

5 – la conquête de la précision

L'hydrographie et la navigation font au XVIIIe siècle des progrès décisifs. A défaut d'être complètes, les cartes sont maintenant plus précises, aussi bien dans la position des terres sur les cartes générales que dans le détail des côtes sur les cartes particulières. Les navigateurs peuvent porter sur ces cartes leur position avec plus de sûreté grâce à de nouveaux instruments qui améliorent la détermination de la latitude et, surtout, permettent enfin de connaître la longitude en mer. De nouvelles méthodes donnent naissance vers la fin du siècle à l'hydrographie scientifique. Le XVIIIe siècle voit également la naissance du Dépôt des cartes et plans de la marine qui devient par la suite le seul organe habilité à produire des cartes pour la navigation.

A la fin du XVIIe siècle, les cartes géographiques, construites sur les coordonnées fournies par Ptolémée, donnent une représentation fautive de la terre ; les cartes hydrographiques, construites pour la plupart sur les observations peu précises des navigateurs, en donnent une représentation tout aussi fautive, quoique moins éloignée de la réalité. C'est à Guillaume Delisle que l'on doit les premiers progrès des cartes.

Guillaume Delisle, ou le renouveau de la géographie

Au XVIIe siècle, les cartes géographiques dérivent de celles de Nicolas Sanson, géographe du roi, qui s'appuyait, comme ses prédécesseurs, sur les coordonnées de Ptolémée. Les coordonnées géographiques que les astronomes commençaient à déterminer restaient inutilisées. En 1696 Cassini fit tracer sur le sol d'une salle de l'observatoire de Paris un planisphère comportant trente-neuf positions résultant d'observations astronomiques récentes.

Guillaume Delisle, géographe précoce - il réalisa ses premières cartes à l'âge de neuf ans - prit des leçons auprès de Cassini. En 1700, à l'âge de 25 ans, il fit paraître une mappemonde, quatre cartes des continents, un globe céleste et un globe terrestre, qui prenaient en compte les récentes observations astronomiques, les itinéraires et les descriptions géographiques des voyageurs. A titre d'exemple, la largeur de la Méditerranée passait de 1 160 à 860 lieues, soit une réduction d'un quart (environ 1 300 km) ; l'Asie était raccourcie de 500 lieues (environ 2 200 km). Cette nouvelle géographie fit la renommée de Delisle et, à 27 ans, il entra à l'Académie des sciences. Il enseigna par la suite la géographie à Louis XV, qui créa pour lui le titre de *premier géographe du roi*.

Le nom de Guillaume Delisle est associé à plusieurs personnages importants de l'hydrographie française dont il sera question dans la suite du chapitre :

- Philippe Buache, son élève, devenu, après la mort du maître en 1726, son gendre (1729) et premier géographe du roi (1730),
- Jean-Baptiste d'Après de Manneville, un de ses élèves,
- Jean-Nicolas Buache de la Neuville, neveu et élève de Philippe Buache, premier géographe du roi en 1782, le titre ayant été porté entre-temps par Jean-Nicolas Bourguignon d'Anville,
- Charles-François Beautemps-Beaupré, cousin de Jean-Nicolas Buache et son élève à partir de l'âge de 10 ans.

L'imprécision des cartes marines

On trouve sous la plume de Louis Antoine de Bougainville, au retour de son tour du monde de 1766-1769, un témoignage sur l'état des cartes marines au milieu du siècle : « Quoique je fusse convaincu que les Hollandais représentent la navigation dans les Moluques comme beaucoup plus dangereuse qu'elle ne l'est effectivement, je n'ignorais cependant pas qu'elle fût semée d'écueils et de difficultés. La plus grande était pour nous de n'avoir aucune carte fidèle de ces parages, les cartes françaises de cette partie de l'Inde étant plus propres à faire perdre les navires qu'à les guider. [...] Je dois avertir ici que toutes les cartes marines françaises de cette partie sont pernicieuses. Elles sont inexactes, non seulement dans les gisements des côtes et îles, mais même dans les latitudes essentielles. [...] Au reste il était essentiel de déterminer

la longitude des Açores par de bonnes observations astronomiques, et de bien constater la distance des unes aux autres et leurs gisements entre elles. Rien de tout cela n'est juste sur les cartes d'aucune nation. Elles ne diffèrent que par le plus ou moins d'erreur. [...] il s'en faut environ de dix degrés qu'elle [l'île de Pâques] ne soit placée exactement en longitude sur nos cartes. »

Cette imprécision provient des données disponibles, des méthodes employées et des instruments utilisés.

Positions géographiques

Les positions géographiques des points terrestres s'obtiennent au moyen d'observations astronomiques faites sur place. Les longitudes étant difficiles à obtenir (il faut que le ciel soit dégagé au moment de l'événement céleste qui servira de référence de temps), le nombre d'observations est assez modeste, comme le montre le nombre de positions données dans la *Connaissance des temps*, publication annuelle d'éphémérides astronomiques :

- 1701 : 86 positions, toutes en Europe
- 1721 : 135 positions
- 1741 : 145 positions
- 1764 : 193 positions
- 1781 : 490 positions
- 1801 : 1029 positions

On observe une croissance importante des observations dans le dernier tiers du siècle.

Positions relatives

Pour les cartes particulières, la conquête de la précision commence au XVIII^e siècle (voir le chapitre précédent) par l'exécution de levés effectués par triangulation à partir de la terre.

