipolaire ne modifie sa position qu'à une vitesse extrêmement faible. Le champ non-dipolaire change, lui, beaucoup plus rapidement : ses variations peuvent être détectées à l'échelle de l'année.

Pierre Bouguer propose une hypothèse qui n'est pas très éloignée de l'explication que l'on donne aujourd'hui. Selon lui, la déclinaison

« dépend d'une cause générale et sans doute de ce que les Poles de la Terre considérée comme Aimant, sont différens des vrais Poles terrestres, ou de ceux qui sont éloignés de l'Équateur de 90 degrez. Il faut même que les Poles de la Terre prise pour Aimant soient sujets à changer, car la variation de la Boussole diminue ou augmente d'une année à l'autre dans presque tous les pays »⁵³.

Il existe également une différence entre la direction du Nord géographique et la direction donnée par la boussole. Il s'agit de la déclinaison

51. VALOIS, Y., 1735, p. 160.

52. FOURNIER, G., 1643, p. 419.

53. BOUGUER, P., 1753, p. 90.

54. RADELET DE GRAVE, P., 2002, p. 208.

magnétique. Mercator est le premier, au XVI^e siècle, à tenter de déterminer la longitude en la mesurant ⁵⁴. Parallèlement, le médecin britannique William Gilbert établit les tables de cette déclinaison ⁵⁵. Guillaume de Nautonnier, à la fin du XVI^e siècle, est l'un des premiers à spéculer sur le lien entre la longitude et la déclinaison de l'aimant. Cet astronome et géographe tarnais publie notamment un imposant ouvrage de synthèse sur ce sujet, intitulé *Mécométrie de l'eymant* ⁵⁶. Il défend l'idée de deux pôles magnétiques fixes, vers lesquels l'aiguille des aimants est orientée en permanence. Cette théorie est vivement critiquée dès le début du XVII^e siècle, notamment par Dounot en 1611 ⁵⁷. Par la suite, le père Dularis propose une réfutation nourrie de mesures effectuées lors d'un voyage au Canada ⁵⁸. Cette méfiance n'empêche pas la prolifération des relevés de déclinaisons magnétiques tout au long du XVII^e siècle.

Peu à peu, notamment sous l'impulsion de la *Royal Society*, les marins amassent des données et contribuent à une meilleure connaissance de ce nouveau paramètre ⁵⁹. Les Jésuites, de leur côté, encouragés par Kircher, multiplient également les mesures des déclinaisons magnétiques. Selon Patricia Radelet de Grave, ils ignoraient très probablement les travaux de H. Gellibrand, qui avait montré que la déclinaison magnétique d'un lieu variait dans le temps ⁶⁰.

À Dieppe, le père Guillaume Denys fonde une véritable école qui défend avec vigueur la possibilité de déterminer la longitude en mer grâce aux variations de la boussole. Il rédige en 1666 un ouvrage sur le sujet, prenant en compte les erreurs de Guillaume de Nautonnier. L'hydrographe normand reconnaît que la variation de l'aimant n'est pas constante ⁶¹. En revanche, il assure pouvoir déterminer ces irrégularités. L'abbé Denys prétend même que « les moyens de trouver le manque, & la variation de la Boussole sont infinis » ⁶². L'une des méthodes qu'il préconise repose sur l'observation du lever ou du coucher du Soleil. Selon lui, la différence entre

55. GILBERT, W., 1600.

56. NAUTONNIER, G. de, 1603.

57. LALANDE, J. de, 1799, p. 540.

58. DULARIS, L., 1647.

59. BRÉTAR, F., 2004, p. 34.

60. RADELET DE GRAVE, P., 2002, p. 212.

61. DENYS, G., 1666, pp. 52-53.

62. DENYS, G., 1666, p. 57.

63. DENYS, G., 1666, p. 82.

l'amplitude, c'est-à-dire le point de lever ou de coucher du Soleil, et la direction marquée par la boussole correspond à la variation de l'aimant ⁶³.

L'école de Dieppe connaît un certain succès, malgré les erreurs importantes sur lesquelles repose son enseignement. C'est d'ailleurs au sein même de la Compagnie de Jésus que les critiques à son égard sont les plus vives. La réponse la plus cinglante est celle du père Dechaies, dont l'autorité en matière de magnétisme était reconnue. Il démontre que le lien supposé entre la variation de l'aimant et les méridiens n'existe pas : « la déclinaison est changeante et différente en plusieurs endroits du même méridien » et « n'a pas de règle certaine » ⁶⁴. Quelques années avant, Georges Fournier, dans son *Hydrographie*, s'attardait longuement sur ce point. Il multipliait les exemples, accumulait les arguments pour mieux s'élever contre les « errements de l'École de Dieppe » ⁶⁵. Il constatait que « sous un même Parallèle, [l'aiguille] décline parfois de beaucoup en peu d'espace, et souvent de peu en beaucoup de lieux » ⁶⁶ et concluait, véhément : « c'est donc une folie de s'amuser à chercher les Longitudes par telles voyes » ⁶⁷.

