

CAHIERS FRANÇOIS VIÈTE

Série II - N°8-9

2016

Entre Ciel et Mer

*Des observatoires pour l'enseignement de l'astronomie,
des sciences maritimes et le service de l'heure,
en France et en Europe,
de la fin du XVIII^e au début du XX^e siècle :
institutions, pratiques et cultures*

sous la direction de
Guy Boistel et Olivier Sauzereau

Centre François Viète
Épistémologie, histoire des sciences et des techniques
Université de Nantes

Imprimerie Centrale de l'Université de Nantes
Septembre 2016

SOMMAIRE

Introduction - Guy Boistel et Olivier Sauzereau

Première partie – Écoles d'hydrographie, enseignement maritime et instruments nautiques, du XVIII^e au XX^e siècle

- PIERRE-YVES LARRIEU 13
Luttes juridiques pour la tutelle des écoles d'hydrographie, à l'occasion de l'expulsion des Jésuites, en particulier dans les villes de La Rochelle, Nantes, Rouen et Bayonne (1760-1785)
- DANIELLE FAUQUE 37
Sur l'enseignement et la diffusion des instruments à réflexion à la fin du XVIII^e siècle
- GUY BOISTEL 61
De la suppression des écoles d'hydrographie à la création des écoles nationales de navigation maritime, 1886-1920 : trente-quatre années de flou pour l'enseignement maritime. Le cas des écoles de l'estuaire de la Loire : Paimbœuf, Saint-Nazaire, Le Croisic, Nantes

Deuxième partie – Des stations d'observations des marées aux stations de biologie marine via les observatoires : échanges et confrontations de pratiques scientifiques au XIX^e siècle

- MARIE-JOSÉ DURAND-RICHARD 105
De la prédiction des marées : entre calcul, observations et mécanisation (1831-1876)
- JOSQUIN DEBAZ 137
Stations de biologie marine et observatoires astronomiques à la fin du XIX^e siècle. Deux reflets d'une même politique scientifique ?

Troisième partie – Astronomie nautique, observatoires navals et service de l’heure en France et en Europe au cours du XIX^e siècle

- FERNANDO B. FIGUEIREDO 161
Traduction de l’anglais par Colette Le Lay et adaptation collective
Les éphémérides nautiques et astronomiques de l’observatoire naval de Lisbonne et de l’observatoire astronomique de l’université de Coimbra, à la fin du XVIII^e siècle
- OLIVIER SAUZEREAU 179
Les signaux horaires français : la quête d’un système unifié
- JÉRÔME DE LA NOË 203
Des systèmes de signalement du temps aux navires dans les ports français, dans les années 1880. Le cas du port de Bordeaux dans la correspondance de Georges Rayet
- GUY BOISTEL 223
Du service de l’heure à l’océanographie : unité et diversité des observatoires navals en Europe (et ailleurs) au XIX^e siècle. Première étude d’ensemble

- Conclusion** 257

- Orientation bibliographique 260
- Liste des illustrations 262
- Index des principaux noms et lieux 264

Sur l'enseignement et la diffusion des instruments à réflexion à la fin du XVIII^e siècle

Danielle Fauque*

Résumé

L'historiographie accorde généralement au cercle de Borda une place de choix dans la marine française a contrario de la marine britannique plus fidèle à l'octant et au sextant. Qu'en est-il ? Une étude des manuels de navigation de la fin du XVIII^e siècle montre que le cercle est à peine cité, et que son utilisation est renvoyée à celle de l'octant. Ce dernier, inventé en 1732, ne se répand qu'une vingtaine d'années après. Puis la méthode des distances lunaires le met au premier plan à la fin des années 1760, particulièrement après le succès du voyage de La Flore avec Borda (1771-1772). Les Leçons de navigation de Vincent-François Dulague, ouvrage officiel, très souvent réédité, en développe l'usage dès 1768. Le très influent ouvrage de Pierre Lévêque, Le Guide du navigateur (1779) met à juste raison l'octant au cœur de la formation des marins. Dans les manuels qui suivirent, la présentation des instruments à réflexion se limite à celle de l'octant, et varie peu dans la première moitié du XIX^e siècle, le sextant et le cercle étant considérés comme dérivant de l'octant. L'exposé voudrait présenter ici une analyse et une réflexion sur l'enseignement aux marins de l'usage en mer des instruments à réflexion à la fin du XVIII^e siècle.

Le catalogue des instruments à réflexion conservés au National Maritime Museum, publié en 2009 par Willem Mörzer Bruyns¹, comporte 347 notices, dont 104 concernent les octants et 142 les sextants, et, plus rares, 29 quintants et 19 cercles réflecteurs. Ce musée détient la plus importante collection au monde. Son étude statistique est révélatrice de la diffusion de

* Docteure en histoire des sciences et des techniques, professeure agrégée de sciences physiques à la retraite, Groupe d'Histoire et Diffusion des Sciences d'Orsay (GHDSO), Université de Paris Sud.

¹ Mörzer Bruyns Willem F.J., 2009, *Sextants at Oxford, a catalogue of the mariner's quadrants, mariner's astrolabes, cross-staffs, back-staffs, octants, sextants, quintants, reflecting circles, and artificial horizons in the national Maritime Museum*, Greenwich, Oxford University Press and the National Maritime Museum, Londres.

ces instruments dans la pratique des marins, au moins en Grande-Bretagne². Cependant nous pourrions supposer que la France a vu aussi dans une certaine mesure une diffusion du même ordre. En effet, cet instrument à double réflexion – le sextant, le quintant, ou le cercle ne sont finalement que des perfectionnements de l’octant, le principe de fonctionnement étant le même – se trouvera rapidement lié à une nouvelle pratique de détermination des longitudes qui se généralise à partir des années 1760, utilisant les tables de la Lune de Tobias Mayer, et le *Nautical Almanac* de Nevil Maskelyne (à partir de 1767) ou la *Connaissance des temps*³.

L’introduction de la méthode des distances lunaires pour servir à la détermination des longitudes⁴ dans les années 1760 est l’alternative astronomique à la solution mécanique d’horloges fiables pour conserver à bord un chronomètre donnant l’heure du port de départ. Durant la décennie, des voyages d’études pour éprouver les nouveaux instruments de navigation sont organisés tant en Angleterre qu’en France. Ils montrent que les instruments à réflexion permettent d’obtenir une longitude très satisfaisante. Le chronomètre performant resta cher jusqu’au début du XIX^e siècle et donc non compétitif avec les instruments astronomiques. Cette partie de l’histoire maritime a été abondamment étudiée⁵.

² Fauque Danielle, « Revue Critique. De l’art de naviguer à la science nautique au siècle des Lumières », *Revue d’histoire des sciences*, tome 63/1 (Pierre Bouguer [1698-1758], un savant et la marine dans la première moitié du XVIII^e siècle), janvier-juin 2010, p. 189-219, voir p. 202-204.

³ Boistel Guy, 2001, *L’astronomie nautique au XVIII^e siècle en France : tables de la Lune et longitudes en mer*, thèse de doctorat, Centre François Viète, Université de Nantes, 3 volumes, 1000 pages ; commercialisée par l’Atelier national de reproduction des thèses (ANRT), 2003, Université Lille 3, 2 volumes ; voir la Partie II (éphémérides, *Connaissance des temps*) et la Partie III pour le traitement des distances lunaires au XVIII^e siècle en France.

⁴ Pour l’introduction des distances lunaires dans la *Connaissance des temps*, voir par exemple Boistel Guy, 2010, « Lalande et la Marine, un engagement sans faille mais non désintéressé », Guy Boistel, Jérôme Lamy, Colette Le Lay (dir.), *Jérôme Lalande (1732-1807), une trajectoire scientifique*, Presses Universitaires de Rennes, p. 67-80.

⁵ Voir l’étude récente de Boistel Guy, 2011, « Pierre Bouguer, commissaire pour la marine et expert pour les longitudes : un opposant au développement de l’horlogerie de marine au XVIII^e siècle ? », *Revue d’histoire des sciences*, tome 63/1 (Pierre Bouguer [1698-1758], un savant et la marine dans la première moitié du XVIII^e siècle), janvier-juin 2010, p. 121-159. Voir aussi Andrewes William J.H., 1996, *The quest for longitude*, Harvard University Press ; Jullien Vincent (dir.), 2002, *Le calcul des longitudes : un enjeu pour les mathématiques, l’astronomie, la mesure du temps et la navigation*, Presses universitaires de Rennes.