Bien que les levés effectués à partir de la mer, que l'on appelle *levés sous voile*, utilisent également la triangulation, ils sont bien moins précis. Leur précision dépend en effet de la qualité de l'estime, qui détermine la position des extrémités des bases des triangles, et de celle des relèvements à la boussole des sommets de ces triangles. Les levés par triangulation sont désignés sous le nom de *levés trigonométriques* ou de *levés géométriques* pour les distinguer des levés effectués avec l'ancienne méthode des gisements et distances.

L'imprécision due à la boussole affecte également la position des sondages, celle-ci étant souvent déterminée en relevant à la boussole deux points connus sur la côte.

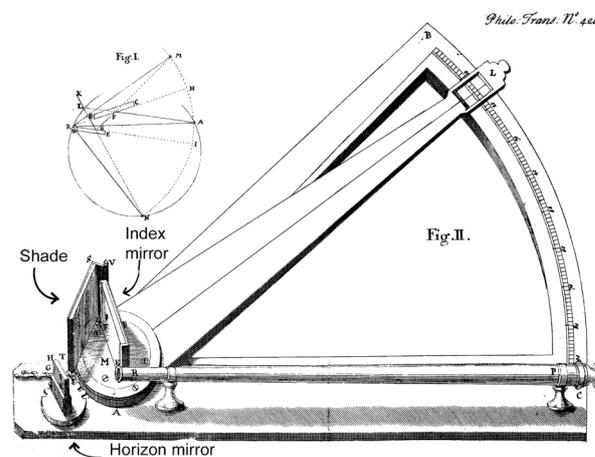
Les nouveaux instruments

Deux nouveaux instruments vont apporter de grands progrès à la navigation : les instruments de mesure d'angle par réflexion et les horloges.

La mesure d'angle par réflexion

Avec un instrument de mesure d'angle par réflexion, l'observateur vise directement un des deux points formant l'angle et ramène, en déplaçant un bras mobile équipé d'un grand miroir, l'image du second point dans un petit miroir placé dans la direction de la ligne de visée. Lorsque le point vu directement et le point doublement réfléchi sont alignés dans la ligne de visée, l'opérateur lit sur la graduation de l'instrument la valeur de l'angle qu'ils forment. Le gain apporté est double : la précision de la mesure est accrue et la mesure est assez facile à faire en mer, même lorsque le navire tangue et roule.

En 1666, Robert Hooke présente à la *Royal Society* un appareil à un seul miroir. En 1699, Isaac Newton présente un instrument à deux miroirs. En 1731, John Hadley présente deux instruments : l'un en bois à trois miroirs, l'autre en cuivre à deux miroirs. La présentation est concluante et le second instrument est essayé avec succès à la mer l'année suivante. Le nouvel instrument est alors fabriqué sous les noms de *nouveau quartier anglais* ou *octant* (certains pilotes l'appellent simplement « le Hadley »). Le nom d'octant provient de la course du bras mobile qui représente 1/8 de cercle, soit 45°. Les



1 - octant de Hadley

Extrait des Philosophical Transactions of the Royal Society, vol. 37, p. 147, 1731. [Public domain]

propriétés de la réflexion permettent à l'instrument de mesurer des angles doubles de la course, soit de 0° à 90° . En 1757, le capitaine Campbell, de la *Royal Navy*, suggère de porter le champ de visée à 120° . Le nouvel instrument, appelé *sextant* (course de 60° , soit $1/6$ de cercle) est utilisé couramment pour la navigation en haute mer jusqu'au début du XXI^e siècle.

D'autres inventeurs ont proposé à la même époque des instruments proches de celui de Hadley : Edmund Halley, inspiré par Newton, Caleb Smith, Thomas Godfrey, Fouchy, Bird, Elton...

Le premier usage de l'octant est la détermination de la latitude par la mesure de la hauteur du soleil. Sa précision d'une minute d'arc justifie la prise en compte de corrections qui jusque-là étaient négligeables en regard de l'imprécision des mesures. Il faut tout d'abord régler l'instrument en plaçant le bras mobile à la graduation 0° et en visant l'horizon. Si l'horizon direct et l'horizon réfléchi ne sont pas alignés, l'observateur ajuste la perpendicularité du petit miroir au plan de l'instrument afin d'obtenir la coïncidence des deux images. Après la mesure, il applique les corrections suivantes (tirées de l'ouvrage de D'Après de Manneville de 1739) :

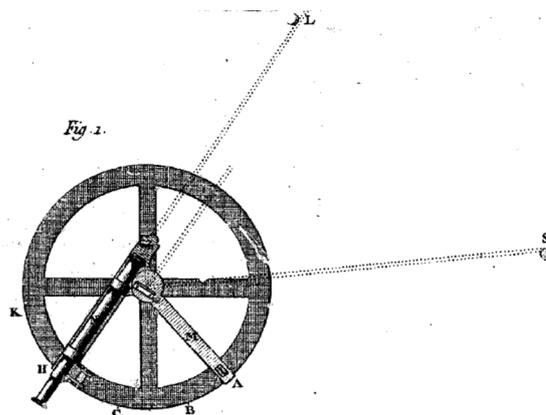
- demi-diamètre du soleil : la mesure de la hauteur du soleil s'effectuant en faisant coïncider le bas du disque solaire avec l'horizon, on ajoute entre 15 minutes $3/4$ et 16 minutes $1/3$ en fonction de la période de l'observation dans l'année,
- dépression de l'horizon : l'œil de l'observateur étant situé au-dessus du plan de l'horizon, on retranche l'angle formé par l'horizon et le plan horizontal passant par l'œil, par exemple : 2 minutes pour une hauteur de 6 pieds, 8 minutes pour une hauteur de 40 pieds,
- réfraction des rayons lumineux due à la présence de l'atmosphère : l'observateur retranche entre $1/3$ de minute pour une hauteur observée à 68° et 27 minutes pour une hauteur observée à 0° (sur l'équateur) ; la correction atteint 33 minutes à la latitude de 50° .