La démonstration semble donc faite à l'aube du XVIII^e siècle qu'il est impossible de se servir de la déclinaison de l'aimant pour trouver la longitude. Cependant, Pierre Bouguer continue à la recommander dans son *Nouveau traité de navigation*, en 1753. Il s'appuie sur des cartes marines représentant les lignes de variation de l'aimant et conseille à ses élèves de renouveler ces cartes fréquemment. Il reconnaît malgré tout que « cette méthode ne peut servir dans les endroits de la Mer ou les lignes [...] sont presque perpendiculaires au Méridien, [...] on trouve dans ces parages [...] la même déclinaison de la Boussole, quoiqu'on single beaucoup en longitude » ⁶⁸.

Le débat n'est donc pas clos parmi les professeurs d'hydrographie. L'utilisation de la variation de la boussole illustre la volonté des Jésuites de parvenir à une méthode simple et efficace pour déterminer la longitude en mer. Cet objectif les conduit à des impasses théoriques en même temps qu'à l'adoption quasi unanime de la technique, rustique mais relativement sûre, de l'estime.

64. DECHALES, C.-F., 1690, t. ii, p. 333.

65. DAINVILLE, F. de, 1943, p. 448.

66. FOURNIER, G., 1643, p. 411.

67. FOURNIER, G., 1643, p. 474.

68. BOUGUER, P., 1753, p. 315.

La persistance de l'estime

La navigation à l'estime est le moyen le plus couramment employé par les marins pour tracer leur route sur la mer. Cette technique est fondée sur la détermination de la vitesse du navire grâce au *loch* et sur l'appréciation de la route. Pour cette dernière, il est nécessaire de connaître le *rhumb* de vent, c'est-à-dire le cap fixé par la boussole. Dans l'idéal, il faut aussi connaître la différence en latitude et en longitude entre les lieux de départ et d'arrivée ⁶⁹.

L'estime est recommandée par presque tous les auteurs des traités d'hydrographie. Samson Le Cordier est catégorique dans son *Instruction des pilotes*. Il assure qu'on trouve la longitude en « suivant l'estime que nous faisons du chemin qu'a fait nôtre Navire, ou de la route sur laquelle nous avons singlé » ⁷⁰. Guillaume Denys, pourtant partisan de la variation de l'aimant, reconnaît que « toutes les règles de la Navigation sont fondées, & appuyées sur l'estime ». L'hydrographe dieppois admet les limites de cette méthode : « il ne faut pas s'étonner si la conclusion, & la conséquence que l'on en tire ne se trouve que tout au plus estimée, aussi l'expérience fait elle voir qu'avec toutes les précautions que l'on y avoit apporté, l'on s'y trouve le plus souvent abusé » ⁷¹.

Les ouvrages des membres de la Compagnie de Jésus trahissent le plus souvent une certaine résignation à propos de l'emploi de l'estime. C'est ainsi que le père Fournier recommande d'abord l'examen des phénomènes astronomiques avant d'admettre qu'à défaut, il est nécessaire d'estimer la route ⁷². Le succès de cette méthode s'explique, selon F. de Dainville, par le fait qu'il n'est pas impossible « qu'à l'époque, si grossière et incertaine qu'elle fût, l'estime ne donnât des résultats supérieurs aux méthodes astronomiques » ⁷³.

69. BOISTEL, G., 1999, p. 256.

70. LE CORDIER, S. 1766, pp. 151-152.

71. DENYS, G., 1668, p. 160.

72. BOISTEL, G., 1999, p. 261.

73. DAINVILLE, F. de, 1943, p. 271.

2. Techniques instrumentales

L'examen des techniques instrumentales proposées par les Jésuites à leurs élèves nous renseigne non seulement sur l'évolution des usages de chacun des outils, mais aussi sur les ambitions pratiques de l'enseignement de la Compagnie de Jésus en ce qui concerne les longitudes. Nous détaillerons donc, pour l'astrolabe, l'arbalestrille, le quartier anglais et l'octant, les modes opératoires préconisés ainsi que les atouts et inconvénients mis en avant par les Jésuites. Il s'agit ici de saisir les méthodes pratiques de mesure de position des astres, qui permettent notamment de fixer la longitude.

L'astrolabe : un outil inadapté

Les premiers manuels d'hydrographie Jésuites révèrent longuement l'astrolabe. Georges Fournier, dans son *Hydrographie*, évoque les grands découvreurs portugais qui furent initiés à la pratique de cet instrument. Il précise, avec une pointe d'admiration, que ces pilotes éclairés « avancèrent jusques par delà la ligne »⁷⁴. F. de Dainville note, en reprenant le mot de Bernard Palissy, que tout au long du Grand siècle, « l'Astrolabe était roi »⁷⁵ dans les cours de mathématiques de la Compagnie de Jésus. Peut-être faut-il chercher chez les tout premiers enseignants de l'astronomie dans un cadre Jésuite pour comprendre l'attachement des professeurs d'hydrographie à l'astrolabe. En effet, un siècle avant les premiers cours d'hydrographie, le père Clavius rédigeait son *Astrolabium*, particulièrement dense et complet⁷⁶.