En France, le désastre maritime et économique de la guerre de Sept Ans conduisit le duc de Choiseul à réformer la marine et l'enseignement maritime⁶. Il s'ensuivit la publication de plusieurs ouvrages adaptés aux nouvelles instructions. Citons l'ouvrage d'Étienne Bézout pour la marine militaire et celui de Vincent-François Dulague pour la marine du commerce. Des réformes ponctuelles furent apportées par Sartine dans les années 1770, puis à nouveau une réforme générale fut effectuée sous Castries dans les années 1780⁷. Les réformes sous la Révolution⁸ ne modifieront pas la part de l'enseignement réservé aux instruments, part qui restera inchangée au moins jusqu'au milieu du XIX^e siècle. Les études fondamentales de Guy Boistel dans le domaine de la diffusion de la méthode des distances lunaires au XVIII^e siècle restent le cadre de références auquel le lecteur pourra faire appel pour compléter le contexte de l'étude qui va suivre.

Nous nous proposons donc d'étudier la place réservée aux instruments à réflexion dans un certain nombre de manuels de navigation, dont le contenu nous a paru pertinent pour répondre à la question de la diffusion de ce type d'instruments dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, en France, dans une population ciblée, celle des marins « ordinaires », et non celle des officiers de marine savants que l'on met en général plus en avant⁹.

Les débuts discrets de l'octant

L'instrument inventé en 1731 par John Hadley, était tout d'abord destiné à relever la hauteur des astres afin d'en déduire la latitude du vaisseau. La longitude, à cette époque, était obtenue par l'estime, à l'aide du loch, du sablier et de la boussole. L'instrument de Hadley avait été immédiatement testé avec succès en mer¹⁰. Il fut mieux connu des praticiens

⁶ Lutun Bernard, 1995, « Des écoles de marine et principalement des écoles d'hydrographie (1629-1789) », *Sciences et techniques en perspective* (Numéro thématique : Les ingénieurs), volume 34, p. 3-30.

⁷ *Ibid.*

⁸ Boistel Guy, 2003, « Une loi de la marine discutée : la réforme des écoles de marine du 10 août 1791 dans la correspondance Gaspard Monge - Pierre Lévêque », *Chronique d'histoire maritime*, n°53, décembre 2003, p. 50-65.

⁹ Pour une typologie des ouvrages d'astronomie nautique, voir Boistel Guy, 2004, « Les ouvrages et manuels d'astronomie nautique en France, 1750-1850 », *Le Livre maritime au siècle des Lumières. Édition et diffusion des connaissances maritimes (1750-1850)*, textes réunis par Annie Charon, Thierry Claerr et François Moureau, Paris, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, p. 111-132, voir p. 118-122.

¹⁰ Hadley John, « The description of a new instrument for taking angles », May 13, 1731, *Philosophical transactions (Phil. trans.)*, volume 37, 1731-1732, p. 147-157, voir

après la publication d'un fascicule d'utilisation par son frère en 1738¹¹. La traduction française des mémoires de John Hadley ne parut qu'en 1741¹².

Ce nouveau quartier de réflexion fut aussi testé à bord du *Portefaix*, en mai 1735, par les savants en route pour la mesure d'un arc de méridien à l'équateur. Comme chef d'expédition, Louis Godin acquit les meilleurs instruments mathématiques et astronomiques nécessaires lors d'un voyage à Londres où il rencontra Hadley¹³. Il revint avec un exemplaire de son nouvel instrument. Pierre Bouguer l'essaya lors de la traversée de La Rochelle à Saint-Domingue, et nota, dans son journal de voyage, que l'instrument apportait une précision et une facilité d'usage appréciable pour prendre la hauteur du Soleil¹⁴. Cet appui au nouvel instrument ne fut connu qu'en 1739, lorsqu'une lettre de Godin, envoyée de Guayaquil, fut lue à l'Académie. Astronome et non-marin, Godin trouvait l'instrument médiocre, aussi l'information ne retint-elle pas l'attention¹⁵. L'expédition au nord commandée par Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1736) emportait également un octant, acquis par Celsius et dont il ne sera fait référence qu'une seule fois dans le journal de l'abbé Réginald Outhier¹⁶.

p. 156-157 ; « An account of observations made on board the Chatham-Yacht », August 30th and 31st, and September 1st, 1732, « in pursuance of an order made by the right honourable the Lords Commissioners of the Admiralty, for the trial of an instrument for taking angles », *Ibid.*, p. 341-356.

¹¹ [George Hadley], 1738, *A description of a new instrument, invented by John Hadley, esq., for taking the latitude or other altitudes at sea*, Londres, T. Wood. L'instrument est vendu au Royal Exchange Gate par A. Nutt. Référence citée par Mörzer Bruyns, *op. cit.*

¹² Brémond François de, 1741, *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres*, année 1731 réunie avec 1732, Paris (pour 1731 : p. 199-208, pour 1732 : p. 158-178).

¹³ Ferreiro Larric, 2011, *Measure of the Earth. The Enlightenment Expedition that reshaped the World*, New York, Basic Book, p. 50.

¹⁴ Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, C/7/2 : Journal de Bouguer. Le début du journal n'est pas paginé et certaines feuilles ne sont pas datées, mais l'en-tête porte le titre : Première partie de la relation de voyage au Pérou, traversée de La Rochelle à la Martinique.

¹⁵ Fauque Danielle, 2008, « Un nouvel instrument pour observer les hauteurs, inventé par M. Grandjean de Fouchy », *Revue d'histoire des sciences*, tome 61/1 (L'octant et la plume : Grandjean de Fouchy, astronome et secrétaire de l'Académie des sciences), p. 63-88, citation p. 78. Le père Esprit Pezenas cite cette lettre dans *Mémoires de mathématiques et de physique rédigés à l'observatoire de Marseille, année 1755, première partie*, Avignon, veuve Girard, 1755, p. 41.

¹⁶ Outhier Réginald (abbé), 1994, *Journal d'un voyage au nord en 1736 et 1738* (Paris, 1744), p. 5. Réédité par André Balland, *La terre mandarine*, Paris, Seuil, p. 43-44.

Une publicité plus large fut faite grâce à Lacaille, mais publiée tardivement, à la fin de la décennie. Il s'était lié à Jean-Baptiste d'Après de Manneville, officier de la Compagnie des Indes, à bord du *Glorieux*, durant son voyage au Cap en 1750, pour l'étude du ciel austral¹⁷. Le marin lui fit découvrir tout l'intérêt de l'octant pour prendre hauteur d'un astre, et son utilité pour la longitude grâce aux distances lunaires. Les deux hommes utilisaient alors un octant de Canivet. Depuis 1736, en effet, Manneville utilisait l'instrument, il avait acquis son premier exemplaire auprès de Pierre Lemaire à Paris. Au cours des années 1730, ce dernier s'était fait une spécialité de sa construction, au point de nommer sa boutique, située quai de l'Horloge du Palais, au coin de la rue de Harlay, « Au nouveau quartier anglois »¹⁸. Manneville avait si bien maîtrisé l'instrument qu'il en avait tiré un petit livre en 1739¹⁹. Il utilisa l'octant pour les longitudes pour la première fois en 1740²⁰. Une seconde édition de son opuscule fut rééditée et complétée plus tard par Gabriel de Bory, puis une étude parut dans le recueil des savants étrangers de 1763²¹.

¹⁷ Boistel Guy, 2006, « Le voyage de l'abbé Nicolas-Louis de Lacaille, apprenti naturaliste ethnographe, au Cap de Bonne-Espérance, 1750-1754 », Sophie Linon-Chipon et Daniela Vaj (dir.), *Relations savantes. Voyages et discours scientifiques*, Paris, Presses universitaires Paris-Sorbonne, p. 121-141, voir p. 124.

¹⁸ Franck Marcelin, 2004, *Dictionnaire des fabricants français d'instruments de mesure du XV^e au XIX^e siècle*, Aix-en-Provence, chez l'auteur. Marcelin donne 1733 comme date d'installation, tandis que Maurice Daumas indique 1739 suivant le livre de Manneville.

