

## Boussoles, variation et longitude au XVIII<sup>e</sup> siècle

«Des mariniers, les uns sont si ignorants qu'ils se persuadent que leur boussole regarde toujours le nord, d'autres si paresseux qu'ils ne réforment leur boussole qu'à veue d'œil. D'où il s'ensuit qu'il est impossible qu'ils ne se trompent grandement en leur route. [...]. Puisqu'il est vray qu'il n'y a rien de plus inconstant que l'aymant et qu'il change d'an en an, il vous importe peu de sçavoir que l'aiguille d'un tel capitaine déclinait de tant en ce méridien ou en ce parallèle, veu que c'est vostre aiguille qui règle vostre route et non la leur. Et partant c'est la déclinaison de vostre aiguille dont vous devez vous mettre en peine et vous persuader que jamais vostre route ne sera certaine ny en conséquence vostre estime vraye jusques à ce que vous ayez apporté toute la diligence possible à connoistre la déclinaison de vostre aiguille<sup>1</sup>.»

L'utilisation de la boussole et l'observation de la variation sont des paramètres importants de la navigation à l'estime, puisqu'elles contribuent à fixer le cap du navire. La variation était donc notée scrupuleusement et de manière visible dans les journaux de bord. Par ailleurs, les savants et, *a fortiori*, les marins ont fondé dès le XVI<sup>e</sup> siècle de grands espoirs sur la variation pour déterminer la longitude d'un navire en mer. Enfin, le phénomène du géomagnétisme est très difficile à comprendre. Dès le XVI<sup>e</sup> siècle donc, il a suscité de nombreuses recherches et continue aujourd'hui malgré le GPS. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, l'Académie royale des sciences de Paris l'a inscrit plusieurs fois comme sujet de ses prix, les plus grands

<sup>1</sup> FOURNIER, Georges, s. j., *Hydrographie contenant la théorie et la pratique de toutes les parties de la navigation*, Paris, J. Dupuis, 1667, p. 555.

savants (en particulier Edmund Halley, Daniel Bernouilli, Leonhard Euler, Pierre-Charles Lemonnier...) ont proposé des théories ; Bernouilli a fait les premiers calculs d'erreur<sup>2</sup>.

Cet article n'abordera pas les aspects théoriques, largement étudiés par les historiens des sciences, notamment Mme Patricia Radelet de Grave<sup>3</sup>, mais la collaboration, au XVIII<sup>e</sup> siècle, entre les académies qui théorisaient, et les marins, en particulier ceux de la Compagnie des Indes, qui faisaient des essais pratiques. En effet, les recherches pour améliorer la fabrication des instruments et tenter de réformer les nombreuses dérives de son utilisation, dont certaines sont pointées par le P. Fournier, bénéficièrent du contexte favorable des Lumières, du changement des mentalités, de l'esprit de collaboration scientifique internationale et du progrès général des sciences et techniques. L'utilisation de la boussole se trouva au centre des efforts d'officiers et de quelques savants souhaitant faire évoluer les usages routiniers de la majorité des marins qui s'accrochaient à leurs pratiques traditionnelles. Elle est aussi emblématique de cette relation qui s'instaura entre des savants ou les académies qui élaboraient des théories ou des instruments, et des marins qui faisaient les essais pratiques en mer. Le problème n'est pas strictement breton, mais l'importance des ports, la présence de l'Académie de marine à Brest et de la Compagnie des Indes à Lorient font que cette question a occupé de nombreux Bretons. Pendant la longue période de paix s'étendant du traité d'Utrecht en 1713 aux débuts de la guerre de Succession d'Autriche en 1742, les navires de la Compagnie des Indes naviguaient plus que ceux du roi, conduits par des officiers et pilotes qualifiés. La longueur des campagnes – pas moins d'un an – était en outre propice aux expériences<sup>4</sup>. Enfin, la conservation exceptionnelle de correspondances, celle de l'Académie de marine<sup>5</sup> et, surtout, celle entre

<sup>2</sup> RADELET DE GRAVE, Patricia, «Les mathématiques au secours d'une résolution magnétique de la longitude», dans JULLIEN, Vincent, dir., *Le calcul des longitudes, un enjeu pour les mathématiques, l'astronomie, la mesure du temps et la navigation*, Rennes, PUR, 2002, p. 203-204.

<sup>3</sup> RADELET DE GRAVE, Patricia, *Les lignes magnétiques du XIII<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle*, Paris, CNRS, 1981, 133 p.

<sup>4</sup> VERGÉ-FRANCESCHI, Michel, *La marine française au XVIII<sup>e</sup> siècle : guerres, administration et explorations*, Paris, CEDES, 1996, p. 110-113.

<sup>5</sup> Née de réunions pour rédiger un dictionnaire de marine à Brest, chez un capitaine de vaisseau, Sébastien-François Bigot de Morogues, à partir de 1749, l'Académie de marine obtint un règlement le 30 juillet 1752. Ayant pour objet d'étudier tous les aspects de la marine, en alliant théorie et pratique, elle était composée de 75 académiciens : des marins, mais aussi des astronomes, de l'inspecteur de la Marine Duhamel du Monceau, du constructeur Groignard, du peintre Ozanne, de Frézier, etc. Recruee avec 60 académiciens en avril 1769, les objectifs de l'Académie de marine ne changèrent guère, si ce n'est peut-être que son rôle de vulgarisation de tout ce qui pouvait être utile à l'amélioration de la sûreté de la navigation fut renforcé, comme en témoigne son idéogramme : un vaisseau voguant à toutes voiles, et sa légende : *Per Hanc Prosunt Omnibus Artes (Par elle les arts profitent à tous)*. HENWOOD, Philippe, «L'Académie de marine au XVIII<sup>e</sup> siècle», dans *La Mer au siècle des Encyclopédies*, actes recueillis et présentés par Jean Balcou, Paris-Genève, Champion-Slatkine, 1984, p. 125-134.

Lemonnier<sup>6</sup> et d'Après de Manneville<sup>7</sup> permet d'apporter un éclairage supplémentaire sur ce sujet.

Les compas magnétiques sont soumis à plusieurs champs de forces. Le premier est le champ magnétique terrestre qui est causé par le mouvement du noyau liquide de la terre, très riche en fer et en nickel. Très conducteur, c'est l'équivalent d'une dynamo autoexcitatrice générant un champ magnétique. Les pôles magnétiques se déplacent lentement autour d'un axe qui ne passe pas par le centre de la terre et qui forme par rapport à l'axe de rotation de la terre, un angle évolutif ne dépassant pas 12°. Les méridiens et pôles magnétiques ne coïncident pas avec les méridiens et pôles géographiques. L'angle entre les méridiens est appelé déclinaison magnétique. Le second champ de forces est causé par l'environnement ferreux et électrique du navire. Appelé déviation, il est propre à chaque bâtiment et varie en fonction du cap. La variation du compas est donc la combinaison de la déclinaison magnétique et de la déviation du compas. Cependant jusqu'aux expériences de Matthew Flinders en 1801-1803 et de Simon Poisson de 1815 à 1840, cette dernière était pratiquement inconnue, alors que la déclinaison avait été reconnue par Christophe Colomb. Mais elle était nommée «variation», terme introduit par Pedro de Medina en 1552 et utilisé jusque dans les années 1770-1780 malgré son ambiguïté<sup>8</sup>. Charles-Pierre Claret de Fleurieu est un des premiers à utiliser le terme «déclinaison» en 1773<sup>9</sup>.