Il convient toutefois de noter que, si le « preneur d'étoile » est présent dans l'enseignement de la Compagnie de Jésus au XVII^e siècle, son usage est dans le même temps abandonné⁷⁷. Cette évolution des pratiques d'astronomie maritime se retrouve dans les traités d'hydrographie Jésuites. Si le père Fournier consacre, en 1681, plusieurs pages de son *Hydrographie* à l'astrolabe, Samson Le Cordier, lui, dans l'édition de 1766 de *l'Instruction des pilotes*, ne rédige qu'une dizaine de lignes sur le sujet.

L'astrolabe de mer est progressivement remplacé dans les traités d'hydrographie par des instruments plus maniables et plus précis. Pierre Bouguer, dans un mémoire rédigé pour l'Académie royale des sciences, présente les principales faiblesses de l'objet, qui proviennent de sa construction même :

74. FOURNIER, G., 1643, p. 369.

75. DAINVILLE, F. de, 1943, p. 40.

76. CLAVIUS, 1593.

77. DAUMAS, M., 1953, p. 21.

« C'est qu'au lieu de placer les deux pinnules vers les deux extremités de l'alidade, en mettant entre elles le plus grand éloignement qu'il est possible, les pilotes les faisoient placer au contraire vers le centre à environ deux pouces de distance l'une de l'autre ». ⁷⁸

Le père Fournier avait déjà remarqué qu'il était nécessaire que le centre de gravité de l'objet ne varie pas lorsque l'on mettait l'alidade en mouvement pour observer un astre ⁷⁹. Ces délicates manipulations et les erreurs qui pouvaient en résulter expliquent certainement l'abandon de l'astrolabe au profit d'instruments plus fiables et au maniement plus simple.

Le repérage par l'arbalestrille, une technique plébiscitée

L'arbalestrille, telle que la découvrent les élèves des cours, est fixée dans sa forme générale par Michel Coignet en 1581 dans son *Instruction nouvelle de l'art de naviguer* ⁸⁰. Ensuite, ses dimensions et ses formes ont peu évolué ⁸¹.

L'instrument se compose de deux pièces, la flèche et le marteau, associées en forme de croix. La flèche est un bâton de section carrée, de « deux pieds et demy » de longueur ⁸². Le marteau est une pièce de bois dont l'un des côtés a été soigneusement aplani. Il porte un trou carré dans son milieu. C'est par ce trou que passe et glisse la flèche. Les professeurs d'hydrographie précisent fréquemment que toutes ces pièces sont en bois, comme pour la plupart des instruments que l'on doit manipuler à la main. Des objets trop lourds, peu aisés à manier, ne permettraient pas des mesures suffisamment précises. Le bois est en outre facile à travailler.

L'arbalestrille reste d'une utilisation assez simple. Il existe deux moyens de s'en servir pour mesurer la hauteur des astres : par devant ou par derrière. Dans le premier cas, le marin doit engager le marteau dans la flèche de telle sorte que le côté plat du marteau se trouve face à l'œil. Il faut ensuite viser l'astre en faisant glisser le marteau le long de la flèche. Il marque alors la distance de l'astre au zénith ⁸³. Cette mesure n'est envisageable que pour les étoiles. Pour le Soleil, il est toutefois possible de se servir d'un verre coloré, placé devant l'œil ⁸⁴.

78. BOUGUER, P., 1729, p. 4.

79. FOURNIER, G., 1643, p. 370.

80. COIGNET, M., 1581.

81. DAUMAS, M., 1953, p. 17.

82. VALOIS, Y., 1735, p. 132.

83. BION, N., 1723, p. 278.

La seconde méthode permet d'examiner la hauteur du Soleil par derrière, au prix de quelques aménagements. Les marins doivent ajouter une visière en métal à l'extrémité la plus basse du marteau. Cette pièce, munie d'une petite ouverture, s'appelle un gabet. L'observateur se place dos au Soleil et vise l'horizon avec le gabet. L'ombre de l'extrémité supérieure du marteau, portée sur la flèche, donne la hauteur du Soleil ⁸⁵.

Parmi les professeurs d'hydrographie, les avis divergent sur chacune des méthodes. Pierre Bouguer affirme que la technique consistant à prendre la hauteur des astres par devant avec l'arbalestrille « est si défectueuse qu'on ne doit jamais y avoir recours dans la pratique » ⁸⁶. Le père Valois considère au contraire que « l'une et l'autre manière [sont] également bonne[s], et on ne court point de risque de se tromper, quand on y apporte l'exactitude nécessaire » ⁸⁷. En réalité, il est effectivement plus simple d'observer la hauteur des astres par derrière. En effet, dans ce cas, le pilote ne concentre son attention que sur un rayon, alors qu'il doit en regarder deux avec l'autre technique.

L'utilisation de l'arbalestrille nécessite quoi qu'il en soit des corrections. Par devant, remarque Samson Le Cordier, la flèche « est toujours hors de son centre ; ce qui n'arrive pas en prenant la hauteur par derrière » ⁸⁸. Ce dernier moyen n'est pas exempt de défauts. « Il faut », note le père Valois, ajouter quelques minutes, plus ou moins selon l'élévation au-dessus de la surface de la Mer » ⁸⁹

Afin d'affiner les mesures et de corriger les imprécisions, les professeurs d'hydrographie proposent une manière très simple de faire se compenser les erreurs. Comme la hauteur est surestimée d'un côté et sous-estimée de l'autre, en la mesurant deux fois, par devant et par derrière, avec l'arbalestrille, les marins peuvent obtenir une bonne estimation de la valeur qu'ils cherchent.