¹⁹ d'Après de Manneville Jean-Baptiste, 1739, *Le nouveau quartier anglois ou description et usage d'un nouvel instrument pour observer la latitude sur mer*, Paris, Lambert, Durand. La référence à Lemaire se trouve à la fin de l'ouvrage, p. 46.

²⁰ Briot Claude, 2008, « L'apport de d'Après de Manneville dans les progrès de la navigation en mers des Indes au XVIII^e siècle », *Cahiers havrais de recherches historiques*, n° Hors-série (Autour de d'Après de Manneville, savant navigateur havrais au siècle des Lumières), p. 33-60, voir p. 42.

²¹ d'Après de Manneville Jean-Baptiste, 1751, *Description et usage d'un nouvel instrument pour observer la latitude sur mer appelé le nouveau quartier anglois, nouvelle édition par M.**** [Gabriel de Bory], Paris, H.-L. Guérin ; et 1763, « Relation d'un voyage aux isles de France et de Bourbon, qui contient plusieurs observations astronomiques, tant pour la recherche des longitudes en mer, que pour déterminer la position géographique de ces isles », *Mémoires de mathématiques et de physique présentés à l'Académie royale des sciences par divers savans et lus dans ses assemblées*, Paris, Imprimerie Royale, tome III, p. 399-457.



Figure 2.1 - Octant et son usage. Extrait de J. Randier, 1998, *L'antiquaire de Marine, Paris, Marcel Didier Vrac*, p. 124

Prendre hauteur des astres : c'est à cet aspect de la navigation astronomique que le nouvel instrument va d'abord répondre, et pour lequel il va peu à peu se répandre. L'origine des instruments conservés dans les musées, et les renseignements sur les fabricants permettent de situer le début de sa grande diffusion au début des années 1750 seulement, soit presque une vingtaine d'années après son invention. C'est à ce moment-là que son enseignement débute réellement, facilitant à son tour sa diffusion. Au début des années 1760, l'octant, instrument à double réflexion, est devenu un instrument plus répandu, mais que l'on teste encore et que beaucoup découvrent²².

Pour expliquer la longue période constatée entre l'invention et une plus large diffusion de l'octant, on peut invoquer les difficultés de construction. Les miroirs devaient avoir des surfaces rigoureusement parallèles. Dans les années 1730-1740, les artisans ne savaient pas faire de tels miroirs en verre. Ils fabriquaient des miroirs métalliques. Mais ceux-ci se corro-

²² Pingré Alexandre-Gui, *Voyage à Rodrigue. Le transit de Vénus de 1761. La mission astronomique de l'abbé Pingré dans l'océan indien*, SEDES, Université La réunion, Le Publieur, édition 2004. Édition critique par Sophie Hoarau, Marie-Paule Janiçon et Jean-Michel Racault.

daient rapidement à l'air salin, et donc nécessitaient un entretien particulier et contraignant²³. L'arbalestrille et le quartier de Davis restèrent encore longtemps en usage ; on pouvait s'en procurer dans tous les ports pour une somme modeste²⁴. Ils donnaient la hauteur à cinq ou six minutes près, mais cela suffisait à un grand nombre de marins²⁵.

L'octant dans le programme de l'enseignement

La grande ordonnance de la marine de 1681 organisait la formation des marins sous l'autorité du professeur d'hydrographie, précisant le programme et le déroulement des leçons²⁶. L'apprentissage des instruments de navigation en faisait partie. À l'époque, il s'agissait de savoir naviguer à l'estime, à la boussole, et prendre la hauteur des astres pour connaître sa latitude avec l'arbalestrille ou le quadrant de Davis, instruments sans optique. La construction d'une arbalestrille faisait aussi partie de l'enseignement. Pour enseigner la pratique, le professeur d'hydrographie conservait, dans son école, les cartes, boussoles, globes et instruments pour prendre hauteur.

Les ouvrages d'enseignement de l'art de naviguer furent nombreux au cours du XVIII^e siècle²⁷. Sur la période 1631-1790, on recense au moins

²³ Daumas Maurice, 1953, *Les instruments scientifiques aux XVII^e et XVIII^e siècles*, Paris, Presses universitaires de France, p. 241.

²⁴ Prix approximatifs en 1785 : un excellent octant coûte cinq mois de salaire ; un sextant, environ neuf mois de revenus ; un chronomètre plusieurs années ; un cercle répéteur, largement plus qu'un sextant. Une arbalestrille ou un quadrant de Davis, une à deux semaines de salaire. D'après Mörzer Bruyns, la fabrication de l'arbalestrille est encore attestée au moins jusqu'en 1779, et celle du quadrant de Davis au moins jusqu'en 1755, *op. cit.* (2009), voir p. 93 et p. 102.

²⁵ Boistel Guy, 2006, « De quelle précision a-t-on réellement besoin en mer ? Quelques aspects de la diffusion des méthodes de détermination astronomique et chronométrique des longitudes en mer en France de Lacaille à Mouchez (1750-1880) », *Histoire & Mesure*, n°21/2, p. 121-156.

²⁶ Fauque Danielle, 2000, « Les écoles d'hydrographie en Bretagne au XVIII^e siècle », *Mémoires de la Société d'histoire et d'archéologie de Bretagne*, volume 78, p. 369-400 et p. 377-378.

²⁷ Voir à cet égard les études de Guy Boistel, 1999, « Le problème des longitudes à la mer dans les principaux manuels de navigation français autour du XVIII^e siècle », *Sciences et techniques en perspectives*, 2^e série, volume 3, n°2 (Éprouver la science : Pierre Bouguer et le premier XVIII^e siècle) ; et 2004, « Les ouvrages et manuels d'astronomie nautique en France, 1750-1850 », *Le Livre maritime au siècle des Lumières. Édition et diffusion des connaissances maritimes (1750-1850)*, textes réunis par Annie

32 auteurs, et 37 titres pour 72 éditions ou rééditions de traités destinés à la formation des marins. Un grand nombre a été publié en s'appuyant sur les instructions de la grande ordonnance²⁸. Il en est ainsi pour Jean Bouguer, le père de Pierre, dont le traité de navigation publié en 1698, réédité en 1706, eut un succès national²⁹.

L'ouvrage le plus longtemps en usage est sans doute l'*Instruction des pilotes*, de Samson le Cordier, publié de 1683 à 1766 en dix éditions et plusieurs réimpressions, puis revu par son fils Jacques après 1719. Ce dernier introduisit l'octant dans l'édition de 1754³⁰. Il insistait toujours sur l'arbalestrille et le quadrant de Davis (quartier anglais). L'auteur s'excusait de présenter l'octant sans schéma. Tout le monde ne connaissant pas l'octant, écrivait-il, il allait donc parler pour ceux qui le connaissaient. Les explications avancées sont précises et claires.

Un exemple d'enseignement dispensé dans les années 1750 peut être donné par le traité de navigation écrit par Jean-Baptiste Denoville, au cours de son séjour à York où il était prisonnier sur parole pendant la guerre de Sept Ans³¹. Une place importante est faite à l'arbalestrille et à son mode de construction. La description de l'octant occupe seulement une demi-page d'écriture serrée mais détaillée de son usage, autour du schéma d'un instrument très rudimentaire. Les usages de la boussole, illustrés par des volvelles, s'étendent sur une douzaine de pages. Cette présentation illustre bien ce qui était le plus important aux yeux d'un navigateur du commerce au début des années 1760, à savoir : se diriger à l'estime et au compas.

Le premier ouvrage complet de navigation destiné à l'instruction des marins, *stricto sensu*, qui parle de l'octant, est l'ouvrage de Pierre Bouguer

Charon, Thierry Claerr et François Moureau, Paris, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, p. 111-132.

²⁸ Voir Boistel Guy, 1999, *op. cit.* Voir Valin René-Josué, 1766, *Nouveau commentaire sur l'ordonnance de la marine du mois d'août 1681*, La Rochelle, volume 2, tome 1, livre I, titre VIII.

²⁹ Bouguer Jean, 1698, *Traité complet de navigation*, Nantes, de Heugueville ; et 1706, *Traité complet de navigation, revu et corrigé*, Le Croisic.

³⁰ Le Cordier Jacques, 1754, *Instruction des pilotes*, Havre de Grâce.