L'octant permet également de calculer la longitude en mer par la méthode des distances lunaires (voir encadré n°1), dont l'idée remonte au début du XVI^e siècle (Johann Werner, 1514). Selon les tables utilisées, le calcul prend entre $1/2$ heure et quatre heures. La précision dépend des progrès dans la précision des tables : 3° en 1750, 1° en 1761, $1/2^\circ$, voire moins, à la fin du siècle. Les multiplications et les divisions nécessaires aux calculs sont évitées par l'emploi des logarithmes.

Le cercle de réflexion

En 1752, l'astronome et mathématicien allemand Tobias Mayer met au point un cercle de réflexion permettant de répéter les mesures d'angles et de diviser ainsi les erreurs de graduation de l'instrument. Pour cela, le petit miroir est placé, avec une lunette, sur un second bras mobile indépendant du bras qui porte le grand miroir. L'instrument s'utilise de la manière suivante :

- 1 le bras supportant le grand miroir est placé et bloqué à la graduation zéro de l'instrument,
- 2 le bras supportant le petit miroir est déplacé jusqu'à ce que les deux miroirs soient parallèles, c'est à dire que l'image directe et l'image réfléchie d'un point éloigné soient vues en coïncidence dans la lunette,
- 3 le bras supportant le petit miroir est bloqué puis l'observateur vise dans la lunette le premier point ; il déplace ensuite le bras supportant le grand miroir jusqu'à obtenir la coïncidence avec le second point formant l'angle.



2 - cercle de réflexion de Tobias Mayer - extrait de l'ouvrage *Description et usage du cercle de réflexion* de Borda - 1787 /Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Jusque là, le fonctionnement est identique à celui de l'octant et l'observateur pourrait lire la valeur de l'angle entre les deux points sur la graduation. Mais s'il reprend les opérations 2 et 3, il va obtenir le double de cet angle. En divisant cette valeur par 2, il obtiendra l'angle cherché et il aura divisé l'erreur de graduation par 2. En allant jusqu'à quatre observations consécutives, l'erreur de graduation sera divisée par 4.

En 1755, Mayer présente son instrument au *Board of Longitudes* sans éveiller un intérêt particulier.

En 1771, le chevalier Jean-Charles de Borda, scientifique et navigateur, a l'occasion d'utiliser un

cercle de Mayer. Il observe que l'opération préliminaire du parallélisme des miroirs peut apporter des erreurs, l'observateur visant en général pour cela l'horizon. Or la mise en coïncidence de l'horizon à travers la lunette manque de netteté. En reculant un peu la lunette pour qu'elle soit en arrière du grand miroir et en avançant le petit miroir jusqu'au limbe portant la graduation, il permet de faire la coïncidence aussi bien par la droite que par la gauche et il supprime l'erreur de parallélisme des miroirs tout en divisant le nombre d'observations par deux pour un même résultat. L'utilisation de l'instrument modifié est la suivante :

- 1 le bras supportant le grand miroir est placé et bloqué à la graduation zéro de l'instrument, (même opération que pour le cercle de Mayer)
- 2 le bras supportant le petit miroir est débrayé et, tout en visant constamment le point situé à droite, l'instrument est tourné jusqu'à ce que l'image réfléchie du point situé à gauche vienne en coïncidence avec l'image directe dans la lunette,



3 - cercle de réflexion dit de Borda, construit par Étienne Lenoir, 1786 - Crédit : Rama [CC BY-SA 2.0 fr (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/fr/deed.en>)]

- 3 le bras supportant le petit miroir est alors bloqué puis l'observateur vise dans la lunette le point situé à gauche ; il déplace ensuite le bras

Encadré n°1 : longitude par la méthode des distances lunaires

Première observation - l'observateur, muni d'une bonne montre, mesure tout d'abord la hauteur du soleil ou d'une étoile brillante au-dessus de l'horizon. Avec cette hauteur il calcule l'heure vraie du navire et note l'écart entre cette heure et l'heure de la montre. Pour obtenir un bon résultat l'astre doit être éloigné du méridien et sa hauteur doit être d'au moins 5° au-dessus de l'horizon afin de s'affranchir de l'incertitude sur la réfraction.

Seconde observation, éventuellement plusieurs heures après la première - l'observateur mesure l'angle entre le bord de la lune et une étoile ou le bord du soleil : c'est la distance lunaire. En même temps deux autres observateurs prennent la hauteur de la lune et celle de l'autre astre choisi tandis qu'une quatrième personne note l'heure de la montre. Il est cependant possible de travailler seul en mesurant d'abord la hauteur de l'astre, puis sa distance à la lune et enfin la hauteur de la lune et en notant l'heure à la seconde près de chaque mesure. Des calculs permettent ensuite de réduire les hauteurs à l'instant de l'observation de la distance. Pour plus de précision on peut répéter les observations et calculer les valeurs moyennes des hauteurs, distances et temps.