<sup>6</sup> Pierre-Charles Lemonnier (1715-1799), entré à l'Académie des sciences en 1736, participa à l'expédition de Maupertuis et Clairaut en Laponie. Il s'intéressa à toutes sortes d'observations d'astres, publia une carte du Zodiaque, introduisit en France en 1741 l'instrument des passages. Lié aux astronomes anglais, il introduisit en France leurs méthodes.

<sup>7</sup> Jean-Baptiste d'Après de Manneville (1707-1780), entré au service de la Compagnie des Indes en 1726, il y fit une carrière classique avec neuf voyages en Afrique et en Asie, mais avec la particularité d'avoir commencé une collection de cartes et d'instructions de navigation dès 1733. Auteur du *Neptune oriental*, il effectua des tests d'instruments dans l'océan Indien, par exemple l'octant ou le loch de Pitot, ainsi que de nouvelles méthodes, en particulier celle dite des distances lunaires pour déterminer la longitude en mer, avec l'abbé de Lacaille. En 1762, à sa retraite, il fut nommé garde du dépôt des cartes et journaux que la Compagnie des Indes créa alors à Lorient. Il conserva la garde de ce dépôt, même après la fin du monopole de la Compagnie en 1770. Les collections furent incorporées à celles du Dépôt des cartes et journaux de la Marine à Paris à sa mort. Il put ainsi publier le premier atlas de navigation français dans l'océan Indien et la mer de Chine, le *Neptune oriental* en 1745, avec des suppléments et une seconde édition en 1775.

<sup>8</sup> BELLEC, François, «Les hypothèses de João de Lisboa. Déviation magnétique et fausses pistes», dans JULLIEN, Vincent, dir., *Le calcul des longitudes, un enjeu pour les mathématiques, l'astronomie, la mesure du temps et la navigation*, Rennes, PUR, 2002, p. 37-59 (p. 40-41).

<sup>9</sup> CLARET DE FLEURIEU, Charles-Pierre, *Voyage fait par ordre du roi en 1768 et 1769 à différentes parties du monde, pour éprouver en mer les horloges marines inventées par M. Ferdinand Berthoud*, Paris, Imprimerie royale, 1773, p. 685.

Un compas est aussi soumis à un autre champ de force, l'inclinaison, définie par Georg Hartmann en 1544 et William Borough en 1581. Dès que l'aiguille en équilibre sur un pivot est aimantée, elle perd son niveau. L'inclinaison varie selon la position du méridien magnétique et les différents lieux sur terre : elle est nulle sur l'équateur magnétique et très forte vers les pôles («boussoles folles»). Aujourd'hui, l'on tient compte aussi de l'intensité magnétique, phénomène dont certains astronomes et physiciens<sup>9</sup> commencèrent à percevoir l'importance à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle.

Les compas étaient fournis par la Marine royale ou par la Compagnie des Indes. Dans les années 1760, les vaisseaux du roi étaient en moyenne équipés de douze compas de route, deux compas de variation, un compas renversé et deux volets, une frégate, de huit compas de route, deux de variation, un compas renversé, deux volets<sup>10</sup>, tandis que ceux de la Compagnie des Indes étaient en moyenne dotés de deux à quatre compas de route et de trois compas de variation<sup>11</sup>. La Compagnie des Indes utilisait surtout des compas à boîtiers en bois, moins chers que ceux en cuivre jusque dans les années 1760<sup>12</sup>. En 1768, un compas de variation au boîtier en cuivre coûtait quarante-deux livres, un compas de route en cuivre, vingt-quatre livres, alors que celui en bois n'était qu'à huit livres<sup>13</sup>. Les officiers pouvaient évidemment embarquer leurs instruments personnels.

## Boîtiers et aiguilles

Tout au long du XVIII<sup>e</sup> siècle, savants et marins tentèrent d'améliorer les compas : les propositions envoyées au secrétaire d'État de la Marine étaient bien sûr accompagnées d'une demande de gratification ou de pension. Le secrétaire d'État demandait l'avis de l'Académie des sciences, qui souvent renvoyait la proposition sans y donner suite. Tel fut le cas de Quereineuf, avocat à Quimper en 1734 qui se recommandait de Coubart, professeur d'hydrographie, et du père Lebrun, professeur royal de mathématiques à Brest<sup>14</sup>. Cependant, lorsque les mémoires étaient suffisamment

<sup>10</sup> Arch. nat., Mar G 94, f. 199. *État des compas qu'il est d'usage de fournir aux vaisseaux du Roy*, 11 juillet 1760.

<sup>11</sup> La boussole de marine est plutôt qualifiée de compas : compas de route servant à déterminer le cap du navire, compas de variation pour déterminer la déclinaison, en général au lever ou au coucher du soleil, et compas de relèvement ou azimutal permettant de relever des objets à distance, notamment les angles au large des terres. RANDIER, Jean, *L'instrument de marine*, Paris, Arthaud, 1978. 219 p.

<sup>12</sup> Arch. du port de Lorient, 1 P 187b, 211, 226. Rôles d'armements de divers vaisseaux de la Compagnie des Indes, 1747-1748, 1768.

<sup>13</sup> Arch. du port de Lorient, 1 P 226. Rôle d'armement du *Marquis-de-Castries*, 1768.

<sup>14</sup> Arch. nat., Mar G 94 f. 42-44.

pertinents, des essais étaient faits dans les ports ou en mer : ainsi, les boussoles d'inclinaison et de déclinaison et le plan pour trouver l'équateur et les pôles magnétiques de Jean-Philippe Lacroix, ancien écrivain des galères, dans les années 1740, ou l'instrument de Jean-Baptiste Degaulle, professeur d'hydrographie au Havre en 1777<sup>15</sup>.

Dans la seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle, des boîtiers en cuivre furent peu à peu substitués au bois, mais ces boussoles étaient faussées à cause de l'utilisation du laiton, un alliage de cuivre et de zinc quelque peu ferrugineux. Dès 1769, l'Académie de marine s'en préoccupa. La Motte-Baracé et La Porte furent chargés en octobre de faire diverses expériences sur le cuivre jaune ou laiton et le cuivre rouge. Ils conclurent qu'il valait mieux utiliser ce dernier, car il contient moins de fer. La Motte-Baracé examina aussi les pratiques du maître cadranier du port qui fabriquait des aiguilles trop épaisses et manquait d'outils adéquats pour les aimanter correctement<sup>16</sup>. À la séance suivante, du 7 décembre, l'Académie chargea Étienne-Nicolas Blondeau de continuer les expériences et de contrôler le travail du maître cadranier<sup>17</sup>. Le 30 décembre, elle envoya une lettre circulaire à tous ses membres, demandant leur avis sur l'emploi du cuivre rouge<sup>18</sup>. Parmi les réactions, d'Après de Manneville signala que le fabricant de compas de Lorient, Retail, avait déjà remarqué cela vers 1765 et n'utilisait plus de laiton, mais qu'il n'avait pas pu pousser ses recherches plus loin<sup>19</sup>.

Les recherches de Blondeau, entre 1770 et 1774, s'inscrivaient pleinement dans l'esprit de l'Académie de marine et témoignent des nombreuses interrogations que suscitait le phénomène du géomagnétisme. L'académicien s'intéressa autant à la fabrication des boussoles qu'à des problèmes liés à leur utilisation : fabrication des compas de variation, utilisation du cuivre rouge, forme des aiguilles, suspension, attraction magnétique, interactions avec l'électricité, etc. S'il abordait des questions théoriques – quelques mémoires restés à l'état de brouillon ne sont connus que par des mentions dans les plunitifs des séances –, il s'intéressa surtout aux aspects pratiques visant à améliorer la sécurité de la navigation. L'aboutissement de ses recherches se trouvent d'ailleurs dans l'*Encyclopédie méthodique*.