³¹ Denoville Jean-Baptiste, *Traité de Navigation avec La Bregé De La Rithmétique* (sic), faite en 1760. *Fac-similé du manuscrit de la Bibliothèque municipale de Rouen*. Herbert Elisabeth (dir.), avec la collaboration d'Éliane Andrieu, Danièle Baverel, Françoise Doray, Véronique Hauguel-Thill, Catherine Philippe, et Christian Vassard, *Le Traité de navigation de Jean-Baptiste Denoville*, 1760. Le coffret, contenant les deux ouvrages reliés, a été publié en 2008 par l'Association Sciences en Seine et Patrimoine, IREM de Rouen, aux Éditions Point de Vues : www.pointdevues.com

(1753)³². Utilisant ses notes de 1735, le savant consacrait dix pages à l'instrument. Il le recommandait ainsi : « il seroit à propos qu'il fût encore plus commun : car cet instrument peut donner les hauteurs des astres à moins d'une minute d'erreur, comme je m'en suis assuré plusieurs fois »³³.

Le schéma de 1735 comporte une erreur de positionnement du miroir tournant, erreur reportée sur la planche du livre. Ce traité a été en fait écrit en partie pendant le séjour en Amérique du Sud, et vise à publier une version revue et complétée du livre de son père. L'octant est donc bien introduit ici comme une nouveauté.

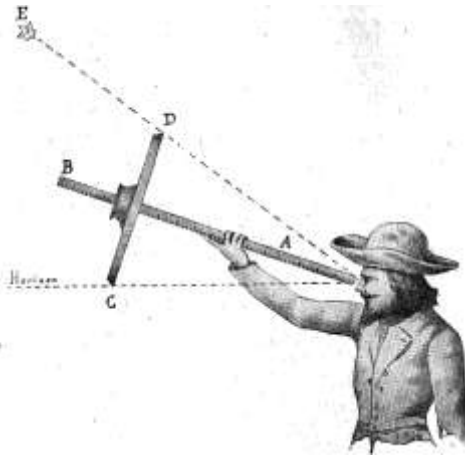


Figure 2.2 - Arbalestrille et son usage (domaine public)

Il laissait cependant une place à l'arbalestrille, au quadrant de Davis et, chose étonnante, aux instruments encore plus anciens. Lacaille, dans la réédition de ce traité, réduisait l'arbalestrille à quelques lignes, et gardait la partie consacrée au quadrant de Davis. Il insistait sur l'usage de l'octant, qu'il estimait être un instrument simple et excellent, et donnait quelques conseils d'usage, notamment pour les observations proches du zénith pour lesquelles il fallait prendre des précautions particulières. Lacaille précisait aussi que les meilleurs instruments utilisés par Bouguer venaient de chez

³² Bouguer Pierre, 1753, *Le nouveau traité de navigation contenant la théorie et la pratique du pilotage*, Paris, HIPPOLYTE-LOUIS GUÉRIN & L.-F. DELATOUR.

³³ Ces dix pages se partagent en trois parties : « De la construction et de l'usage de l'octans anglois », « Observer la hauteur par devant avec l'octans anglois », « Prendre hauteur par derrière avec l'octans anglois », p. 243-255, citation p. 246.

Pierre Lemaire³⁴. La partie concernant l'octant resta inchangée dans les éditions suivantes de 1760, 1769, et 1781. Lorsque Jérôme Lalande entreprit de publier à nouveau le traité de Bouguer en 1792, il se référa au traité de Robertson de 1786, lequel d'ailleurs avait cité Bouguer dans une édition antérieure³⁵. Lalande citait aussi Vincent-François Dulague, Jean-Charles de Borda et Pierre Lévêque. Sur le cercle, il ajoutait juste une note³⁶.

Le cadre du changement

Les années 1760 vont marquer un changement dans le contenu des manuels essentiellement dû à la résolution du problème des longitudes au cours de la décennie. La méthode des distances lunaires s'imposait car elle bénéficiait de deux apports innovants, la rendant opérante : les tables de la Lune établies par Tobias Mayer d'une part, et d'autre part l'octant (le sextant est déjà employé à cette époque par quelques marins). Les distances de la Lune au Soleil ou à une étoile étaient prises avec un octant ou un sextant, et la hauteur des astres avec un octant qui donnait une mesure de précision suffisante. Les tables de la Lune de Tobias Mayer furent publiées en 1759 par Lalande dans la *Connaissance des temps pour 1760*. En 1761, Nevil Maskelyne partait avec ce volume pour l'Île de Sainte-Hélène afin d'y observer le passage de Vénus devant le disque solaire. Il expérimenta avec succès la méthode des distances lunaires de Lacaille dont il saisit tout l'intérêt pour le marin. À son retour, il publiait des tables puis le premier *Nautical Almanac* en 1766 qui obtint d'emblée le succès que l'on sait³⁷. Si grâce à la montre H4 de John Harrison, testée en 1761 et 1762, l'heure d'origine pouvait maintenant se conserver à bord, un tel garde-temps restait rare et cher et n'équipa pas les navires communs avant le premier quart du XIX^e siècle. La méthode astronomique s'imposait donc.

Des expéditions furent montées en France pour tester les horloges de Pierre Leroy et de Ferdinand Berthoud ainsi que les autres nouveaux

³⁴ Bouguer Pierre, 1760, *Nouveau traité de navigation, revu et abrégé par Nicolas-Louis Lacaille*, Paris, H.-L. Guérin, p. 196.

³⁵ Robertson John, 1786, *Elements of navigation*, Londres, J. Nourse, 5^e édition. Référence à Bouguer dans l'édition de 1757.

³⁶ Bouguer Pierre, 1792, *Nouveau traité de navigation, revu par Jérôme Lalande*, Paris, Veuve Desaint, p. 480.

³⁷ Fauque Danielle, 2010, « La correspondance Jérôme Lalande et Nevil Maskelyne : un exemple de collaboration au XVIII^e siècle », Guy Boistel, Jérôme Lamy et Colette Le Lay (dir.), *Jérôme Lalande (1732-1807), une trajectoire scientifique*, Presses universitaires de Rennes, p. 109-128, voir p. 110-113 en particulier.

instruments destinés à améliorer la navigation, expéditions encouragées ou sous-tendues par les prix de l'Académie royale des sciences³⁸. Mais pour relever la hauteur, rien n'égalait l'octant qui s'imposait par sa légèreté et sa facilité d'emploi. Ainsi, à bord de la frégate *La Flore* en 1771, les savants notaient :

« que l'octant de Hadley donne les mesures que l'on cherche avec moins d'une minute d'erreur lorsque les circonstances ne sont pas trop défavorables ; l'accord de cinq de ces octants de différentes dimensions, faits par cinq constructeurs différents, et employés par des observateurs qui ne se communiquaient point leurs résultats, ne peut laisser aucun doute sur la certitude de cette conclusion »³⁹.

La nouvelle ordonnance générale de la marine du 25 mars 1765 modifiait celles du XVII^e siècle⁴⁰. Notamment, les places des maîtres entretenus dans les ports furent mises au concours, et les pilotes non employés à la mer ou aux travaux du port devaient assister aux cours d'hydrographie pour se perfectionner⁴¹. Face à ces évolutions importantes, quelle fut la réponse des professeurs d'hydrographie ?

Les instruments à réflexion dans les manuels de navigation

Étienne Bézout⁴², examinateur de la marine, publiait un *Traité de navigation*, plusieurs fois réédité, à destination des gardes du pavillon et de la

³⁸ En 1767, *L'Aurore*, armée par le marquis de Courtanvaux, avec deux montres marines de Pierre Leroy et un mégamètre de Charles-François de Charnières, et à bord les astronomes Alexandre-Guy Pingré et Charles Messier. En 1768, *L'Isis*, commandée par Fleurieu, avec deux montres de Berthoud, une lunette achromatique et sans doute plusieurs octants, avec Berthoud et Pingré. En 1769, *L'Enjouée* avec les montres de Leroy, et à bord Jean-Dominique Cassini dit Cassini IV. En 1771, *La Flore*, commandée par Verdun de la Crenne, emportait trois montres de Leroy, une montre de Berthoud, plusieurs octants de Hadley et des sextants, un mégamètre de Charnières, une lunette achromatique et des verres d'Alexis Rochon, une chaise marine de Fyot.