On passe ensuite aux calculs (le mode opératoire décrit correspond au cas où la première observation a été faite avec le soleil) :

- correction des hauteurs observées de la dépression de l'horizon, de la réfraction, du demi-diamètre de la lune et du soleil et de la parallaxe, qui tient compte de l'écart entre le centre de la terre, pour lequel les calculs astronomiques sont effectués, et la position de l'observateur à la surface de la terre,
- correction de la distance observée de la réfraction, de la parallaxe et du demi-diamètre (des demi-diamètres pour une distance lune-soleil),
- calcul de l'heure vraie au moment de la première observation, en fonction de la hauteur du soleil, de la dernière position estimée, du cap et de la vitesse du navire,
- calcul de l'heure vraie au moment de la seconde observation, en fonction de l'heure de la montre notée lors des deux observations,
- calcul de l'heure au méridien de référence en fonction de la distance, grâce aux tables publiées dans la connaissance des temps,
- calcul de l'écart en heure, puis en degrés de longitude, entre l'heure du méridien de référence et l'heure vraie de la seconde observation

supportant le grand miroir jusqu'à obtenir la coïncidence avec le point situé à droite. La graduation donne alors le double de l'angle entre les deux points et le réglage du parallélisme a été fait au passage, à l'insu de l'observateur.

Le cercle de réflexion peut également s'utiliser comme un octant, la première observation rendant les miroirs parallèles et la seconde observation, par la droite ou par la gauche, donnant l'angle cherché.

Borda expérimente son cercle de réflexion en 1776. Par la suite il crée avec l'artiste Lenoir un cercle astronomique, ou cercle répétiteur, dédié aux mesures astronomiques à terre. Cet instrument utilise le principe de la répétition mais pas celui de la réflexion ; il possède deux lunettes comme le gnomomètre.

Les horloges marines

L'idée de déterminer la longitude par la différence entre l'heure locale, que l'on obtient à bord d'un navire par une observation astronomique, et l'heure du méridien de référence fournie par une horloge date de 1530 (Gemma Frisius).

En Angleterre John Harrison construit des horloges marines essayées à partir de 1761. Au début la précision est insuffisante mais des avancées techniques lui permettent d'obtenir finalement une précision acceptable. L'explorateur James Cook emporte quatre horloges marines lors de son second voyage (1772-1775).

En France c'est Pierre Le Roy et Ferdinand Berthoud qui construisent des horloges marines. Les horloges ne fournissent pas exactement l'heure du méridien de référence. On constate quotidiennement un retard ou une avance dont la variation d'un jour à l'autre s'appelle la *marche*. Plus la marche est régulière, plus l'horloge est précise. Les essais sont faits en mer à partir de 1767, incluant le tir de salves d'artillerie, à l'avantage de Berthoud. La précision de la détermination de la longitude obtenue est d'environ $1/2^\circ$.

Ces instruments coûteux et rares sont attribués aux expéditions maritimes scientifiques. Ce n'est qu'à partir de 1850 que leur usage se généralise à bord de tous les navires.

L'évolution des écoles d'hydrographie

Au début du XVIII^e siècle, l'élan donné par Colbert et son fils Seignelay retombe. La marine est à nouveau dans un état précaire. Avec le temps, l'ordonnance de 1681 n'est plus observée.

En 1765, le Roi crée des écoles royales publiques dans les ports militaires de Brest, Rochefort et Toulon, à côté des écoles des gardes de marine (ordonnance du 25 mars 1765, livre V titre XL).

En 1770, les maîtres d'hydrographie, qui enseignent dans les ports militaires, deviennent professeurs d'hydrographie.

Un tableau des écoles d'Amirauté en 1785, inséré par Neuville dans *Les établissements scientifiques de l'ancienne marine*, donne la liste des ports qui possèdent une école d'hydrographie, classée selon la nomination des professeurs :

- nomination par le Roi : Calais, Dieppe, Le Havre, Brest, Rochefort, Marennes, Toulon,
- nomination par l'Amiral : Dunkerque, St Valéry-sur-Somme, Morlaix, Saint-Malo, Lorient, Auray, Nantes, Le Croisic, La Rochelle, Les Sables-d'Olonne, Bordeaux, Marseille, La Ciotat, Martigues,
- nomination par d'autres instances : Rouen, Vannes, Bayonne.

Le règlement du 1^{er} janvier 1786 *Concernant les Ecoles d'Hydrographie, et la réception des Capitaines, Maîtres et Patrons* apporte une certaine uniformité dans l'enseignement :

- Deux hydrographes-examineurs inspecteront chaque année les écoles (articles 1, 22 et 23).
- La liste des écoles autorisées dans les villes maritimes sera établie par un arrêté (article 2). Les écoles existantes mais non autorisées ne seront fermées qu'au décès ou à la démission de leur professeur d'hydrographie (article 14). La création de cours particuliers et d'écoles à l'initiative des villes est autorisée, mais les enseignants ne pourront prendre le titre de professeur d'hydrographie. (article 15).
- Les professeurs d'hydrographie seront sélectionnés par concours (articles 3 à 9). Chaque concours désignera les deux meilleurs candidats parmi lesquels l'Amiral choisira le titulaire ; pour les ports de Brest, Lorient, Toulon et Rochefort c'est le Roi qui choisira le titulaire.
- Le programme d'un cours élémentaire de pilotage et de navigation sera défini. Les professeurs seront tenus de le suivre (article 19).
- Les élèves navigateurs passeront un examen de pilotage devant l'hydrographe-examineur du lieu. S'ils réussissent, ils recevront un certificat de pilotage (articles 24 à 29).

- Les candidats Capitaines de navires marchands devront posséder un certificat de pilotage (articles 30 à 36). Les candidats Maîtres au petit cabotage sont exonérés du certificat de pilotage, ainsi que les Maîtres de bateaux équipés pour la petite pêche (articles 37 et 38).