En 1773, l'Académie de marine proposa d'ouvrir un atelier de fabrication de boussoles pour la Marine royale, car elle n'avait pas pu obtenir

<sup>15</sup> Arch. nat., Mar G 91 f. 10-41 et Mar G 99 f. 32-73.

<sup>16</sup> Service historique de la Défense, Département Marine (SHM), Ms 66, p. 39-42. Mémoire lu par le chevalier de la Motte-Baracé à la séance du 1<sup>er</sup> décembre 1769.

<sup>17</sup> *Ibid.* p. 43.

<sup>18</sup> SHM, Ms 91, p. 10. Copie de la lettre circulaire, Brest, 30 décembre 1770.

<sup>19</sup> SHM, Ms 89, p. 58-61. Copie d'une lettre de d'Après de Manneville à l'Académie de Marine, Hennebont, 12 février 1771.

l'autorisation de contrôler le travail des artisans brestois. Le 21 janvier 1774, elle reçut l'accord du secrétaire d'État de la Marine, le comte de Boynes. Elle demanda à avoir un stock de boussoles et lança des études sur un alliage de cuivre rouge et d'étain pour renforcer le premier, trop souple. En 1775, elle engagea des négociations avec la manufacture d'Essone à Ormoy pour fabriquer des plaques d'alliage de cuivre rouge et d'étain, mais cette manufacture déclina le marché pour des raisons techniques (les laminoirs étaient très petits) et économiques. L'Académie proposa de mouler les cercles et points de suspension et d'utiliser des feuilles de cuivre rouge simple pour les parties les moins fragiles. En 1776, les prémices de la guerre d'Amérique induisant un grand besoin en boussoles pour les navires des escadres, le mouvement s'accéléra. L'Académie passa un marché avec un fournisseur brestois pour les plaques de cuivre et, faute de réponse ministérielle à ses demandes, décida d'engager elle-même les dépenses pour acheter le matériel de fabrication. Le 9 janvier 1777, elle nomma Marguerie directeur de l'atelier et, après avoir testé un opticien de Brest, Mercier, elle l'engagea comme ingénieur. L'atelier, la «cadrannerie» de Brest, fonctionna donc à partir de 1777, aux frais de l'Académie de marine essentiellement. En 1779, elle obtint l'autorisation de faire graver les roses au Dépôt des cartes et journaux de la Marine à Paris<sup>20</sup>.

En 1775, Pierre-Charles Lemonnier fit construire par Magny une boussole munie d'une lunette, qu'il présenta à l'Académie royale des sciences<sup>21</sup>. Trouvant les aiguilles danoises trop lourdes, Lemonnier en avait essayé de plus légères, équilibrées par des petites languettes aux extrémités. En décembre 1776, il en expédia une à d'Après de Manneville pour que celui-ci la vérifie et la fasse embarquer à bord d'un navire pour les Indes. Un de ses neveux devait la tester pendant une traversée jusqu'à Canton et à l'île de l'Ascension au retour, mais son navire leva l'ancre trop tôt. En février 1777, Lemonnier demandait que Julien Crozet puisse l'embarquer pour faire des mesures au Bengale et attendit son retour, en mai 1778, avec beaucoup d'impatience et d'espairs. Il s'intéressa ensuite à la boussole mise au point par Degaulle<sup>22</sup>.

Au printemps 1777, en effet, Jean-Baptiste Degaulle, professeur d'hydrographie au Havre, présenta à l'Académie royale des sciences un com-

<sup>20</sup> DONEAUD DU PLAN, Alfred, *Histoire de l'Académie de marine*, Paris, Berger-Levrault, 1878. Extraits de la *Revue maritime et coloniale*, pagination multiple. Cette étude représente une bonne synthèse des archives de l'Académie de marine, plunitifs des séances, correspondance et mémoires, qui sont conservées au Service historique de la Défense, département Marine à Vincennes.

<sup>21</sup> LEMONNIER, Pierre-Charles, «Construction de la boussole dont on a commencé à se servir en août 1777», *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, 1781, p. 66-68.

<sup>22</sup> Arch. nat., Mar 3 JJ341. Correspondance entre Lemonnier et d'Après de Manneville.

pas azimutal qui devait permettre de mesurer la hauteur et l'amplitude du soleil à n'importe quelle heure du jour, innovation que saluèrent les trois commissaires de l'académie, Pierre-Charles Lemonnier, Étienne Bezout et Gabriel de Bory<sup>23</sup>. En effet, en 1747, Pierre Lemaire, sous la direction d'Henri-Louis Duhamel du Monceau, avait muni un compas de variation de deux miroirs plans parallèles, ce qui permettait déjà à un seul observateur de réaliser l'observation en une seule opération<sup>24</sup>, mais seulement au lever et au coucher du soleil. Cependant, Degaulle voulut encore améliorer son instrument pour permettre de faire l'observation à toute heure du jour par une seule personne et même par temps couvert. Il présenta donc une nouvelle machine en 1779. Comme les boussoles ordinaires, elle était composée de deux boîtes, mais le balancier était renforcé et la grande boîte, plus lourdement lestée de plomb, était montée sur un pivot, ce qui permettait à l'observateur de mouvoir la machine pour conserver son axe d'observation malgré les mouvements du navire. Cette boussole était munie de pinules et de miroirs parallèles pour observer par réflexion. L'aiguille en acier trempé très fin était montée sur une chape d'agate posée sur un pivot d'acier. Degaulle y ajouta tout un mécanisme formé d'un horizon artificiel et d'un quart de cercle muni d'une alidade, fort semblable à l'octant. Un observateur devait pouvoir ainsi non seulement observer la variation à toute heure du jour et même par temps couvert, mais aussi mesurer la latitude par une hauteur méridienne du soleil<sup>25</sup>.

La première boussole fut présentée à l'Académie royale des sciences en juillet 1777. Marguery demanda l'envoi d'un exemplaire à l'Académie de marine le 29 août, puisque le mémoire examiné semblait intéressant. En septembre 1778, Degaulle fit des tests en mer au Havre et fin décembre, il s'apprêtait à porter un exemplaire du nouvel instrument à l'Académie royale des sciences à Paris. En effet, il semblait craindre des contrefaçons et hésitait à envoyer des modèles à Paris et, surtout, à Brest pour examen. En février 1779, Dumaitz de Goimpy et Briqueville examinèrent la boussole à la demande de Sartines. En septembre 1780, Degaulle demandait au secrétaire d'État de nouveaux tests sur les vaisseaux du roi<sup>26</sup>. Blondeau et

<sup>23</sup> Arch. nat., Mar 3 JJ 99, f. 42. Extrait des registres de l'Académie royale des sciences, 19 juillet 1777.

<sup>24</sup> «Machines et inventions approuvées par l'Académie en M. DCCXLVII», *Histoire de l'Académie royale des sciences*, 1747, p. 126.

<sup>25</sup> DEGAULLE, Jean-Baptiste, *Construction et usage d'un nouveau compas azimutal à réflexion, qui réunit au double avantage de l'octant et de la boussole, celui de servir à déterminer en mer, ainsi qu'à terre, à tous les instans du jour, la hauteur du soleil avec précision, sans le secours de l'horison, et dont l'usage ne demande qu'un seul observateur ; avantage précieux, dont tout marin instruit doit sentir l'utilité*, Le Havre, P. J. D. G. Faure, 1779, p. 7-13.