³⁹ « Sur un voyage fait à bord de la frégate *La Flore* », *Histoire de l'Académie royale des sciences pour 1773, avec les mémoires*, 1777, Paris, Imprimerie royale, Partie « Histoire », p. 64-71, voir p. 66.

⁴⁰ Lutun, *op. cit.*

⁴¹ *Ibid.*, p. 15.

⁴² Alfonsi Liliane, 2010, « Un successeur de Bouguer : Étienne Bézout (1730-1783), commissaire et expert pour la marine », *Revue d'histoire des sciences*, tome 63/1 (Pierre

marine⁴³. Cet ouvrage devint obligatoire dans les écoles de Brest, Rochefort et Toulon, à partir de 1775. Onze pages sont consacrées à l'instrument, l'arbalestrille a disparu, mais le quadrant de Davis est encore présenté sur deux pages. La façon de se servir de l'octant pour déterminer la longitude à partir de la méthode des distances lunaires fait aussi l'objet d'une description détaillée.

Pour la marine marchande, un nouveau venu, paru en 1768, *Les Leçons de navigation* de Vincent-François Dulague, était encore imprimé en 1849. Son auteur, né en 1729 dans une famille modeste, fut éduqué par l'abbé Jean-Théodore Bouin qui lui apprit les mathématiques et l'astronomie, puis le fit nommer ensuite professeur à l'école d'hydrographie de Rouen en 1756. Il y enseigna jusqu'à son décès en 1805. Admis à l'Académie de Rouen en 1756, Dulague en devint vice-directeur en 1765, puis directeur en 1766⁴⁴.

La première édition des *Leçons*, en 1768, écrivait-il, répondait aux prescriptions de Choiseul d'améliorer la formation des marins. Sa référence était le traité de Bouguer de 1753 et non sa réédition de 1760, laquelle selon lui n'était pas adaptée aux élèves. Il ne faisait, disait-il, que copier cet excellent livre :

« ces leçons ne sont presque qu'un extrait de différens auteurs, & principalement du Traité de navigation de m. Bouguer. Le professeur qui les a dictées a préféré cet excellent ouvrage, et persuadé qu'il ne pouvoit expliquer les principes de pilotage plus clairement, mieux s'énoncer que les sçavans dans lesquels il a puisé ce qu'il enseigne, il les a presque toujours copiés. »

En fait, Dulague ne copiait pas. Il écrivait principalement pour les marins du commerce qui avaient parfois quitté l'école depuis longtemps. Dulague ajoutait que l'arbalestrille était presque abandonné mais non le quart de Davis ; l'octant était pour lui le plus parfait des instruments.

À la fin des années 1760, la méthode des distances lunaires devenait plus familière et l'octant *de facto* fut naturellement davantage employé à son application. Les manuels détaillèrent alors cet usage spécifique. Ainsi, dans l'édition de 1775, Dulague introduisait un cinquième chapitre sur la mé-

Bouguer [1698-1758], un savant et la marine dans la première moitié du XVIII^e siècle), janvier-juin 2010, p. 161-187.

⁴³ Bézout Étienne, 1769, *Suite du cours de mathématiques à l'usage des gardes du pavillon et de la marine contenant le Traité de navigation*, Paris, J.B.G. Musier fils, 1^{ère} édition.

⁴⁴ Outre ses leçons de navigation, il a publié un *Recueil de tables astronomiques*, et à la demande de Castries, un manuel pour les écoles, les *Principes de navigation* en 1787.

thode de déterminer la longitude en mer par les distances lunaires avec l'octant, et, à cette fin, précisait les précautions et corrections à apporter. Il ajoutait avoir employé « dans ses calculs des moyens que lui a fournis sa liaison intime avec quelques-uns des sçavans envoyés par le roi en 1768 et 1771 pour la vérification des longitudes en mer »⁴⁵.

Il s'agissait d'Alexandre-Gui Pingré et de Charles Claret de Fleurieu, sur l'Isis en 1768, et de Jean-Charles de Borda sur la Flore en 1771. Dulague profita sans doute pleinement des observations et remarques de ce dernier : « Si la détermination de la longitude en mer restait délicate, la méthode horlogère offrait cependant de l'espérance », ajoutait-il au chapitre VIII. « Mais l'usage de l'octans plus une bonne montre à secondes devait donner par la méthode des distances lunaires des résultats satisfaisants »⁴⁶.

Dans le même esprit, un autre ouvrage plus tardif allait marquer l'époque. Il s'agit du *Guide du navigateur* de Pierre Lévêque⁴⁷, fruit d'une longue pratique d'enseignement. Lévêque navigua comme simple marin sur un navire marchand puis succéda, en 1771, à Christophe Lyon, maître d'hydrographie à Nantes, chez qui il avait appris les mathématiques. En 1773, Lalande lui demanda de compléter des calculs pour les tables du nonagésime, puis pour diverses tables de la *Connaissance des temps*. En 1776, il fut nommé correspondant de l'Académie royale de marine, à laquelle il présenta le manuscrit de son *Guide* entièrement consacré à l'usage de l'octant. Ce livre, nourri des mémoires de Hadley, des ouvrages du Hollandais John Douwes et du *Nautical Almanac*, a été unanimement salué comme majeur en mettant à la disposition des marins une méthode didactique de l'usage de l'instrument⁴⁸. Après un tour général des possibilités de détermination des longitudes, Lévêque s'arrêtait à la « méthode des distances », donnant celle d'Israël Lyons⁴⁹ et celle de Borda.

Dans son ouvrage, l'usage de l'instrument est situé dans le contexte des derniers progrès faits pour la détermination des longitudes en mer.

⁴⁵ Dulague Vincent-François, 1775, *Leçons de navigation*, Rouen, Veuve Besongue et fils, avertissement.

⁴⁶ *Ibid.*, p. 334-346.

⁴⁷ Lévêque Pierre, 1779, *Le guide du navigateur, ou traité de la pratique des observations et des calculs nécessaires au navigateur*, Nantes, Despilly.

⁴⁸ Boistel Guy, 2003, « Pierre Lévêque (1746-1814), mathématicien nantais, examinateur hydrographe de la marine méconnu », *Chronique d'histoire maritime*, n°51, juin, p. 40-58, voir p. 44.

⁴⁹ Lyons Israël, 1776, *Astronomical problems, by the late... in Nautical almanac and astronomical ephemeris for the year 1778, by the commissioners of longitude*, Londres, William Richardson and J. Nourse, p. 12 en annexe, historique dans la préface de Nevil Maskelyne, du 17 juin 1776.

L'observation des longitudes par les distances de la Lune au Soleil ou aux étoiles zodiacales exigeait une connaissance parfaite de l'instrument qu'on y employait, insistait-il, et exigeait des méthodes mathématiques compliquées qu'il allait essayer de rendre plus simples :

« nous avons vu avec peine que les navigateurs ne connoissent pas assez le mécanisme de l'octant avec lequel ils mesurent les hauteurs des astres, pour en faire une application convenable aux observations de la longitude, qui sont vraiment délicates. »

Les nouvelles conditions de navigation nécessitaient une réforme de l'enseignement dispensé au marin, ce qui tardait. Le but de l'auteur est d'être utile, et de « répandre parmi le commun des navigateurs la pratique des observations astronomiques qui est beaucoup trop négligée »⁵⁰.

Aussi, lorsque la période des réformes de Castries s'engagea-t-elle, fut-il appelé à de nouvelles fonctions. En devenant examinateur pour la marine marchande, il allait dorénavant peser sur la réforme de l'enseignement.

Sous le ministère du maréchal de Castries (1780-1786)

Le marquis de Castries entreprit une série d'enquêtes sur l'état de la marine dès son arrivée au ministère en 1780. À nouveau, ce fut l'occasion pour plusieurs auteurs de publier un ouvrage sur l'art de naviguer.

Le Gaigneur, ancien professeur de l'école royale de marine au port de Caen publiait en 1781 un ouvrage imposant assez luxueux, *Le pilote instruit ou nouvelles leçons de navigation sans maître à l'usage des navigateurs du commerce*⁵¹. Le titre même indiquait qu'il n'était pas destiné à l'usage scolaire, mais au navigateur accompli, qui trouverait dans son contenu ce qui était nécessaire à sa navigation. L'ouvrage présente le quadrant de Davis puis l'octant dont les utilisations sont très détaillées, et cite Bézout et Lacaille. Pour déterminer la longitude en mer, il conseillait la méthode des trois observateurs et la méthode de calcul de Borda.