D'autre part, l'article 42 supprime la qualité de pilote-hauturier. Ce sont maintenant les capitaines qui doivent savoir naviguer. Enfin, les articles 45 à 47 sont consacrés aux journaux de navigation et de route. Les capitaines doivent les remettre au Greffe de l'Amirauté au retour de leurs voyages au long cours en même temps que leurs rapports. Si le port possède un professeur d'hydrographie, le Greffe lui transmet les journaux pour examen pendant au plus quinze jours. Le Greffe restitue ensuite les journaux aux capitaines. Les remarques et les éléments intéressant la navigation sont transmis aux hydrographes-examineurs qui rendent compte au secrétaire d'état de la marine.

Le décret sur l'organisation de la marine du 28 avril 1791 indique à l'article 14 qu'il « y aura des écoles gratuites d'hydrographie et de mathématiques dans les principaux ports du royaume. »

La loi sur les écoles de la marine du 10 août 1791 donne dans son article 4 la liste des douze écoles de mathématiques et d'hydrographie en place : Toulon, Marseille, Sète, Bayonne, Bordeaux, Rochefort, Nantes, Lorient, Brest, Saint-Malo, Le Havre et Dunkerque. L'article 5 crée 22 nouvelles écoles, appelées simplement écoles d'hydrographie, à Antibes, Saint-Tropez, La Ciotat, Narbonne, Port-Vendres, Libourne, La Rochelle, Les Sables d'Olonne, Paimboeuf, Le Croisic, Vannes, Audierne, Saint-Pol de Léon, Saint-Brieuc, Granville, Cherbourg, Honfleur, Fécamp, Dieppe, Saint Valéry-sur-Somme, Boulogne et Calais. Un décret du 20 septembre 1791 y ajoute l'école d'hydrographie de Rouen.

Enfin, la loi concernant les écoles de service public du 30 vendémiaire de l'an IV (22 octobre 1795) stipule au titre IX, article I, que les écoles de mathématiques et d'hydrographie destinées à la marine d'état et les écoles d'hydrographie destinées à la marine de commerce seront désormais appelées écoles de navigation.

L'activité de production des cartes marines des professeurs d'hydrographie diminue, puis s'éteint rapidement après le décret du 5 octobre 1773 (voir plus loin). Les écoles retrouvent leur nom d'écoles d'hydrographie au début du XIXe siècle pour le perdre définitivement en 1919 lorsqu'elles deviennent des écoles nationales de la marine marchande. Les professeurs d'hydrographie gardent leur titre jusqu'en 1965 ; ils deviennent alors professeurs de l'enseignement maritime.

D'Après de Mannevillette et la Compagnie des Indes

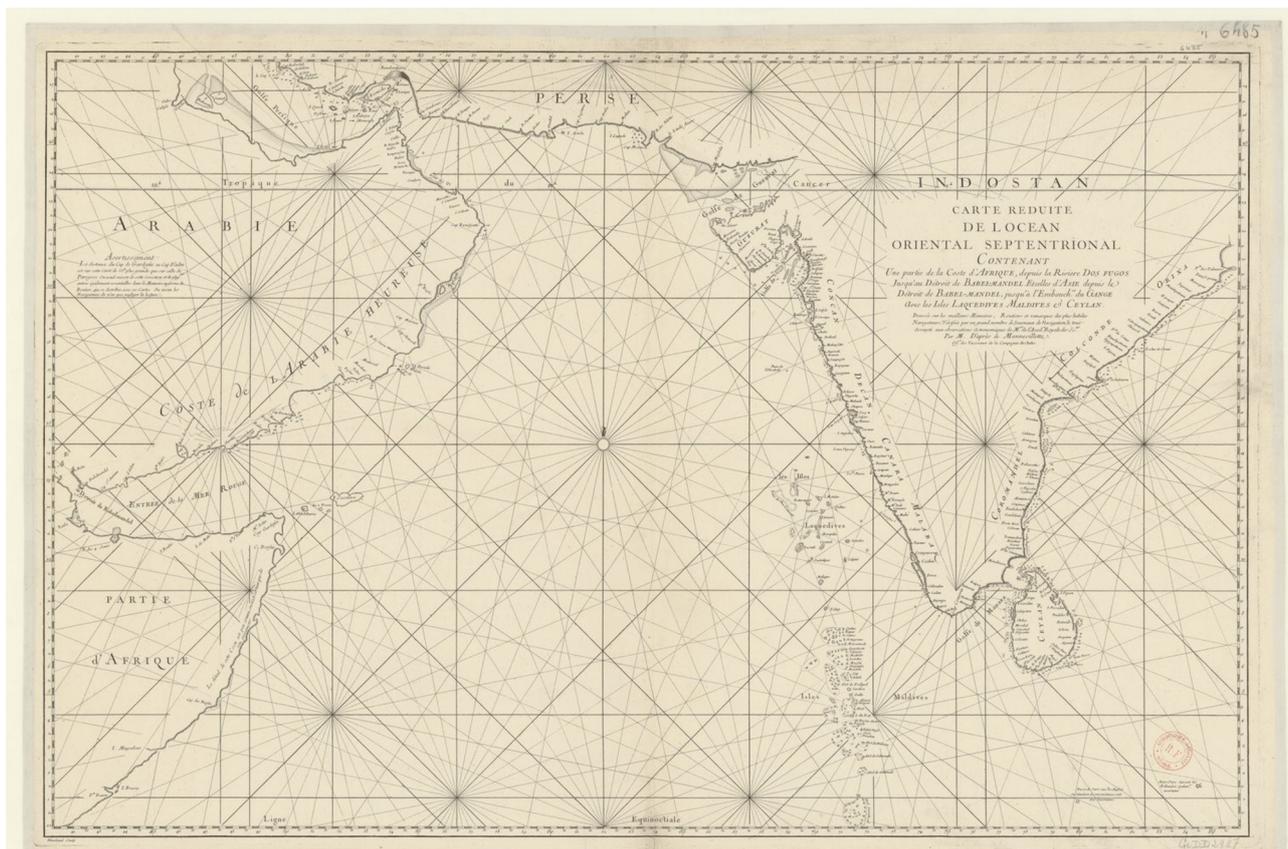
Jean-Baptiste d'Après de Mannevillette effectue son premier voyage en 1719 à l'âge de 12 ans, au Bengale, avec son père, capitaine du navire pour la Compagnie des Indes. A son retour, en 1721, il part à Paris se former auprès du géographe Guillaume Delisle et de l'astronome Philippe Desplaces.