<sup>26</sup> Arch. nat., Mar G 99 f. 32-73. Correspondance au sujet des boussoles de Degaulle, 1777-1780.

Fortin avaient testé la première version de la boussole pour l'Académie de Marine, mais la guerre d'Indépendance américaine perturba la suite des essais. Lemonnier chargea d'Après de Manneville de faire embarquer la boussole à bord d'un navire en partance pour les Indes ou la Chine<sup>27</sup>. Il semble que l'instrument de Degaulle se révéla finalement d'un usage trop compliqué, puisque les sextants, apparus à peu près à la même époque, étaient beaucoup plus adaptés pour observer des hauteurs que le quart de cercle accroché au compas.

L'aiguille est la partie la plus compliquée à fabriquer dans une boussole. L'aimanter ou la «toucher» était une opération très délicate. Les traités de navigation insistaient sur le fait que le maître-cadranier devait faire pointer l'aiguille vers la fleur de lys et non tenir compte de la déclinaison magnétique sous peine de fausser l'instrument<sup>28</sup>. Quelques noms de fabricants sont cités dans les journaux de bord, probablement pour affirmer la bonne qualité du compas. Il y avait à bord de ce vaisseau deux à cinq compas, qui différaient tous entre eux, pour une cause mal connue. La différence était parfois attribuée à une particularité de fabrication, certains l'ayant été à Port-Louis, d'autres à Nantes<sup>29</sup>. En fait, ces marins étaient probablement confrontés au problème de la déviation, qu'ils ne comprenaient pas. En effet, la pratique usuelle voulait que deux compas de route soient placés dans l'habitacle, de façon à ce que le pilote en ait toujours un sous les yeux lorsqu'il virait de bord<sup>30</sup>. Lorsque les compas différaient trop entre eux, il était habituel de prendre une moyenne entre toutes les observations. Du fait, semble-t-il, de l'amélioration de la qualité des aiguilles,

<sup>27</sup> Arch. nat., Mar 3 JJ 341. Correspondance de Lemonnier à d'Après de Manneville.

<sup>28</sup> TOULOUSE, Sarah, *L'Art de naviguer : hydrographie et cartographie en Normandie, 1500-1650*, thèse pour le diplôme d'archiviste-paléographe, Paris, 1994, p. 241.

<sup>29</sup> «Le jeudy au matin, variation observée par l'amplitude avec quatre compas. Sur le mien dont la roze est touchée de la pierre d'un nommé Denis Colonge du Port-Louis, que j'ay marqué sur le présent journal toujours le premier sur toutes les observations que nous avons faites cy-devant, ce que je continueray tout le voyage, les autres roze de compas sont aussy touchez de la mesme pierre. J'ay trouvé sur le mien qui est fasson de Hollande, 8 deg. 50 min., sur un autre compas fasson de France de moyenne grandeur, 9 deg. 20 min. et dessus deux autres grands compas fasson d'Angleterre à bouette de cuivre, 9 deg. 44 min et 10 deg. 8 m. Moyenne différence desdists compas 9 deg. 15 m. de variation du costé du nord-ouest.» Arch. nat., Mar 4 JJ 111 pièce 2. Journal de bord du capitaine Guillaume de la Houssaye sur l'*Étoile d'Orient*, à destination des Indes orientales, 1698.

<sup>30</sup> «On est dans l'usage pour la facilité de gouverner à la barre sur les deux bords, de mettre deux boussoles nommées compas de route dans l'habitacle de chaque vaisseau. Comme ces habitacles ne sont jamais d'une très grande étendue, même dans les plus grands bâtiments, la distance des centres de ces boussoles est toujours plus petite que celle à laquelle s'étend dans beaucoup de circonstances, la sphère d'activité des corps magnétiques». BLONDEAU, Étienne-Nicolas, «Mémoire sur l'effet de deux aiguilles aimantées, l'une sur l'autre, lorsque, librement suspendues, elles se trouvent dans leur sphère d'activité réciproque, à peu près dans le même plan horizontal», *Mémoires de l'Académie royale de marine*, Brest, 1773, p. 401.



en particulier leur force magnétique, ce problème devint plus prégnant dans la seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle.

Ce ne sont pas des aimants naturels qui sont utilisés dans les compas, mais des barres d'acier aimantées. Tout au long du XVIII<sup>e</sup> siècle, il y eut des recherches pour en améliorer la forme et la force, ainsi que la suspension et, peu à peu, le problème de l'inclinaison fut pris en compte. Cela induisit aussi des expériences et des réflexions sur le phénomène de la déviation, en particulier par Henri-Louis Duhamel du Monceau et d'Après de Manneville dans les années 1740. Le premier, membre de l'Académie royale des sciences et inspecteur de la Marine, fit diverses expériences sur les boussoles avec Pierre Lemaire, le fabricant d'instruments attiré de l'Académie royale des sciences. Suite à des envois de barreaux de fer aimantés d'Angleterre, ils procédèrent à divers essais, qui les conduisirent à préconiser l'emploi d'aimants artificiels – des barreaux d'acier magnétisés selon un procédé analogue à celui de l'Anglais Gowin Knight<sup>31</sup> – et d'un acier de bonne qualité pour fabriquer des aiguilles fines de forme parallélépipédique<sup>32</sup>. Mais les aiguilles ainsi fabriquées étaient si puissantes que les compas se déviaient mutuellement même à la distance de 18 pieds. Les pilotes de la Marine royale refusèrent donc de les utiliser<sup>33</sup>.

Parallèlement, d'Après de Manneville fit des expériences, en 1747, pour relever un clocher en pleine campagne avec deux compas de bonne qualité : il dut éloigner les compas de douze pieds pour éviter toute interaction. Il supprima dès lors le second compas de route sur les vaisseaux qu'il commanda, mais son initiative n'eut de suite qu'en 1771 lorsqu'il la

<sup>31</sup> Gowin Knight (1713-1772) inventa vers 1740 un procédé d'aimantation durable de barres d'acier et mit au point des aiguilles de compas qu'il vendit à la marine britannique. Bien qu'il tentât de conserver son secret de fabrication, celui-ci fut publié dans les *Philosophical transactions* de 1744 et 1749. Ses compas furent utilisés durablement par la marine anglaise.

<sup>32</sup> DUHAMEL DU MONCEAU, Henri-Louis, «Façon singulière d'aimanter un barreau d'acier, au moyen duquel on lui a communiqué une force magnétique, quelquefois triple de celle qu'il auroit si on l'eût aimanté à l'ordinaire», *Histoire et Mémoires de l'Académie royale des sciences*, 1745, p. 1-3, 181-193.