En 1781 paraissait également l'ouvrage les *Éléments de la science du navigateur*, composé par l'abbé Garra de Salagoïty, professeur d'hydrographie à

⁵⁰ Lévêque, *op. cit.*, préface, p. iij et p. xj. Lyons et Borda cités dans la préface, p. vij et p. viij.

⁵¹ Le Gaigneur, 1781, *Le pilote instruit ou nouvelles leçons de navigation sans maître à l'usage des navigateurs du commerce*, Nantes, Brun l'aîné, p. 537 (grand in 4°, planches dans le texte).

Bayonne⁵². Par cet ouvrage, dédié au marquis de Castries, l'auteur voulait « exciter le zèle de la marine marchande et la rendre par l'étendue de ses connaissances l'émule de la marine royale ». La seconde partie concernait « l'art nautique ». Les octants sont devenus communs écrivait-il ; il rappelait cependant les instruments anciens comme le quadrant de Davis et l'arbalestrille. S'il signalait la détermination de la longitude par l'estime et les montres marines, il préconisait cependant comme la meilleure méthode celle des distances lunaires, renvoyant à la *Connaissance des temps* de 1778 publié par Edme-Sébastien Jeaurat. L'ouvrage ne présente donc pas de nouveautés par rapport à celui de Dulague par exemple.

Le troisième ouvrage du début de la période est celui de François Célestin de Loynes-Barraud chevalier de La Coudraye, ancien lieutenant des vaisseaux du Roi, paru en 1783 : *Dissertation sur la manière de déterminer les longitudes à la mer en mesurant la distance de la lune*⁵³. Cet ouvrage, sans aucun schéma d'instrument, ne répondait pas aux critères d'enseignement, mais il proposait une réflexion sur la diffusion et l'intérêt du public cultivé pour la question des longitudes. Le climat était effectivement propice à une diffusion des nouvelles méthodes, sur le plan professionnel d'abord mais aussi sur le plan culturel, d'où ces ouvrages aux objectifs différents, mais dont la fréquence de parution dans une période donnée témoigne de l'importance du sujet pour la société civile de l'époque.

L'année suivante, en 1784, Dulague publiait la troisième édition revue et augmentée de ses *Leçons*. L'ouvrage se vendait maintenant dans tous les ports importants du royaume. L'auteur avait ajouté « la détermination de la longitude en mer par la mesure des distances de la Lune au Soleil ou aux étoiles, en suivant la méthode de M. le chevalier de Borda »⁵⁴. Plusieurs tables utiles à l'usage de cette méthode étaient jointes.

⁵² Garra de Salagoity Jacques, 1781, *Éléments de la science du navigateur*, Paris, L. Cellot. Voir la contribution de Pierre-Yves Larrieu dans ce volume.

⁵³ De Loynes-Barraud de La Coudraye François Célestin, 1783, *Dissertation sur la manière de déterminer les longitudes à la mer en mesurant la distance de la lune*, Utrecht, Samuel de Waal ; Paris, L. Cellot. La pièce a remporté le prix de la Société provinciale des arts et des sciences d'Utrecht, le 24 avril 1782 pour la question : « on demande la meilleure dissertation, et la plus intelligible pour toutes sortes de lecteurs, tant négociants qu'armateurs et teneurs de livres, que pour nos marins les moins instruits – pour expliquer facilement la méthode de déterminer les longitudes en mer, en mesurant la distance des étoiles ou de la lune avec l'octant ou le sextant : pourvu qu'on démontre par des preuves et par des expériences, que cette méthode de déterminer les longitudes soit aussi praticable par les marins des provinces Unies des Pays Bas ».

⁵⁴ Dulague Vincent-François, 1784, *Leçons de navigation*, 3^e éd. revue et augmentée par l'auteur, Rouen, Veuve besongue et fils, avertissement.

Les réformes fondamentales que Castries mit en place modifiaient profondément les ordonnances colbertiennes, et se concrétisaient par une série d'ordonnances et de règlements datés du 1^{er} janvier 1786⁵⁵. Pour les écoles publiques d'hydrographie, une dégradation lente s'était opérée tout au long du siècle et le constat était assez négatif. Aussi, sur le conseil de Fleurieu, le ministre confia-t-il la réforme de cette formation à Borda : « Deux points méritent particulièrement l'attention : le choix des professeurs, l'enseignement, soit pour la quantité et qualité, soit pour la forme »⁵⁶.

Deux examinateurs furent nommés : Pierre Lévêque, dont nous avons parlé, et Louis Monge, frère du savant Gaspard Monge. Ils devaient s'assurer que les professeurs suivaient bien le programme imposé, examiner les navigateurs et les recevoir s'ils les jugeaient aptes. L'enseignement de l'hydrographie était libre, mais le titre de professeur était protégé. Les professeurs devaient enseigner le pilotage et l'usage des instruments nautiques à tous les gens de mer qui se présenteraient dans les écoles. L'examen était ouvert aux élèves du professeur comme aux autres.

Les meilleurs élèves recevaient un instrument nautique comme prix. Cette attribution de prix avait été inaugurée par Dulague dès la fin des années 1760 en son école de Rouen et cette idée fut reprise. Nous avons une trace de ces prix au National Maritime Museum de Greenwich. Un octant anglais fabriqué en 1791 porte gravé sur l'alidade de laiton : « *Prix d'Encouragement donné par Mr De Gaulle, Ingénieur de la marine, à Celui de ses Élèves qui aura le mieux répondu à l'Examen Public* »⁵⁷.

Un manuel officiel serait établi dont la rédaction fut confiée à Dulague. Il parut en 1787 sous le titre *Principes de navigation ou abrégé de la théorie et de la pratique du pilotage. Rédigés par ordre du Roi, pour les écoles d'hydrographie sous le ministère de M. le Maréchal de Castries*. Le livre était en fait un abrégé de ses Leçons de navigation :

« [...] l'intention du roi étant qu'on suive à l'avenir une même méthode d'enseignement dans toutes les écoles d'hydrographie établies dans les différents ports du royaume : j'ai reçu ordre de

⁵⁵ Taillemite Étienne, 1986, « Le maréchal de Castries et les réformes de la marine », *Chronique d'histoire maritime*, n°13, 1^{er} sem., p. 1-14. Lutun, *op. cit.*, p. 18-19.

⁵⁶ Archives nationales, fonds marine, dossier personnel Claret de Fleurieu, C7/106, note pour le ministre, 20 septembre 1784. Cité par Lutun, *op. cit.*, p. 18.

⁵⁷ National Maritime Museum, n° NA1276. Cité par Mörzer Bruyns, *op. cit.*, p. 128. Le prix a été remporté par Montargis le 22 mars 1791 (gravé en bas de l'alidade). Voir Fauque Danielle, 2014, « Jean-Baptiste Degaulle (1732-1810), professeur d'hydrographie havrais au siècle des Lumières », *Cahiers Havrais de Recherche Historique*, n°72, p. 243-256.

rassembler les principes absolument nécessaires à tout marin pour être reçu capitaine. »⁵⁸

Bien que développant considérablement l'enseignement de l'usage de l'octant, son ouvrage gardait une place pour le quartier de Davis. On y trouvait la méthode de détermination de la longitude en mer proposée par Borda : « La méthode qu'on vient d'exposer, imaginée par M. le chevalier de Borda, se réduit donc à ceci : ayant observé une distance de la Lune au Soleil, ou à une étoile, la réduire à la distance vraie »⁵⁹. Cependant, ce sont les *Leçons* qui résisteront au temps et non les *Principes*.

Les ordonnances et règlements de 1786 entraînent à leur tour la publication de quelques ouvrages s'y rattachant ouvertement. L'ouvrage en deux parties de L. de Lassale en est un exemple⁶⁰. Professeur de mathématiques et d'astronomie, il enseignait depuis 1784 à Paris où il prétendait être le premier à avoir ouvert un cours d'hydrographie. Dans le second tome, l'auteur estimait que l'octant, le sextant, ou le cercle entier étaient les meilleurs instruments :

« les seuls aujourd'hui dont les marins instruits fassent usage ; les autres, tels que l'arbastrille & le quartier anglois ont été presque abandonnés, à cause de leur mauvaise construction & du peu de précision qu'on pouvoit attendre des observations auxquelles on les employoit ; et c'est pourquoi nous n'en parlerons pas ».