On peut s'interroger sur la fiabilité et la qualité des données qu'on pouvait ainsi obtenir. L'arbalestrille est un instrument modeste, un outil d'utilisation aisée pour les marins. Contrairement à l'astrolabe de mer, elle se

84. BOUGUER, P., 1753, p. 237.

85. VALOIS, Y., 1735, p. 134.

86. BOUGUER, P., 1753, p. 236.

87. VALOIS, Y., 1735, pp. 133-134.

88. LE CORDIER, S., 1766, vol. 2, p. 13.

89. VALOIS, Y., 1735, p. 134.

retrouve tout au long de l'époque moderne dans les traités d'hydrographie des Jésuites. Mais son caractère rudimentaire a pour conséquence des hauteurs moins précises. Cet instrument d'astronomie nautique a engendré, à la fin du XVII^e siècle, un nouvel outil plus précis : le quartier anglais.

Du quartier anglais, ou quartier de Davis, à l'octant

John Davis (1550 env.-1605) est un navigateur anglais qui s'est efforcé de découvrir le passage du Nord-Ouest, permettant d'atteindre l'Océan pacifique. Pilote reconnu et observateur méticuleux, il est l'inventeur du quartier anglais⁹⁰. L'outil se compose d'une règle portant deux arcs de cercle, qui ne sont pas placés l'un en face de l'autre et sont de tailles différentes. Chacun porte une pinnule mobile. Une troisième pinnule est placée au centre commun des arcs de cercle⁹¹ ; elle sert à recevoir les rayons du Soleil.

Les auteurs des traités d'hydrographie Jésuites recommandent tous de prendre la hauteur uniquement par derrière. Le marin fixe d'abord arbitrairement la pinnule centrale. Il place ensuite son œil près de la pinnule du plus grand cercle, qu'il déplace jusqu'à ce que le rayon du Soleil donné par la pinnule centrale coïncide avec l'horizon⁹². La hauteur du Soleil se compte en effectuant la somme des arcs formés par l'ombre de chacun des demi-cercles.

La forme et le fonctionnement du quartier anglais rappellent ceux de l'arbalétrille, mais aussi du quart de cercle. Il existe une continuité technique dans l'évolution des instruments d'astronomie nautique, ce que les hydrographes de la Compagnie de Jésus ne manquent pas de souligner. Surtout, ils proposent à leurs élèves une comparaison entre les deux instruments. Ainsi, à la question de savoir si « le Quartier Anglois vaut [...] mieux que l'arbalétrille [...] », le père Valois répond que :

« l'usage de cette machine étant d'une aussi grande facilité et d'une plus grande justesse, elle doit lui être préférée à cause de la grandeur de ses degrés ». ⁹³

Le choix des instruments par les professeurs d'hydrographie se fonde sur la double exigence d'aisance dans le maniement et de précision des mesures. De fait, au cours du XVIII^e siècle, le quartier anglais supplante peu à peu l'arbalétrille. Toutefois, l'instrument de Davis est lui aussi rapide-

90. Les auteurs des traités d'hydrographie Jésuites ne donnent jamais le nom de l'inventeur : ils parlent seulement de quartier anglais.

91. VALOIS, Y., 1735, p. 137.

92. LE CORDIER, S., 1766, vol. 2, p. 16.

93. VALOIS, Y., 1735, p. 137.

ment frappé d'obsolescence : le quartier anglais le plus récent connu n'est pas postérieur au milieu du XVIII^e siècle ⁹⁴.

L'octant, ou l'introduction de l'optique

Le quartier de Davis et l'arbalétrille sont utiles aux navigateurs, mais ils ne permettent pas de réaliser des mesures d'angle entre deux astres sur un navire en mouvement. C'est à la suite de recherches visant à réduire ce défaut et à introduire une précision supplémentaire dans les observations, notamment dans la détermination des longitudes en mer, qu'un nouvel instrument apparaît : l'octant anglais, aussi appelé quartier de réflexion ⁹⁵. Les historiens des techniques attribuent à Robert Hooke, en 1666, l'idée d'utiliser deux miroirs pour faire coïncider dans la lunette un secteur gradué avec les images des deux astres observés ⁹⁶. Toutefois, c'est John Hadley qui, en mai 1731, est le premier à proposer une réalisation pratique de l'instrument, développant l'idée de Hooke. Il décrit son outil devant la *Royal Society* de Londres, avant d'exposer, en 1732, un octant dont il avait testé la validité à bord du *Chatham*. La naissance des instruments scientifiques est aussi faite d'oublis et de redécouvertes, d'essais inachevés et de tentatives sans suites. L'octant anglais emprunte cette voie sinueuse qui permet de lui attribuer un premier découvreur : Isaac Newton. À la mort d'Edmund Halley, en 1742, on mit au jour, dans sa correspondance, un écrit de l'auteur des *Principia*, contenant la description d'un instrument très semblable à celui de Hadley ⁹⁷. Mais il resta apparemment confidentiel.