<sup>33</sup> SHM, Ms 89, p. 71, Copie d'une lettre de Duhamel du Monceau à l'Académie de marine, Paris, 17 juin 1771 ; et Ms 89, p. 92, Copie d'une lettre de Duhamel du Monceau à l'Académie de marine, s. d. «Ayant trouvé le moyen de communiquer une grande force magnétique à l'acier, dont M. Neit, Anglois, faisoit un mystère, j'ai fait des barreaux d'acier qui avoient une grande force magnétique et des éguilles si sensible [*sic*] et si mobiles, qu'à dix-huit pieds de distance, la boussole changeoit de pôle quand je tournois le barreau. Je fis faire des éguilles de boussoles à bout, par un armurier qui étoit fort adroit. Elles étoient très sensibles, mais on dit qu'elles ne pouvoient pas être mise dans l'habitacle, parceque les deux boussoles se dérangeroient mutuellement. Je répondis qu'il n'y avoit qu'à en retrancher une, mais l'usage étoit d'en mettre deux. Ma proposition fut rejetée. Je revins à Paris et il n'en fut plus question. Il est tout naturel que la décision de l'Académie produise un meilleur effet que mon sentiment particulier.»

signala à l'Académie de marine<sup>34</sup>. En mai, Blondeau, Trouillet et Saulx-Rosnevet furent chargés de répéter ces expériences. Ils utilisèrent des compas de moyenne qualité, tels ceux effectivement en usage sur les vaisseaux. Ils constatèrent des différences de pointage des aiguilles lorsque les compas étaient proches et que leurs centres n'étaient pas alignés. Les plus fortes erreurs pouvaient donc survenir, lorsque le navire mettait le cap au sud-est, nord-ouest, sud-ouest et nord-est. Ils constatèrent aussi que des défauts de fabrication, surtout sur les compas de route qui étaient beaucoup moins soignés que ceux de variation, influaient sur ces différences : forme de l'aiguille, force d'aimantation, centrage des roses, frottements sur le point de suspension. Ils s'interrogèrent aussi sur l'influence de l'attraction terrestre, de la variation diurne de la déclinaison et de la chaleur sur ces erreurs<sup>35</sup>. Même si de nombreuses questions restaient sans réponse, l'Académie de marine décida de publier le mémoire de d'Après de Manneville préconisant de supprimer le second compas de route de l'habitacle du pilote<sup>36</sup>, et de le diffuser auprès de ses membres ainsi que dans les ports par l'intermédiaire du secrétaire d'État de la marine. Les réactions ne tardèrent pas et il semble que la pratique se soit peu à peu étendue, du moins dans la Marine royale<sup>37</sup>. Duhamel du Monceau ne put que se féliciter, avec une teinte d'amertume, du changement de mentalités dû à l'éducation des officiers<sup>38</sup>. En 1779, Jean-Baptiste Degaulle inséra aussi des remarques dans son instruction sur l'usage de sa boussole, puisqu'il semble que le mémoire de l'Académie de marine ne se soit pas diffusé dans tous les ports de commerce<sup>39</sup>.

<sup>34</sup> SHM, Ms 89, p. 58-61. Copie d'une lettre de d'Après de Manneville à l'Académie de Marine, Hennebont, 12 février 1771.

<sup>35</sup> BLONDEAU, Étienne-Nicolas, «Mémoire sur l'effet de deux aiguilles aimantées, l'une sur l'autre, lorsque, librement suspendues, elles se trouvent dans leur sphère d'activité réciproque, à peu près dans le même plan horizontal», *Mémoires de l'Académie de marine*, 1773, p. 401-420.

<sup>36</sup> Cette publication de quatre pages fut annoncée dans le *Journal des savants*, août 1771, p. 571-572, mais jusqu'à maintenant aucun exemplaire n'a été retrouvé dans les archives.

<sup>37</sup> SHM, Ms 89, p. 89 et suivantes.

<sup>38</sup> SHM, Ms 89, p. 92. Copie d'une lettre de Duhamel du Monceau à l'Académie de marine, s. d. [*Duhamel du Monceau avait fait fabriqué de bonnes aiguilles*] «Mais on dit qu'elles ne pouvoient pas être mise dans l'habitacle parce que les deux boussoles se dérangeroient mutuellement. Je répondis qu'il n'y avoit qu'à en retrancher une, mais l'usage étoit d'en mettre deux. Ma proposition fut rejetée, je revins à Paris et il n'en fut plus question. Il est tout naturel que la dessision de l'Académie de la marine produise un meilleur effet que mon sentiment particulier. C'est pourquoi je suis charmé qu'elle ait publié son avis et encor un coup, je ne prétend point du tout revendiquer en aucune façon ce que M. d'Après a proposé à l'Académie. Je ne me suis [*ouvert* ?] à ce sujet qu'à vous et dans la vue de vous faire connoître les raisons particulières que j'avois d'acquiesser à la dessision de l'Académie.»

<sup>39</sup> DEGAULLE, Jean-Baptiste, *Construction et usage d'un nouveau compas azimutal à réflexion...*, 1779, p. 38-52.

L'Académie de marine remplit pleinement son rôle d'étude et de diffusion de meilleurs instruments et pratiques pour le perfectionnement de la navigation. Du point de départ sur un vice de fabrication des boussoles, elle a saisi les opportunités présentées par les remarques de ses membres. Pour faire avancer le dossier malgré les lenteurs des réponses ministérielles, elle n'a pas hésité à investir ses propres fonds pour acquérir du matériel et ouvrir un atelier de fabrication des boussoles. Les forts besoins créés par les prémices de la guerre d'Amérique s'avèrent un bon prétexte et un aiguillon. Cette action s'inscrit dans l'esprit de réforme de la marine vers la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, issu d'une part de la meilleure éducation des officiers (nombreux à être membres de l'Académie de marine) et d'une plus forte implication des savants de l'Académie royale des sciences.

### Variations sur la longitude

Le 25 juin 1687, l'observation de la déclinaison fut utilisée pour essayer de se situer à l'est ou à l'ouest de Madagascar : «Le mercredi 25<sup>eme</sup> sur les 4 h. d'après midy, monsieurs Sevault ayant fait assembler tout les officiers du bord, voyant que suivant l'estime des pilotes et les nostre, nous estions en l'est de Madagascar, outre que nos compas depuis un long temps nous marque beaucoup de variation, comme ils sont marqués si devant, nous fesoit douter que nous pouvons estre en l'est de lad. isle et qu'ayant dépassé Madagascar, nous ne devons pas estre éloigné de l'isle de Mascarin suivant le chemin que nous avons fait à l'est depuis que nous sommes arrivez par les 25 deg. 10 m. de latitude sud<sup>40</sup>.»

Dès le XVI<sup>e</sup> siècle, l'utilisation de la variation apparut comme une des solutions pour résoudre le problème de la détermination de la longitude en mer. De nombreuses notations dans les journaux de bord jusqu'au XVIII<sup>e</sup> siècle témoignent de son utilisation pour se situer dans certaines régions où la déclinaison changeait rapidement, notamment dans la partie ouest de l'océan Indien, et où l'estime était faussée par des courants, dont les marins ne savaient alors mesurer ni la force ni la direction. Le cap des Aiguilles en Afrique du Sud tirerait son nom du fait que la déclinaison y était nulle au XVI<sup>e</sup> siècle.

Dès le XVI<sup>e</sup> siècle aussi, les cartographes et les astronomes essayèrent de théoriser les variations de la déclinaison et d'en proposer des représentations cartographiques. Mercator supposa en 1546 l'existence d'une *Magnetum insula* près du pôle Nord, dont il détermina la position par la résolution de triangles sphériques à partir des coordonnées de Dantzig et

<sup>40</sup> Arch. nat., Mar 4 JJ 93. Journal de bord du pilote du *Président*, capitaine Sevault, 1687-1688.