Il reprend la mer en 1726 comme second enseigne sur un navire de la Compagnie des Indes. A partir de 1730, il commence à noter les observations qu'il effectue pendant ses voyages.

Lors de son voyage de 1736 à 1739, D'Après de Mannevillette utilise pour la première fois un octant pour déterminer la latitude. Il en rédige un mode d'emploi : *Le nouveau quartier anglais ou Description et usage d'un nouvel instrument pour observer la latitude* publié en 1739. Dans son voyage suivant, en 1740, il utilise l'octant pour déterminer la longitude par la méthode des distances lunaires. Au vu des possibilités de la méthode, il fait le projet de publier un ensemble de cartes pour les vaisseaux de la Compagnie. En 1741, il écrit à son directeur du commerce : « Par ce moyen nous parviendrons à avoir de bonnes cartes et à rendre raison des différences considérables qu'on a souvent en naviguant [...] Je mets à profit le séjour que nous faisons dans l'Inde à rectifier et à corriger les cartes de ces mers afin de nous affranchir de la nécessité où nous avons toujours été d'emprunter aux Anglais et aux Hollandais celles que nous pourrions tirer de notre propre fonds beaucoup plus parfait. »

A partir de juin 1742 il reste à Lorient pour préparer un recueil de cartes accompagné d'un routier, le *Neptune oriental ou Routier général des côtes des Indes orientales et de Chine*. L'ouvrage est publié en 1745, l'impression étant payée par la Compagnie des Indes. Le recueil comporte 26 cartes s'appuyant sur 8 positions astronomiques et contient des indications de fiabilité, selon que l'auteur a vu lui-même les lieux ou a compilé d'autres travaux. Cet ouvrage est bien accueilli en France et aussi à l'étranger. Il a bonne réputation mais il n'est pas exempt d'erreurs ; Bougainville écrit pendant son tour du monde : « Les cartes ont été fausses à ne pas s'y reconnaître. Celle de M. d'Après ne vaut pas mieux que les autres. »

En 1749, D'Après de Mannevillette reprend la mer, cette fois comme capitaine de navire. En 1750 la Compagnie des Indes lui confie des missions hydrographiques : détermination des positions du Cap de Bonne-Espérance et des îles des Mascareignes, et relevé des côtes du sud-est de l'Afrique. A l'issue d'une campagne difficile mais fructueuse, D'Après de Mannevillette rentre à Lorient en 1752.



4 - carte réduite de l'océan oriental septentrional - D'Après de Manneville - 1745 - cote GE DD-2987 (6485 B)
/Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

L'année suivante, il publie une carte de l'océan Indien à la demande du ministère de la marine avant de repartir pour la Chine. Il essaie une nouvelle route plus courte, passant à l'est de Madagascar, et en dessine la carte. Il rentre définitivement à Lorient en 1756.

En 1762, la Compagnie des Indes confie à D'Après de Manneville son dépôt des cartes et plans créé récemment à Lorient. Ce dépôt recueille les journaux de navigation et les rapports de mer des capitaines de la Compagnie. D'Après commence alors à travailler sur une nouvelle version de son *Neptune oriental*. En 1765, il publie un *Mémoire sur la navigation de France aux Indes* à la demande du ministre de la marine à la suite du naufrage du *Dromadaire*.

Après la dissolution de la Compagnie en 1770 et le rachat du port de Lorient par le Roi, D'Après de Manneville devient *Inspecteur pour le Roi des cartes et journaux de la navigation de l'Inde à l'Orient*.

En 1771, il soumet la deuxième version de son *Neptune oriental* à l'Académie de marine dont il est membre. L'impression est autorisée en 1773 mais des problèmes de financement retardent la publication jusqu'en 1775. La nouvelle version comporte 65 cartes et s'appuie sur 24 positions

astronomiques. Cinq cartes proviennent d'Alexander Dalrymple, de l'*East India Company*, avec lequel D'Après de Manneville entretient une correspondance. Cartes et texte gagnent en précision et font référence pendant plus de 70 ans.

D'Après de Manneville meurt en 1780. Alexander Dalrymple écrit de lui : « M. D'Après n'était pas de ces hommes qui naissent tous les jours ; peu, et très peu vraiment, ont poussé aussi loin que lui les connaissances dans la partie qu'il a suivie : il n'est point d'hydrographe d'aucun âge ni d'aucune nation qui puisse entrer en concurrence avec lui, et son égal n'a jamais existé. »

Le dépôt des plans, cartes et journaux de la marine

Création du dépôt

En 1701, l'ingénieur géographe Charles Pène, en charge des Cartes et plans du roi, décède. Le ministre de la marine fait prendre à son domicile la collection des cartes dont il avait la charge et prescrit à Pierre Clairambault, qui dirige le dépôt des archives de la marine, d'en extraire ce qui concerne les fortifications et de faire porter le reste au jardin des Petits-Pères, place des Victoires à Paris, dans le pavillon qu'occupe le dépôt. Il

semble que Beauvilliers, ingénieur géographe *pour les cartes de la marine à Paris*, prenne la suite de Charles Pène le 1er novembre 1701. On connaît de lui des cartes d'îles de 1703 et une carte de la Louisiane de 1720.