Il conseillait la méthode des distances – expression que tout le monde comprendra, disait-il – avec trois observateurs pour la distance du Soleil à la Lune, contre un seul pour la distance de la Lune à une étoile. La *Dissertation* de la Coudraye était citée abondamment.

En 1792, après la loi sur la marine de 1791⁶¹, Lassale publiait un nouvel ouvrage⁶² dans lequel le schéma de l'octant était réduit à son seul

⁵⁸ Dulague Vincent-François, 1787, *Principes de navigation*, Rouen, J. Racine, p. 233, § 736.

⁵⁹ *Ibid.*, p. 233.

⁶⁰ De Lassale L., 1787, *Cours d'hydrographie ou de navigation professé à Paris, & mis à la portée de tous les navigateurs*, Paris, Royez (deux tomes dont le second est imprimé à Londres). Citation tome 2, p. 76.

⁶¹ Boistel Guy, 2003, *op. cit.* Voir aussi Taillemite, *op. cit.* sur l'aspect très négatif de cette loi.

⁶² De Lassale L., 1792, *Hydrographie démontrée et appliquée à toutes les parties du pilotage à l'usage des élèves et aspirans de la marine militaire & marchande*, Paris, Belin ; Bordeaux,

principe mais son usage était étudié en détail. Il ne donnait pas de schéma du cercle de Borda, mais une explication en deux pages qui lui permettait de le considérer comme infiniment supérieur aux deux instruments précédents. Pour une description complète et ses avantages (les vérifications sont plus simples, les erreurs se corrigent facilement), il renvoyait au mémoire de Borda de 1787⁶³. Ce mémoire, cité constamment à l'époque, décrivait le cercle répéteur conçu par l'auteur et expliquait la méthode d'usage.

Au début du XIX^e siècle

En 1801, Prudhomme, successeur de Dulague à l'école de Rouen, affirmait que l'ouvrage *Leçons de navigation* était toujours considéré comme le manuel élémentaire pour les écoles de navigation⁶⁴. Dans l'édition de 1801, pour la partie intéressant l'octant, rien n'était changé. Aucune référence au cercle répéteur n'était faite. Il était toujours conseillé d'avoir un octant ordinaire et une bonne montre à secondes. Dans la sixième édition de 1805, il soulignait l'amitié qui unissait Dulague et Lévêque, ce dernier le poussant à améliorer continuellement son ouvrage :

« Je [Prudhomme] ne puis trop louer en effet le zèle avec lequel ce savant, connu lui-même avantageusement par divers ouvrages sur les mathématiques et la navigation, s'est servi de tout l'ascendant qu'une amitié, si rare entre deux hommes de ce mérite, lui donnoit sur M. Dulague, pour le déterminer à travailler de nouveau ses leçons de navigation, et à surmonter les obstacles que son grand âge lui opposoit pour une entreprise si étendue. »⁶⁵

Dans cette édition, Prudhomme ajoutait la méthode pour relever les objets terrestres avec l'octant, le sextant ou avec le cercle de réflexion dans la partie « Cartes marines ou hydrographiques »⁶⁶. Cette méthode disait l'auteur a été donnée par Pingré dans la relation du voyage de *La Flore*, et dans la *Description et usage du cercle de réflexion* de Borda en 1787. L'octant

Bergeret et Chapuis ; chez l'auteur, maison de Madame Veuve Gradis et chez tous les libraires des ports.

⁶³ Borda Jean-Charles de, 1787, *Description et usage du cercle de réflexion avec différentes méthodes pour calculer les observations nautiques*, Paris, Imprimerie Didot l'aîné.

⁶⁴ Dulague Vincent-François, 1801, *Leçons de navigation*, 5^e éd. revue et augmentée par le citoyen Prudhomme, Rouen, J. Racine, an IV, avis de l'éditeur.

⁶⁵ *Ibid.*, 6^e éd., avis de l'éditeur.

⁶⁶ *Ibid.*, 6^e éd., avertissement de l'auteur, et p. 271.

restait donc l'instrument de référence. Aucun schéma du cercle n'était cependant donné.

C'est dans l'édition de 1824, revue par R.J.M. Bloüet, professeur à l'école royale d'hydrographie de Dieppe, qu'apparaît une partie concernant le cercle⁶⁷. Il est dit qu'il était préférable à l'octant et au sextant, qu'il donnait des résultats plus exacts lorsqu'on l'employait à mesurer des distances et des hauteurs non méridiennes. Le même livre présentait encore le quartier de Davis. Ce dernier disparaissait enfin dans l'édition de 1842 revue par V. Bagay, seul l'octant était détaillé avec planche à l'appui, mais le quartier de Davis réapparaissait dans l'édition de 1849⁶⁸. Il n'y avait pas de planche du cercle. Les planches relatives à l'octant étaient identiques à celles de l'édition de 1768. L'ouvrage semble être davantage un manuel d'usage pour l'entraînement aux exercices qu'un manuel d'instruction proprement dit, tant il semble dépassé. Il n'y a quasiment que des exercices.

Le Dulague de 1801 apparaît comme très traditionnel à côté de deux autres ouvrages parus à la même période. Le premier n'est pas un manuel d'enseignement, mais un opuscule de 75 pages dévolu au cercle dont l'auteur, J.B.E. Dubourguet, est un ancien navigateur, professeur de mathématiques au Prytanée français. Il débutait d'emblée avec le mémoire de Borda, sur le cercle répétiteur dans son *Art du calcul astronomique des navigateurs* :

« [Borda] à qui les marins doivent la perfection du meilleur instrument connu pour observer en mer, a satisfait de la manière la plus claire, la plus détaillée, et la plus simple, à la première partie du titre de son ouvrage. Mais les méthodes pour calculer les observations et les démonstrations qu'en donne ce savant m'ont paru susceptibles, pour quelques-unes, de plus de brièveté ; et pour la plupart, de plus d'exactitude... »

L'auteur souhaitait que le lecteur prît le cercle en main pour suivre ses explications. Il choisit de ne pas prendre les nouvelles unités d'angle, et proposait une série d'exercices s'appuyant sur la méthode de Borda⁶⁹.

⁶⁷ *Ibid.*, 9^e éd., revue, corrigée et considérablement augmentée par R.J.L. Bloüet, 1824, Paris, Imprimerie Auguste Delalain, p. 93.

⁶⁸ *Ibid.*, 11^e éd. (sic) revue par V. Bagay, 1842, à Toulon, Bellue ; à Paris, Robiquet, et au dépôt des cartes de la marine ; à Brest et Marseille ; 10^e éd., 1849, à Paris, Dépôt des cartes marines et à Toulon-Marseille, Bellue. Ce qui laisse supposer que cette dernière édition est la réimpression de la 10^e édition de 1832.

⁶⁹ Du Bourguet Jean-Baptiste d'Estienne (dit Dubourguet), 1810, *L'art du calcul astronomique des navigateurs, porté à un plus haut degré d'exactitude que celui auquel il étoit*

Le second ouvrage, publié en 1802, est un traité de navigation de haut niveau par N.C. Duval-Le Roy, « professeur de mathématiques aux écoles de navigation ». Dans ses *Éléments de navigation*, l'octant et le cercle sont les deux instruments dont il donnait l'usage. L'octant et toutes ses améliorations étaient expliqués en détail. Le sextant se rapportant à l'octant, ne nécessitait pas de chapitre spécial. L'auteur se référait aux essais de *La Flore*, à la méthode trigonométrique de Borda, et renvoyait au *Guide du navigateur* de Lévêque. Le cercle dont il donnait deux planches était lui aussi expliqué en détail mais en caractères plus petits⁷⁰. Dans son ensemble, en ce début du XIX^e siècle, le livre de Duval-Le Roy donne une impression de modernité dont est dépourvu l'ouvrage très traditionnel de Dulague. Ce dernier s'adressait à des débutants, le précédent à des officiers déjà aguerris et possédant une solide formation mathématique.