Le principe de l'instrument est de chercher la position de l'alidade et du miroir immobile pour laquelle l'image de l'astre, par double réflexion, vient se superposer à celle de l'horizon. Pierre Bouguer fait remarquer qu'ainsi, l'observation est moins pénible, « puisqu'on est décliné absolument de la peine de faire convenir les deux rayons dans un point déterminé pourvû qu'ils conviennent » ⁹⁸. L'octant possède un autre avantage : la posi-

94. DAUMAS, M., 1953, p. 18.

95. Par la suite, cette généalogie technique ce poursuit avec le cercle de Borda. L'idée de ce cercle est attribuée au géomètre et astronome allemand Tobias Mayer. M. Daumas relate l'histoire de cette invention. Mayer « imagina vers 1752 de répéter plusieurs fois la même observation sur le cercle sans revenir au zéro ». Il substitua ensuite le cercle entier au quart de cercle. C'est le navigateur français Borda qui améliora cet instrument. Il fit exécuter son son premier cercle à réflexion vers 1772. (DAUMAS, M., 1953, pp. 242-243).

96. DAUMAS, M., 1953, p. 242.

97. NEWTON, I., 1743.

98. BOUGUER, P., 1753, p. 251.

tion de l'alidade sur le limbe donne directement la hauteur de l'astre. En effet, les demi-degrés de la graduation étaient numérotés de 0 à 90, et on lisait ainsi directement en degrés la distance angulaire mesurée ⁹⁹.

L'octant permet de mesurer la hauteur du Soleil, de la Lune et d'une étoile. Surtout, il autorise la détermination d'une distance entre deux astres, ce qui constitue une innovation déterminante pour la précision des données. Il est nécessaire, pour chaque observation, de tenir compte de la réfraction et de la parallaxe.

Jean Bouguer définit ainsi la réfraction : « La courbure qui arrive à des rayons de lumière qui passent d'un corps dans un autre différent ». Il considère que « l'air le plus grossier est le plus proche », alors que « le plus clair et le plus subtil est le plus éloigné ». Pour lui, les rayons des astres passent donc de l'un à l'autre, ce qui a pour conséquence de les « plier ». Ainsi la hauteur apparente est-elle plus élevée que la vraie hauteur. Nulle au zénith, la correction de réfraction, dont il faut affecter la hauteur apparente, est une fonction décroissante de cette hauteur et de la température, et une fonction croissante de la pression atmosphérique ¹⁰⁰.

Georges Fournier affirme que la parallaxe « cause dans les observations un effet tout contraire à la réfraction ». La raison en est que « sur la surface de la Terre, [nous] voyons un Astre plus bas, proche de l'Horizon que ne seroit une personne qui auroit l'œil au centre de la Terre. C'est cette diversité de vue que nous appelons Parallaxe » ¹⁰¹. C'est ce que l'on appelle aujourd'hui l'effet de parallaxe diurne, qui n'est sensible que pour les astres du système solaire. Pour un tel astre, situé à la distance 'd' du centre de la Terre, l'écart entre les deux directions de visée évoquées par Fournier — depuis le sol et depuis le centre de la Terre — dépend de la configuration astre-lieu d'observation-centre de la Terre. Compte tenu de la forme ellipsoïdale de la Terre, de rayon équatorial 'R', cet écart serait maximum si l'astre était vu à l'horizon en un point de l'Équateur, et vaudrait approximativement R/d (parallaxe horizontale équatoriale).

Les auteurs des traités d'hydrographie Jésuites reconnaissent la validité et la qualité du nouvel instrument qu'est l'octant ¹⁰². Ainsi, Pierre

99. DAUMAS, M., 1953, p. 240.

100. BOUGUER, J., 1698, pp. 74-75.

101. FOURNIER, G., 1643, p. 501.

102. Dans le corpus que nous avons étudié, seuls quatre ouvrages traitent de l'octant anglais : *L'instruction des pilotes* de Samson Le Cordier (dans une édition tardive de 1761, revue et modifiée par son fils Jacques Le Cordier, qui fut son successeur à la chaire d'hydro-

Bouguer, dans son *Nouveau traité de navigation*, paru en 1753, affirme qu'il a fait des expériences qui concluent à la qualité des mesures obtenues :

« Cet instrument peut donner les hauteurs des Astres à moins d'une minute d'erreur, comme je m'en suis assuré plusieurs fois ».

L'auteur constate que « l'usage s'en est déjà introduit en France, et il seroit à propos qu'il fut encore plus connu »¹⁰³. L'introduction de l'octant dans les méthodes de repérage astronomique n'est pas chose aisée. En 1735 — quelques années seulement, il est vrai, après son invention —, on ne trouve que quelques lignes sur le « Quartier de réflexion » dans *La science et la pratique du pilotage* du père Valois. En 1761, l'*Instruction des pilotes* de Samson Le Cordier ne consacre certes que peu de place à l'octant, mais reconnaît sa valeur, puisqu'il est « préférable à la Flèche, et même au Quartier Anglois »¹⁰⁴.