Le 19 novembre 1720, le Conseil de marine, organe créé le 3 novembre 1715 pour remplacer le secrétariat d'état à la marine momentanément supprimé, crée le dépôt des plans, cartes et journaux de la marine (voir encadré n°2 ; l'organisme sera désigné le plus souvent sous le nom abrégé de « Dépôt » dans la suite du texte). Le lendemain 20 novembre, la garde du Dépôt est confiée au chevalier de Luynes, capitaine de vaisseau. Le Dépôt occupe une salle du pavillon des Petits-Pères, près de la place des Victoires à Paris, à côté des archives de la marine.

Début 1721, Jacques Nicolas Bellin, âgé de 18 ans, entre au Dépôt comme premier commis (le Dépôt compte alors deux personnes : le garde et le commis). Son premier travail consiste à extraire du dépôt des archives de la marine tous les documents ayant un intérêt nautique ou hydrographique, tels que les cartes, plans, journaux de voyage, rapports

et autres mémoires envoyés par les officiers commandant les vaisseaux à leur retour de mer, et d'en dresser un inventaire. Bellin effectue également des copies sur papier huilé (calque) de cartes marines. Le géographe Philippe Buache, élève de Guillaume Delisle, intègre le Dépôt comme dessinateur cartographe à partir de 1721 ou 1729, selon les sources, jusqu'en 1737 ou 1738 où il est remplacé par Le Moyne.

L'activité première du Dépôt est la conservation, l'examen et la copie de cartes. Toutefois, en 1730, La Blandinière, alors responsable du Dépôt, et Bellin se rendent en mission à Dunkerque pour faire un état des lieux du chenal et du port. Bellin y dresse de nombreux plans. Bien que remplacé à la tête du Dépôt en 1734, La Blandinière poursuit les travaux cartographiques avec Bellin.

Cartographie de cabinet

Le Dépôt publie ses premières cartes de compilation en 1737 : côtes de Saint-Domingue, côtes de l'Acadie et carte de la Méditerranée en 3 feuilles. Cette dernière est une carte réduite, ce qui n'est pas du tout du goût des marins : en 1745 le mi-

Encadré n°2 : arrêté créant le Dépôt des plans, cartes et journaux

Mémoire présenté pour l'établissement du Bureau du Dépôt des plans, cartes et journaux de la marine en faveur de M. le chevalier de Luynes.

Il paraît convenable au bien du service, et au bon ordre qu'il est nécessaire de maintenir dans la marine, qu'il y ait toujours à Paris un officier capable et de confiance, qui soit préposé à l'examen et à la garde des plans, cartes, journaux de voyages, rapports et autres mémoires envoyés par les officiers commandants des vaisseaux à leur retour de la mer.

Tous ces plans, journaux et mémoires ont été mis jusqu'ici avec les autres papiers concernant la marine dans un lieu de dépôt et, quoiqu'ils y soient soigneusement conservés et tenus dans tout l'arrangement nécessaire, on ne peut en tirer beaucoup d'utilité, par rapport à l'espèce d'oubli où ils sont quand ils y ont été une fois portés, au lieu que l'officier qui serait préposé, étant capable de connaître et de choisir ce qui serait bon et utile, on pourrait en envoyer des copies ou extraits dans les ports, suivant que le bien du service les requerrait, et même ordonner aux officiers qui seraient commandés pour les voyages de long cours de vérifier les découvertes et observations envoyées par ceux qui auraient précédemment fait les mêmes voyages, avec ordre aux autres d'en faire mention exacte dans leurs journaux.

Il convient que ces plans, cartes et autres mémoires, restent dans le même lieu où tous les papiers de la marine sont en dépôt, mais qu'il en soit fait distraction, et qu'ils soient mis dans une chambre séparée à la seule garde de l'officier préposé et de son commis qui en auront la clef.

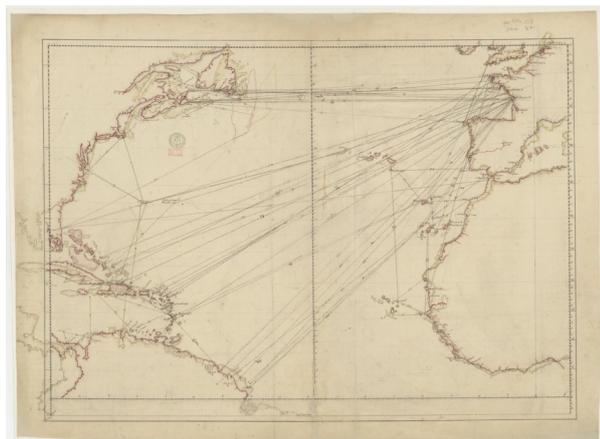
Comme ce poste ne peut être rempli utilement que par un officier expérimenté dans la marine et dans la navigation, on estime à propos de le confier à un capitaine de vaisseau en observant que lorsqu'il sera parvenu à un grade supérieur dans la marine, ce même emploi sera donné à un autre capitaine.