Walcheren, puis dans une déclaration destinée à Charles Quint, il utilisa les îles Corvo et la ville de Leuven, toutes situées sur un méridien de déclinaison nulle<sup>41</sup>. En 1581, Robert Normann ayant prouvé que la déclinaison variait selon les lieux sans règle apparente, il fallait relever autant de positions que possible et les publier pour qu'elles servent de référence aux marins. À l'instar de l'Anglais John Davis ou du Hollandais Simon Stevin, les Français se lancèrent dans de telles publications au XVII<sup>e</sup> siècle, comme par exemple le pilote Le Tellier, en 1631, avec ses observations faites à bord des navires de l'expédition normande d'Augustin de Beaulieu en 1619<sup>42</sup>. Le père Athanase Kircher lança un appel à tous les jésuites qui, grâce à leur réseau mondial et leur formation scientifique de bon niveau, étaient les plus aptes à réaliser de telles observations. Cet appel fut renouvelé en 1667 par Henry Oldenburg dans les *Philosophical transactions*, malgré la découverte en 1635 de la variation temporelle de la déclinaison et le scepticisme de plusieurs savants, dont l'astronome français Auzout, sur la possibilité de trouver la «loi de la variation» de la déclinaison<sup>43</sup>.

En effet, nombreux furent les savants qui tentèrent de définir une théorie. Ils en émirent de très diverses, parfois difficiles à suivre, tant le phénomène est déroutant : il fallait définir la cause de la déclinaison, séparer ou grouper les pôles magnétiques et géographiques, et les placer sur terre ou dans le ciel (par exemple en 1539, Olaus Magnus plaça deux pôles géographiques dans le ciel et un pôle magnétique – une île aimantée – sur terre, tandis que William Gilbert descendait, en 1600, les pôles magnétiques sur terre et les confondait avec les pôles géographiques). Les académies des sciences européennes inscrivirent les phénomènes de la variation magnétique à plusieurs reprises comme sujet de leurs prix. Ainsi l'Académie royale des sciences de Paris couronna-t-elle les travaux de Pierre Bouguer en 1731, de Daniel Bernouilli et de Du Tour en 1746 et de Leonhard Euler en 1757<sup>44</sup>.

<sup>41</sup> RADELET DE GRAVE, Patricia, «Les mathématiques au secours d'une résolution magnétique de la longitude»..., p. 204-211.

<sup>42</sup> LE TELLIER, Jean, *Voyage fait aux Indes orientales par Jean Le Telier natif de Dieppe, reduict par luy en tables pour enseigner à trouver par la variation de l'aymant la longitude es-dictes Indes et enquelques autres endroits du monde aussy asseurement comme on fait la latitude par la hauteur du soleil et des estoilles. Avec plusieurs autres utilitez que l'on reçoit par la cognoissance de la variation de l'aymant pour le soulagement des navigateurs*, Dieppe, Nicolas Acher, 1631, In-4°, 11-19 p.

<sup>43</sup> BELLEC, François, «Les hypothèses de Joào de Lisboa. Déviation magnétique et fausses pistes», dans JULLIEN, Vincent, dir., *Le calcul des longitudes, un enjeu pour les mathématiques, l'astronomie, la mesure du temps et la navigation*, Rennes, PUR, 2002, p. 37-59.

<sup>44</sup> RADELET DE GRAVE, Patricia, *Les Lignes magnétiques*..., p. 41-44. RADELET DE GRAVE, Patricia, «Les mathématiques au secours d'une résolution magnétique de la longitude»..., p. 213-227.

Edmund Halley proposa à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle de construire des cartes du monde sur lesquelles seraient inscrites des lignes d'égale déclinaison. En 1683, l'astronome anglais proposa dans le volume XIV des *Philosophical transactions*, une théorie de la déclinaison basée sur quatre pôles magnétiques et, surtout, un modèle de table pour relever, le nom du lieu, la latitude, la longitude, la variation et la date de l'observation<sup>45</sup>. Ayant rassemblé beaucoup d'observations, il trouva une ligne de déclinaison nulle dans l'Atlantique, des îles Bouvet jusqu'au nord de Charleston sur la côte nord-américaine en passant par les Bermudes. La déclinaison variait en sens contraire de chaque côté de cette ligne. Le monde scientifique de l'époque eut ainsi l'illusion d'avoir trouvé la loi du magnétisme ! En 1710, Guillaume Delisle détermina une seconde ligne similaire dans l'océan Indien à partir de huit à dix mille observations remontant au XVI<sup>e</sup> siècle, qu'il avait rassemblées. Il espérait en effet publier des cartes historiques des isogones qui permettraient de visualiser une variation régulière dans le temps. Si cela s'avérait juste, il était alors possible de se référer à des observations anciennes fiables et correctement datées, pour se situer en longitude ! Son gendre, Philippe Buache annonça la reprise du projet en 1735, mais la mauvaise qualité des instruments et la négligence de l'inclinaison rendaient bien des observations peu fiables<sup>46</sup>.

Edmund Halley publia une première carte des isogones en 1701, en inscrivant sur un canevas de Mercator les lignes d'égales déclinaisons tous les 5 degrés. Il s'était servi de mesures faites personnellement lors d'un voyage dans l'Atlantique sud en 1700 et d'observations rapportées par les vaisseaux de l'*East India Company*. Malgré le prestige scientifique de Halley, sa carte était fautive et construite empiriquement. Il considérait en outre, pour expliquer sa théorie, qu'il y avait quatre pôles magnétiques sur terre, deux fixes et deux mobiles. Il fut réfuté par Leonhard Euler dans un mémoire, *Recherches sur la déclinaison de l'aimant*, publié dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin*, qui démontra qu'il y avait deux pôles magnétiques seulement sur terre, placés de façon décalée l'un par rapport à l'autre. Il fut ainsi le premier à définir un champ de force. Cependant, la carte de Halley fut réimprimée par Mount et Page en 1744 et 1756, qui se contentèrent de la corriger quelque peu pour qu'elle semble compatible à la théorie d'Euler. En 1764, Bellin copia la carte anglaise en préconisant d'ajouter un degré tous les ans aux valeurs indiquées sur la carte<sup>47</sup>.

<sup>45</sup> RADELET DE GRAVE, Patricia, *Les Lignes magnétiques...*, p. 39-40.

<sup>46</sup> BUACHE, Philippe, «Construction d'une nouvelle boussole, dont l'aiguille donne par une seule et même opération, l'inclinaison et la déclinaison avec plus de précision et plus de facilité, que ne font les instruments employés jusqu'à présent», *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, 1735, p. 377-384.

<sup>47</sup> TAYLOR, Eva Germaine Rimington, *The Haven-Finding Art. A history of navigation from Odysseus to captain Cook*, London, Hollis and Carter, 1971, p. 240-241.

Charles-Pierre Claret de Fleurieu en dénonça d'ailleurs l'usage dans les remarques qu'il annexa à sa relation du voyage fait en 1768 et 1769 pour tester les montres de Berthoud. Il attira aussi l'attention des marins sur les perturbations causées par l'environnement ferreux – les canons du gaillard par exemple – aux boussoles<sup>48</sup>.