Les auteurs des traités d'hydrographie choisissent leurs termes avec précaution pour présenter les avantages de l'octant et montrer sa supériorité sur le reste de l'arsenal technique. Les arguments avancés pour convaincre les lecteurs nous laissent à penser que l'octant n'a pas été adopté instantanément par les marins qui, confiants dans leurs instruments de repérage habituels, attendirent des preuves tangibles de sa validité. En 1770-1775, les défiances semblent s'être estompées, puisque l'octant est devenu un objet de vente courant¹⁰⁵. Les traités d'hydrographie des Jésuites reflètent les réticences des navigateurs et l'effort des enseignants pour vaincre les craintes et dissiper les doutes.

L'octant est un objet de repérage astronomique plus précis que tous les autres instruments présentés par les maîtres d'hydrographie dans leurs ouvrages. Il rompt avec la volonté jusque-là affirmée d'une observation simple, même si elle est approximative. Le successeur de l'octant est le sextant, qui s'en distingue par une limite de mesure angulaire à 120 degrés seulement. La recherche d'une plus grande exactitude et l'exigence dans la qualité des instruments sont liées à une renaissance en France de la mécanique de précision¹⁰⁶. Avec l'octant, c'est l'optique qui s'affirme plus nettement dans le panorama des instruments d'astronomie nautique.

graphie de Dieppe), *La science et la pratique du pilotage*, du père Valois, le *Nouveau traité de navigation* de Pierre Bouguer, ainsi que *L'astronomie des marins* du père Pezenas.

103. BOUGUER, P., 1753, p. 246.

104. LE CORDIER, S., 1766, vol. 2, p. 16.

105. DAUMAS, M., 1953, p. 242.

106. DAUMAS, M., 1953, p. 242.

*

La fin de l'enseignement Jésuite en France coïncide ainsi avec un renouvellement des problématiques dans le domaine des longitudes. La méthode des distances lunaires, promue par Lacaille, d'Après de Manneville et Lalande, constitue, dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, un axe de recherche majeur. De même, les progrès de l'horlogerie de marine changent la donne. Toutefois, dans la première moitié du XVIII^e siècle, les traités de la Compagnie de Jésus révèlent déjà des évolutions des procédés de mesure astronomique. Ils sont traversés par les changements profonds qui affectent la science nautique. Ils retracent les abandons successifs des outils les plus anciens et se font l'écho des innovations les plus remarquables. Ces ouvrages démontrent l'ouverture de l'enseignement Jésuite, prompt à adopter des techniques nouvelles offrant des qualités de mesure supérieures.

En outre, les arguments qu'ils développent démontrent une véritable maîtrise de l'astronomie. La description de la méthode des hauteurs correspondantes par le père Dechaules, de même que les nombreux travaux du père Pezenas, illustrent cette attention soutenue des hydrographes Jésuites pour les progrès de la science des astres. Toutefois, toutes les méthodes astronomiques proposées sont examinées à l'aune des contraintes de la navigation. Les enseignants fondent leur dispositif critique sur la pratique maritime et ses spécificités. Cette caractéristique distingue leurs écrits des traités plus théoriques et abstraits, comme l'*Astronomie nautique* de Maupertuis, parue en 1743¹⁰⁷. Cet ouvrage, aride et complexe, était jugé sévèrement par Jérôme Lalande, qui le réduisait à un recueil de « formules analytiques »¹⁰⁸. Comme le montrent les nombreux points de convergence entre les explications pédagogiques de Pierre Bouguer et les traités des Jésuites, l'enseignement de ces derniers s'aligne toutefois sur le corpus des connaissances astronomiques validé par les savants des cercles académiques.

Les traités mettent également en jeu une tension permanente entre pratique et précision. Qu'il s'agisse des méthodes ou des instruments, les professeurs d'hydrographie tentent, jusqu'au milieu du XVIII^e siècle, de favoriser un équilibre entre une précision acceptable et des techniques de mesure aisées. La recherche d'une plus grande exactitude semble toutefois peu à peu l'emporter. La valorisation de l'octant anglais illustre une exigence de justesse dans les mesures qui devient prégnante dans les années 1730-1740.

107. MAUPERTUIS, P. L. MOREAU de, 1743.

108. LALANDE, J. de, 1803, p. 421.

M.-N. Bourguet et C. Licoppe ont montré qu'à cette période, une « éthique de l'exigence » émerge peu à peu dans la communauté scientifique ¹⁰⁹. Devant une nature aux formes infiniment variées, les savants mettent au point des procédés instrumentaux de calibrage qui permettent de saisir des éléments ordonnés et uniformes. Le perfectionnement des horloges marines, qui intervient lui aussi dans la première moitié du XVIII^e siècle, renforce cette quête d'exactitude. L'octant et les horloges sont, pour les marins, les emblèmes d'une nouvelle manière d'envisager la navigation. Les Jésuites ne sont pas à l'écart de ce mouvement de fond au sein des communautés savantes, qui place la précision au cœur des pratiques expérimentales.

Enfin, il faut souligner que les manuels d'hydrographie Jésuites se distinguent radicalement des autres ouvrages sur la question des longitudes en mer en ce qui concerne la variation de l'aimant. Cette méthode, née à Dieppe au XVII^e siècle et rapidement considérée comme fausse, reste présente ¹¹⁰, malgré plusieurs critiques, dans certains traités des enseignants de la Compagnie de Jésus jusqu'au XVIII^e siècle. Il s'agit là d'un savoir spécifiquement Jésuite, qui ne se retrouve pas dans d'autres traités. Son succès, dans les ouvrages Jésuites, peut être relié au prestige et à la réputation de l'école dieppoise, qui a marqué d'une empreinte durable l'enseignement hydrographique.