Conclusion

En résumé, des événements repérables dans le champ public, tels que les lois, les innovations, les progrès scientifiques, entraînent une modification de l'enseignement théorique et instrumental donné aux marins, créant l'opportunité de publications adaptées. Ainsi les ordonnances de Colbert, de Choiseul et de Castries, marquent les bornes les plus importantes. L'innovation technique, ici l'octant, ne se diffuse largement que lorsque le progrès scientifique s'y joint et en révèle la parfaite adaptation à son application (ici, les tables de la Lune et la méthode des distances lunaires – imaginée depuis très longtemps sans pouvoir être appliquée). Les tests officiels mettent définitivement les nouveautés dans le champ public. La réforme de l'enseignement s'impose alors et les acteurs de cette réforme (ceux qui la font et ceux qui l'appliquent) publient.

Dans les années 1750, l'instrument ne sert qu'à relever la hauteur d'un astre, en remplaçant avantageusement les instruments en place que sont l'arbalestrille et le quartier de Davis. Il n'a qu'un rôle de substitution. Si quelques officiers l'utilisent pour la longitude, ils sont très peu nombreux. La publication en 1751 de l'opuscule de Mannevillette par Bory, avec

parvenu, quoique souvent simplifié, et démontré de manière à être fort aisément compris par tous ceux qui ont quelques notions des mathématiques et de l'astronomie, Paris, Imprimerie Didot l'Aîné, an X-180, avant-propos. Il a également publié un *Traité de navigation* en 1808, non consulté ici.

⁷⁰ Duval-le-Roy Nicolas-Claude, 1802, *Éléments de navigation*, Brest, R. Malassis fils ; à Paris, Louis, an X-1802, Cercle, p. 179-196.

l'approbation de l'Académie royale des sciences, n'aura qu'une diffusion limitée. Il n'est pas cité dans les ouvrages ultérieurs. Bouguer lui-même, qui a été un des commissaires avec Duhamel du Monceau pour cette publication, ne semble pas le citer dans son traité de navigation, paru deux ans après.

Dans les années 1760, son usage se trouve lié à la diffusion de la méthode des distances. La publication du récit de l'expédition de *La Flore* (1773), le *Guide* de Lévêque (1779) vont donc devenir les textes spécialisés de référence. Le *Nautical almanac* et la *Connaissance des temps* augmentés d'annexes utiles en ce sens, favorisent aussi cette diffusion.

Après la réforme Castries, Borda publie sa description du cercle (1787), et à partir de cette époque, son usage détaillé apparaît dans un certain nombre d'ouvrages français. On observe donc la même évolution qu'avec l'octant, le plus long écart de temps serait dû à la période révolutionnaire peu propice à la publication. Mais l'enthousiasme se heurte à la pratique quotidienne. Le cercle reste cher, donc rare, et ne s'impose pas. Il disparaît peu à peu des manuels, ou se réduit à une simple citation. Il nous semblerait intéressant de procéder à ce type d'analyse pour les manuels du XVI^e et XVII^e siècle avec l'usage de l'arbalestrille et du quartier de Davis, et pour la première partie du XIX^e siècle avec la fréquence croissante des garde-temps à bord.

Dans les ouvrages, la part faite aux instruments évolue en général lentement, et s'accorde davantage avec la pratique qu'avec les innovations, ce qui est assez traditionnel dans l'enseignement. L'arbalestrille est présente, longtemps après qu'elle eut disparu de l'usage, le quartier de Davis survit encore longtemps, témoin d'une pratique maritime devenue très routinière. L'octant, nouvel instrument d'abord pour mesurer les hauteurs comme ceux qui le précèdent, ne les supplante que difficilement pour cet usage. C'est lorsque la méthode des distances lunaires se répand, et que l'octant s'avère l'instrument idéal pour cette méthode que son enseignement et son usage se généralisent. Mais la méthode requiert une connaissance des mathématiques que tous ne pouvaient acquérir. Le capitaine et les officiers seront bientôt les seuls à pouvoir faire le point, le pilote est maintenant dessaisi de ce qui était de ses prérogatives selon l'ordonnance de 1681, et qui lui conférerait un statut social particulier. Ne lui restaient effectivement accessibles que les instruments à prendre hauteur pour déterminer sa latitude (d'où l'usage pérenne si tardif du quartier de Davis), il ne peut pour sa part qu'en rester à l'estime pour la longitude. À la fin du XVIII^e siècle, beaucoup de capitaines en sont encore là, et plusieurs savants ou officiers éclairés signaleront cette lacune de formation. Même dans des mers difficiles comme l'Océan Indien, certains continuent à relever la position par la

boussole assez tardivement dans le siècle. Le cercle, qui reste un instrument sophistiqué est réservé à une élite, ne concerne pas le commun des officiers de marine.

Chaque réforme induit donc un pic de publication d'ouvrages spécialisés, ici l'octant dans les années 1760, la méthode de Borda à la fin des années 1770 et durant les années 1780, le cercle au début du XIX^e siècle, et dans quelques ouvrages seulement, voire sous forme de publication spécifique, un peu comme celle de Lévêque pour l'octant en 1779. L'historiographie maritime sur les instruments de navigation se réfère toujours aux études d'Esprit Pézenas de 1755 et de Magellan de 1775 sur les octants⁷¹. Or aucun des manuels consultés ne les cite. D'autres instruments à réflexion ont été proposés, par exemple celui de Caleb Smith. Ils sont rarement cités dans les manuels, le seul instrument reconnu vraiment utile par sa simplicité et sa facilité d'usage restait l'octant de Hadley⁷².

Guy Boistel souligne bien les différents types d'ouvrages, destinés à différents publics⁷³. Pour la formation initiale du marin, un exposé le plus didactique possible, avec une méthode facilement accessible par la répétition et l'entraînement était nécessaire. Ce que les *Leçons* de Dulague ont permis à la fin du XVIII^e siècle, d'où en partie la pérennité de l'ouvrage. Ceux qui voulaient compléter leur formation passaient aux ouvrages plus spécialisés dont le *Guide* de Lévêque, la *Description du cercle* de Borda qui clôt la période ici étudiée, ou aux traités plus sophistiqués dont nous avons parlé.

Cette étude qui se limite à un aspect étroit de l'enseignement de l'art de naviguer au XVIII^e siècle confirme l'impression donnée par les collections d'instruments. Les navigateurs utiliseront l'octant très longtemps et

⁷¹ Pézenas Esprit (s.j.), 1755, *op. cit.* ; Magellan Jean-Hyacinthe, 1775, *Description des octants et sextants anglois, ou quarts de cercle à reflection, avec la manière de se servir de ces instruments, pour prendre toutes sortes de distances angulaires, tant sur mer que sur terre. Précédée d'un mémoire sur une nouvelle construction de ces instruments ; et suivie d'un appendix, contenant la description & les avantages d'un double-sextant nouveau*, Paris, Valade ; Londres, Elmsley. Voir Fauque Danielle, 2005, «The introduction of the octant in eighteenth-century France», R Emmelt Daalder, Frits Looimeijer, & Diederick Wildeman, *Koersvast : Vijf eeuwen navigatie op zee* (Aprilis, Zaltbommel), p. 95-104, notes 267-268, et « French work on longitude methods in the mid-Eighteenth-Century France », Richard Dunn et al., à paraître in actes du 24th International Congress of History of Science, Technology and Medicine (24th ICHSTM), Manchester, 21-28 juillet 2013.

⁷² Fauque, 2008, *op. cit.*

⁷³ Boistel, 2004, *op. cit.*

cet instrument est très répandu. Le sextant lui succèdera peu à peu au fur et à mesure que son prix le rendra plus accessible. L'utilisation du cercle reste rare pour les mesures de détermination de la position du navire à la mer.

Il ne sera utilisé que pour le relevé hydrographique des côtes et non pour établir le point ; on le trouvera donc plutôt dans la trousse à outils des astronomes et des géodésiens plutôt que dans celle des marins dans l'exercice de leur quotidien⁷⁴.

⁷⁴ Il a été brillamment utilisé lors de la jonction des observatoires de Paris et de Greenwich en 1787. Voir Martin Jean-Pierre et McConnell Anita, « Joining the observatories of Paris and Greenwich », *Notes & Records of the Royal Society*, volume 62/4, décembre 2008, p. 365-372.