Il n'y eut pas que des savants à se mêler de découvrir la théorie de la variation de la déclinaison. Jean-Philippe Lacroix, écrivain des galères, construisit de nouvelles boussoles d'inclinaison et de déclinaison vers 1731 et proposa un plan pour trouver les pôles magnétiques dans les années 1740 : il imaginait qu'il y avait deux pôles magnétiques différents des pôles géographiques et que la terre était donc couverte d'un réseau de parallèles et de méridiens magnétiques. Il proposait ensuite de déduire de la mesure de la latitude terrestre et de la latitude magnétique – connue par l'observation de l'inclinaison – la longitude au moyen de la résolution d'un triangle sphérique. Cependant, les pôles magnétiques n'avaient pas de position fixe, mais en observant l'inclinaison en plusieurs lieux et en dressant une carte des courbes isocliniques, il était possible de déterminer cette position. En 1741, à l'Académie royale des sciences, Cassini, Mairan et Grandjean de Fouchy jugèrent cette proposition assez sérieuse pour demander que des observations fussent faites en divers lieux. Parallèlement, les boussoles, fabriquées par Magny, furent testées dans les ports et perfectionnées. En avril 1745, le secrétaire d'État de la Marine autorisa Lacroix à solliciter la Compagnie des Indes, puisque c'était le moyen de faire des tests à moindre frais, en profitant des voyages commerciaux. Les démonstrations intéressèrent les directeurs, mais David<sup>49</sup>, qui avait pris l'avis de d'Après de Mannevillette, estimait que, malgré l'utilité de telles expériences, ce n'était pas à la Compagnie de les financer ni à ses marins de les faire. Cette tentative fut interrompue par la mort de Lacroix en 1747<sup>50</sup>. L'intérêt de la Compagnie des Indes pour les expériences tendant à perfectionner les techniques de navigation semble avoir été directement subordonné à ses intérêts commerciaux. Elle mettait, probablement, en balance le sérieux et le coût de l'opération. C'est ainsi qu'elle autorisa d'Après de Mannevillette à faire des essais d'utilisation de l'octant en mer de Chine en 1736 ou à tester un

<sup>48</sup> «Remarques sur les déclinaisons de l'aiguille aimantée, sur quelques instrumens propres à les observer et sur l'établissement des boussoles dans les habitacles des vaisseaux», CLARET DE FLEURIEU, Charles-Pierre, *Voyage fait par ordre du roi en 1768 et 1769 à différentes parties du monde, pour éprouver en mer les horloges marines inventées par M. Ferdinand Berthoud*, Paris, Imprimerie royale, 1773, p. 685-704.

<sup>49</sup> Pierre-Félix-Barthélemy David (1711-1794), entré au service de la Compagnie des Indes en 1729, il fut directeur puis gouverneur du Sénégal de 1738 à 1746. En 1744, il remonta les fleuves Sénégal et Falémé jusqu'au rocher Felou (Galam), obtenant le droit de s'établir aux mines de Bambouk. De 1746 à 1752, il fut gouverneur de l'île de France.

<sup>50</sup> Arch. nat., Mar G 91, f. 22-41.

loch de pression en 1741, puisqu'il avait les connaissances nécessaires et que cela n'induisait aucune incidence financière pour la Compagnie. Mais, lorsque Lacroix la sollicita, elle n'avait pas d'officier suffisamment formé qui soit disponible. D'Après de Mannevillette était alors occupé par la publication du *Neptune oriental* et, en 1746, il fut un éphémère inspecteur des cargaisons.

Pierre-Charles Lemonnier reprit ces recherches dans les années 1770. Il réexamina la carte de Halley et ses éditions successives, au vu des travaux de Daniel Bernouilli et de Leonhard Euler. Il disposait en outre de nombreuses nouvelles observations dans le Pacifique, grâce aux voyages de circumnavigation, ainsi que d'une carte des isoclines publiée à Stockholm par Johan Carl Wilcke, en 1768. Il demanda à d'Après de Mannevillette de lui fournir des renseignements tirés des journaux de bord de la Compagnie des Indes. Il publia en 1776 *Loix du magnétisme*, un recueil de considérations sur toutes sortes d'aspects de la variation magnétique : construction des boussoles, lignes de déclinaison, inclinaison magnétique, intérêt de mesurer l'intensité magnétique... Elles témoignent des multiples directions de ses recherches – dont certaines novatrices pour l'époque –, des nouveaux champs ouverts par les progrès des instruments de mesure (en particulier la suspension des aiguilles par Coulomb), les théories d'Euler et de Bernouilli sur les champs magnétiques et les nouvelles observations fournies par les navigateurs, en particulier l'impression et la diffusion européenne rapides des relations des voyages de circumnavigation des dernières décennies. Les éléments nouveaux s'accumulaient tellement rapidement, que dès mars 1778, il publiait un supplément relatif aux lignes sans déclinaison et à l'inclinaison. Même s'il s'intéressa aux compas construits par Coulomb, qui proposait de suspendre les aiguilles par un fil, et par Degaulle, il est beaucoup plus théorique que Blondeau. Lemonnier pressa d'Après de Mannevillette de dresser une carte des déclinaisons, mais celui-ci se contenta de publier une liste d'observations dans la seconde édition du *Neptune oriental*.

À l'instar de Bernouilli, Lemonnier s'intéressa de près à l'inclinaison de l'aiguille, considérant que de multiples observations pourraient permettre de déterminer la position des méridiens magnétiques et des pôles. Par ailleurs, l'inclinaison de l'aiguille faisait varier le centre de gravité, faussant donc les observations de la déclinaison. En 1776, il avait fait une critique de la carte suédoise. En effet, Wilcke suivait la théorie de Halley des quatre pôles magnétiques. Bien qu'Euler eût démontré par ses calculs qu'elle était erronée, Lemonnier s'appliqua à décrire les isoclines à partir d'observations faites, de préférence, lors des voyages de circumnavigation, mais aussi des données plus anciennes (voyage de Frondat en 1707 ou ceux de la Compagnie des Indes mentionnés dans la première édition du *Neptune oriental* en 1745) pour essayer de déterminer la position des deux

pôles magnétiques<sup>51</sup>. En 1778, il situait les pôles magnétiques à environ 10° des pôles géographiques, mais estimait, en demandant des observations aux Seychelles et dans le Pacifique Sud, que leur position était probablement fixe. Il consacra toute sa publication à décrire les lignes de déclinaison nulle, la position de l'équateur magnétique par rapport au géographique et celle des pôles magnétiques. Pour illustrer son propos, il dessina sur une carte montrant les deux hémisphères, les pôles et l'équateur magnétique ainsi que les deux lignes, principales et secondaires, de déclinaison nulle<sup>52</sup>.

Même si, dans la seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle, la plupart des marins et les astronomes s'accordaient à reconnaître que l'utilisation de la variation pour déterminer la longitude en mer, était une méthode bien peu fiable, alors que les chronomètres de marine étaient presque au point et que la méthode dite des distances lunaires était mise à la portée des marins, cette pratique était encore décrite, avec beaucoup de réserves et de précautions certes, dans le manuel de navigation d'Étienne Bezout, en 1769.

## Cartes et variation

Si au XVIII<sup>e</sup> siècle, les cartes marines n'étaient plus construites, comme les portulans, à partir des directions et distances sur un réseau de rhumbs rayonnant à partir d'une rose des vents centrale, les compas et la variation conservaient toujours un lien étroit avec la carte. En effet, l'objet principal d'une carte marine est de permettre au marin de tracer sa route, route parcourue, mais aussi route à faire, donc à déterminer le cap du navire. Les hydrographes utilisaient des points déterminés par des observations astronomiques, des levés hydrographiques et les routes des navires, quelle que soit la projection utilisée (plate-carrée ou de Mercator). Cependant, jusque dans la seconde moitié du siècle, ils disposaient de très peu de points déterminés précisément. Ils utilisaient donc beaucoup les routes des navires et, lorsqu'ils existaient, des levés faits sous voile. Jusqu'aux travaux de Jean-Charles de Borda et, surtout, de Charles Beautemps-Beaupré pendant l'expédition de d'Entrecasteaux en 1791-1792, ces levés sous voile étaient en général effectués avec des compas de relèvement ou de variation.