La combinaison de ces trois traits : l'actualisation régulière des connaissances sur les longitudes en mer, la recherche d'un équilibre entre la facilité des méthodes et la précision des mesures, et le poids des discussions sur la variation de la boussole, constitue ainsi la spécificité du corpus des traités d'hydrographie Jésuites.

Sources imprimées

BION, Nicolas, *Traité de la construction et des principaux usages des Instruments mathématiques*, La Haye, P. Husson, T. Johnson, 1723, 392 p.

BOUGUER, Pierre, *Traité complet de navigation*, Paris, Le Croisic, chez Pierre de Heugueville, 1698, 224 p.

—, *De la méthode d'observer exactement la hauteur des astres (Pièce qui a remporté le prix proposé par l'Académie Royale des Sciences pour l'année 1729)*, Paris, chez Claude Joubert, 1729, 72 p.

109. BOURGUET, M.-N. & LICOPPE, C., 1997, p. 1149.

110. On peut juger de son succès dans la correspondance du père Pezenas avec le père Christophe Maire. Ce dernier explique, en 1734, qu'un libraire de Dunkerque a remarqué la préférence des marins pour les ouvrages de l'école dieppoise (BOISTEL, G., 2002, p. 105).

- , *Nouveau traité de navigation, contenant la théorie et la pratique du pilotage*, Paris, chez Hippolyte-Louis Guérin & Louis-François Delatour, 1753, 442 p.
- CLAVIUS, Christophorus, *Astrolabium*, Rome, B. Grassi, 1593, 759 p.
- COIGNET, Michel, *Instruction nouvelle des poincts plus excellents et nécessaires touchant l'art de naviguer*, Anvers, H. Hendrix, 1581, 98 p.
- DECHALES, Claude-François, *Cursus seu Mundus Mathematicus*, Lyon, Anisson, 3 vol, 1690.
- , *L'art de naviguer démontré par principes & confirmé par plusieurs observations tirées de l'expérience*, Paris, chez Estienne Michallet, 1677, 264 p.
- DENYS, Guillaume, *L'Art de naviguer perfectionné par la connaissance de la variation de l'aimant ou traité de la variation de l'aiguille aimantée*, Dieppe, chez Nicolas Dubuc, 1666, 220 p.
- , *L'Art de naviguer par les nombres*, Dieppe, chez Nicolas Dubuc, 1668, 235 p.
- DULIRIS, Léonard, *Le secret ou la théorie des Longitudes réduite en pratique*, Paris, J. Guillemot, 1647, 268 p.
- FOURNIER, Georges, *Hydrographie contenant la théorie et la pratique de toutes les parties de la navigation*, Paris, chez Michel Soly, 1643, 922 p.
- FURETIÈRE, Antoine de, *Dictionnaire universel*, La Haye, Rotterdam, Arnout et Reiner Leers, 1690, n. p.
- GILBERT, William, *De Magnete*, Londres, Petrus Short, 1600, 240 p.
- LANLANDE, Jérôme de, « Tentatives pour trouver la longitude en mer », in Montucla, *Histoire des Mathématiques*, t. IV, Paris, H. Agasse, 1799, pp. 538-552.
- , *Bibliographie astronomique*, Paris, Imprimerie de la République, 1803, 966 p.
- LE CORDIER, Samson, *Instruction des Pilotes*, Le Havre de Grâce, chez PJGD Faure, 1766, 3 parties en 2 vol., 173 p., 190 p., 176 p.
- MAUPERTUIS, Pierre-Louis, MOREAU de, *Astronomie nautique*, Paris, Imprimerie Royale, 1743, 98 p.
- NAUTONNIER, Guillaume de, *Mécométrie de l'eymant*, Venès, chez l'auteur, 1603, 327 p.
- NEWTON, Isaac, « A true copy of a Paper found in the Hand Writing of Sir Isaac Newton, among the Papers of the late Dr Halley, containing a Description of an Instrument for observing the Moon's Distance from the Fix Stars at Sea », *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 465, 1743, pp. 155-156.
- PEZENAS, Esprit, *Éléments de Pilotage*, Marseille, Veuve Boy & Fils, L. Brémond, 1733, 162 p..
- , *Astronomie des marins*, Avignon, Veuve Girard, 1766, 367 p
- VALOIS, Yves, *La science et la pratique du pilotage à l'usage des élèves d'hydrographie dans le Collège Royal de la Compagnie de Jésus à La Rochelle*, Bordeaux, Jean-Baptiste Lacornée, 1735, 264 p.

Bibliographie

- ANDREWES, William J. H. (ed.), *The Quest of Longitude*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1996, 437 p.
- BOISTEL, Guy, « Le problème des 'Longitudes à la mer' dans les principaux manuels de navigation française autour du XVIII^e siècle », *Sciences et Techniques en perspectives*,

- 2^e série, vol. 3, 1999, pp. 253-284.
- , *L'astronomie nautique au XVIII^e siècle en France : Tables de la Lune et longitudes en mer*, thèse de doctorat en histoire des sciences, dir. Jacques Gapaillard, Université de Nantes, 2001, 991 f^o.
 - , « Les longitudes en mer au XVIII^e siècle sous le regard critique du père Pezenas », in Vincent JULLIEN (éd.), *Le calcul des longitudes. Un enjeu pour les mathématiques, l'astronomie, la mesure du temps et la navigation*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2002, pp. 101-121.
 - , « Les ouvrages et manuels d'astronomie nautique en France, 1750-1850 », in Annie CHARON, Thierry CLAERR & François MOUREAU (éd.), *Le livre maritime au siècle des Lumières. Édition et diffusion des connaissances maritimes (1750-1850)*, Paris, Presses de l'université Paris-Sorbonne, 2005, pp. 111-132.
- BOURGUET, Marie-Noëlle & LICOPPE, Christian, « Voyages, mesures et instruments. Une nouvelle expérience du monde au siècle des Lumières », *Annales, Histoire, Sciences Sociales*, 52^e année, n^o 5, septembre-octobre 1997, pp. 1115-1151.
- BRETAR, Frédéric, *Histoire de la détermination des longitudes de Ptolémée à Borda : Développements théoriques et mise en pratique. Application à la navigation*, DEA d'épistémologie, d'histoire des sciences et des techniques, Université Paris VII, 2004, 67 p.
- CHAPPUIS, Olivier, *À la mer comme au ciel. Beautemps-Beaupré et la naissance de l'hydrographie moderne (1700-1850)*, Paris, Presses de l'université Paris-Sorbonne, 1999, 1054 p.
- CHAREIX, Fabien, « Vaincre la houle : les horloges marines de Christiaan Huygens », in Vincent JULLIEN (éd.), *Le calcul des longitudes. Un enjeu pour les mathématiques, l'astronomie, la mesure du temps et la navigation*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2002, pp. 169-202.
- DAINVILLE, François de, *La géographie des humanistes. Les Jésuites et l'éducation de la société française*, Paris, Beauchesne, 1943, 561 p.
- , « L'enseignement scientifique dans les collèges des Jésuites », in René TATON (éd.), *Enseignement et diffusion des sciences en France au XVIII^e siècle*, Paris, Hermann, 1986, pp. 28-65.
- DAUMAS, Maurice, *Les instruments scientifiques aux XVII^e et XVIII^e siècles*, Paris, Presses universitaires de France, 1953, 418 p.
- GAUTIER D'ALCHÉ, Patrick, « Connaissance et usages géographiques des coordonnées dans le Moyen Âge latin. (Du Vénérable Bède à Roger Bacon) », in Louis CALLEBAT & Olivier DESBORDES (dir.), *Sciences antique, science médiévale*, Hildesheim, Oldm, 2000, pp. 401-436.
- JULLIEN, Vincent (éd.), *Le calcul des longitudes. Un enjeu pour les mathématiques, l'astronomie, la mesure du temps et la navigation*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2002, 303 p.
- LAMY, Jérôme, « L'astronomie dans les traités d'hydrographie des Jésuites (XVII^e-XVIII^e s.) : principes didactiques et soucis pédagogiques », *Chronique d'histoire maritime*, n^o 52, 2003, pp. 60-68.
- LUTUN, Bernard, « Des écoles de marine et principalement d'hydrographie (1629-1789) », *Sciences et techniques en perspective*, vol. 34, 1995, pp. 3-30.
- MARGUET, Frédéric, *Histoire générale de la navigation du XV^e au XIX^e siècle*, Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1931, 306 p.
- PÉRET, Jacques, *Naufages et pilleurs d'épaves sur les côtes charentaises aux XVII^e et*

- xviii^e siècles, La Crèche, Geste éditions, 2004, 263 p.
- , « Les mathématiques au secours d'une résolution magnétique des longitudes », in Vincent JULLIEN (éd.), *Le calcul des longitudes. Un enjeu pour les mathématiques, l'astronomie, la mesure du temps et la navigation*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2002, pp. 203-234.
- RANGLES, W. G. L., « The Emergence of Nautical Astronomy in Portugal in the 15th century », *Journal of Navigation*, vol. 51, 1998, pp. 48-57.
- ROMANO, Antonella, « Entre collèges et académies. Esquisse de la place des Jésuites dans les réseaux européens de la production scientifique (xvii^e-xviii^e siècle) », in Daniel-Odon HUREL & Gérard LAUDIN (éd.), *Académies et sociétés savantes en Europe (1650-1800)*, Paris, Honoré Champion, 2000, pp. 387-407.
- , *La contre-réforme mathématique. Constitution et diffusion d'une culture mathématique Jésuite à la Renaissance (1540-1640)*, Paris, École française de Rome, 1999, 691 p.
- RUSO, François, « L'hydrographie en France aux xvii^e et xviii^e siècles. Écoles et ouvrages d'enseignement », in René TATON (éd.), *Enseignement et diffusion des sciences en France au xviii^e siècle*, Paris, Hermann, 1986, pp. 419-440.
- WRIGHT, J. K., « Notes on the Knowledge of Latitudes and Longitudes in the Middle Ages », *Isis*, vol. 5, 1923, pp. 75-98.