<sup>51</sup> LEMONNIER, Pierre-Charles, *Les loix du magnétisme...*, 1776, p. 120-141.

<sup>52</sup> LEMONNIER, Pierre-Charles, *Loix du magnétisme. Seconde partie qui contient les nouvelles recherches sur la situation géographique de l'équateur et des pôles de l'Aimant, avec l'Art de construire les boussoles*. Paris : Imprimerie royale, 1778, XVI-40 p., avec *Carte générale des méridiens et de l'équateur magnétiques pour l'année 1778*, carte gravée, J. Dezauche, 1778. Cette carte porte la mention suivante : «On sçait à peine jusqu'ici comment le fluide magnétique entre et sort par les pôles et pourquoi il se détourne par ces pôles.»



Le levé hydrographique figurait au programme des écoles d'hydrographie. Cependant, les méthodes mises au point par les ingénieurs géographes du roi pour la topographie terrestre eurent du mal à pénétrer dans le monde maritime, malgré la vulgarisation du calcul trigonométrique et la diffusion de tables logarithmiques<sup>53</sup>. Pierre Bouguer est l'un des rares auteurs de manuels de navigation à avoir décrit la méthode de levé en six opérations, largement inspirée des techniques des topographes : après avoir mesuré une base à terre entre deux points élevés, il fallait relever tous les points remarquables avec un compas, puis tracer la carte en commençant par placer une échelle et les deux points de la base. Le pilote devait compléter la carte en suivant la côte, soit à terre soit en canot, avec une boussole pour noter tous les changements d'orientation, puis relever les sondes et, surtout, ne pas oublier de rédiger un mémoire explicatif<sup>54</sup>.

Cependant, peu de marins avaient la possibilité de faire toutes ces opérations. Ils se contentaient souvent d'un levé sous voile fait à la boussole<sup>55</sup>. Ainsi, Jean-François de Trobriand<sup>56</sup> releva-t-il d'une première position du navire les pointes sud-ouest et nord-est de l'île Agalega (île au nord de l'île Maurice, à laquelle elle est officiellement rattachée aujourd'hui), puis avança avant de relever les mêmes éléments de nouveau. Il lui restait à déduire la longueur de l'île des angles, puisque le chemin parcouru par le navire lui servait de base. Une observation de dis-

<sup>53</sup> CHAPUIS, Olivier, *À la mer comme au ciel. Beautemps-Beaupré et la naissance de l'hydrographie moderne (1700-1850)*, Paris, Presses universitaires de la Sorbonne, 1999, p. 92-96.

<sup>54</sup> BOUGUER, Pierre, *Nouveau traité de navigation contenant la théorie et la pratique du pilotage*, Paris, 1760, p. 121-130.

<sup>55</sup> «C'est avec la boussole à pinnules dont on se sert pour observer les amplitudes qu'on doit faire ces relèvements. La méthode de plusieurs pilotes qui se contentent d'y employer le compas de route, et de juger du rumb du vent avec la main, est très-blâmable. Le peu d'exactitude qu'elle produit, font qu'on ne peut tirer aucun avantage du principal moyen de connoître les erreurs des cartes et de les corriger.» APRES DE MANNEVILLETTE, Jean-Baptiste d', *Neptune orientale*, 1745, p. XXXIV.

<sup>56</sup> Jean-François-Denis de Keredern de Trobriand (Plouigneau (22), 1730 - en mer, 1780), entra chez les gardes de la Marine en 1748 après avoir été remarqué comme pilotin pendant la guerre de Succession d'Autriche. Il fit ensuite une carrière classique d'officier de la Marine royale. En 1767, il participa à une expédition de levé des côtes bretonnes sous les ordres du chevalier de Ternay et, dans les années 1770, il obtint plusieurs commandements de navires dans l'océan Indien. Il explora ainsi les Seychelles - découvrit l'île Denis -, les Maldives et d'autres lieux dans les mers de l'Inde, à la demande de d'Après de Mannevillette. En 1774, il commanda une expédition contre un sultan de Bornéo pour venger le massacre de Français, et en profita pour lever une carte de l'endroit ! Pendant la guerre d'Indépendance américaine, il commanda un navire de l'escadre de d'Orvilliers. Son fils fut premier lieutenant dans l'expédition de d'Entrecasteaux.

tances lunaires la veille lui permit de fixer la position de l'île en longitude<sup>57</sup>.

À l'occasion, la déclinaison pouvait servir à positionner certains lieux, suivant le principe selon lequel elle permettait de se repérer en longitude dans certaines régions à variation rapide où les courants faussaient l'estime. Ainsi, en 1771, pour corriger la carte générale de l'océan Oriental, d'Après de Manneville s'en servit-il pour fixer la position d'un certain nombre d'îles situées au nord de Madagascar, reconnues par Corneille-Nicolas Morphey en 1756, qui n'en avait déterminé que la latitude. Or les courants rendaient l'estime peu fiable, mais la déclinaison variait très rapidement<sup>58</sup>.

Le bilan dans les années 1780 est contrasté. Grâce à l'Académie de marine notamment, la fabrication des boussoles pour la Marine royale avait fait de grands progrès. Malgré l'absence d'archives de fabricants d'instruments et le peu de documents de contrôle conservés, il semble que les mêmes pratiques se soient répandues dans la marine marchande avec un certain décalage temporel. Par ailleurs, grâce à l'action pédagogique de l'Académie de marine et à la meilleure formation des officiers de la Marine royale, certaines pratiques peu orthodoxes semblent avoir été abandonnées progressivement. Mais les progrès de la recherche théorique sur le magnétisme ouvraient de nouvelles pistes et suscitaient des espoirs. Bref, il restait encore de nombreux progrès à faire pour utiliser correctement les compas de marine. La généralisation des compas humides constituait une véritable révolution des pratiques au XIX<sup>e</sup> siècle.

Manonmani RESTIF

<sup>57</sup> Arch. nat., Mar 4 JJ 144d pièce 16. Journal de bord de Trobriand à bord de l'*Étoile*, 30 juillet 1773. «Du point A où nous sommes parvenus à 4 h 45' après-midi, j'ai fait les relevements sy-après, afin de déterminer la grandeur de la grande isle d'Agallega et de connoître avec moins d'erreur que l'estime, la distance à laquelle nous avons passé de cette isle. De ce point, j'ai relevé la pointe C ou pointe du SO à 52° 45' du midi vers l'ouest à la pointe D ou du NE à 7° 22' plus vers le nord, ayant fait 3500 toises au N1/4NE2°N du compas, nous sommes parvenus à 5 h 30' à mettre la pointe C ou du SO de la grande isle à 22° 30' de l'ouest vers le nord et la pointe du NE à 9° 55' plus vers le nord. Ces triangles cy-contre m'ont fait connoître après le calcul que la grande île d'Agalega avoit du NE au SO 2772 toises et que nous en avons passé de l'extrémité la plus près à 1200 toises. À mon dernier relèvement je suis venu en travers pour sonder et j'ai fait filer 24 brasses de ligne sans trouver de fond.»

<sup>58</sup> SHM. Mss 72 p. 71. Rapport de Goimpy et Briquerville sur les corrections de la carte générale de l'océan Oriental, 16 août 1771. «Au deffaut d'observation de longitude, M. D'Après a eu recours à ce moyen pour déterminer plusieurs positions dans cet archipel, parce qu'il paroît moins douteux que celui des routtes estimées, dont les courants changent la direction, parce que la variation change fort promptement dans ces parages.»