Il paraît que les appointements attribués à cet emploi doivent être de six mille livres payés également à Paris lieu ordinaire du Dépôt, ou dans les ports ou à la mer, mais on croit que ces appointements étant suffisants il doit cesser de recevoir ceux de capitaine de vaisseau.

Il lui sera indispensablement nécessaire d'avoir un commis qui sache bien dessiner, et soit capable de tenir l'ordre et les registres dans ce dépôt et on ne peut donner à ce commis moins de 1200 livres d'appointement.

Fait et arrêté le 19 novembre 1720

nistre de la marine demande à Bellin de graver une carte plate de la Méditerranée.



5 - carte de l'Atlantique Nord sur laquelle on a tracé des distances directes ayant servi à corriger la carte - Bellin - 1737 - cote GE SH 18 PF 118 P 47 /Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

A partir de 1741, Bellin est autorisé à vendre à son profit les cartes du Dépôt qu'il fait graver et imprimer à ses frais et il obtient le 1er août 1741 le premier brevet d'ingénieur hydrographe de la marine.

Le personnel du Dépôt est assez réduit : en plus de Bellin et Le Moyne on compte maintenant trois ou quatre autres commis. Sous les ordres de Bellin, ils dressent des cartes marines au moyen des renseignements extraits des journaux de navigation et des observations spéciales faites par les marins. En général ils restent au Dépôt et n'effectuent pas de travaux sur le terrain.

Le Dépôt continue d'enrichir son fonds documentaire, en particulier lors des successions. Il utilise à partir de 1742 un timbre destiné à marquer les documents lui appartenant. En 1745, le Dépôt reçoit des exemplaires du *Neptune oriental*. Un contentieux naît rapidement entre Bellin et l'auteur du *Neptune* et Bellin fait détruire tous les exemplaires du recueil remis au Dépôt.

En 1751, la marine acquiert les cuivres du *Neptune françois*. Bellin en prépare une nouvelle édition corrigée, publiée en 1753. Deux cartes dont les cuivres manquaient sont regravées. Les longitudes, qui comptaient 21° au lieu de 20° entre le méridien de l'île de fer et celui de Paris, sont corrigées. Les longitudes par rapport aux autres méridiens d'origine habituels sont ajoutées : Paris, île de Ténériffe, Londres et Cap Lizard. Pour les cartes plates qui ne possédaient ni latitude, ni longitude, le Dépôt calcule la valeur du degré de longitude à la latitude moyenne de la carte et grave l'échelle des longitudes et celle des latitudes. Cette dernière n'est pas croissante mais, comme il s'agit

de cartes particulières de peu d'étendue, cela leur donne « le même avantage que les cartes réduites ». Le mémoire qui accompagne les cartes mentionne un certain nombre d'erreurs dans les cartes qu'il aurait été trop lourd de corriger.

En 1755, Joseph Nicolas Delisle, frère de Guillaume Delisle, rejoint le Dépôt dont il devient l'astronome.

En juillet 1763, le dépôt des cartes et plans et les archives de la marine sont transférés à l'Hôtel des Affaires Etrangères et de la Marine à Versailles.

Bellin décède en 1772 alors que l'activité du Dépôt décline. Les cuivres, cartes, journaux et autres documents trouvés à son domicile sont remis au Dépôt. De nombreuses voix s'élèvent pour critiquer les cartes qu'il a produites (voir encadré n°3).

En 1773 paraît la dernière édition du *Neptune françois*.



6 - détail de la carte générale des costes de Bretagne du Neptune françois avec l'ajout des échelles de latitudes et de longitudes - 1773 - cote GESH18PF42P14/2 /Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Monopole de la production des cartes

A côté de la production de Bellin, qui inclut des cartes et ouvrages publiés à titre personnel, on trouve peu de production cartographique privée : celle de D'Après de Manneville, de Jean-Baptiste Degaulle... Celui-ci, pilote et maître d'hydrographie au Havre où il enseigne à titre privé, soumet à l'académie des sciences une carte de la Manche en trois feuilles. L'académie approuve la carte le 18 octobre 1773 et la carte est publiée.

Cette affaire provoque un tollé au Dépôt. En effet, le 5 octobre 1773, le Conseil du roi a rendu un arrêt donnant au Dépôt un quasi-monopole sur la production des cartes (voir encadré n°4).

Par la suite, Degaulle, qui est également auteur, inventeur et fabricant d'instruments pour la navi-

Encadré n°3 : critiques des cartes de Bellin

Eveux de Fleurieu - 1773

Dans le compte rendu du voyage d'épreuve des horloges marines, Fleurieu critique le fait que les positions des lieux changent avec les cartes, alors que ces positions n'ont pas été révisées, et qu'elles ne sont pas en accord avec les mémoires qui les accompagnent. Il signale aussi « des défauts particuliers sans nombre, des changements continuels sans fondement et sans motifs, des négligences impardonnables d'exécution, tant dans la construction du plan que dans les divisions et la correspondance des échelles. »

Ses critiques atteignent des sommets lorsqu'il mentionne le monopole du Dépôt : « S'il était possible que ma conduite déplût : ce ne pourroit jamais être qu'à des gens dominés par un sordide intérêt, qui s'arrogeant le privilège abusif de publier et de vendre seuls des cartes marines, n'iraient pas sur la foi trompeuse de ces cartes, exposer au péril de la mer leur fortune et leurs jours, et à qui peut-être il importerait peu qu'elles fussent exactes ou infidèles, que leurs erreurs entraînaient la ruine, la perte même des citoyens précieux à l'Etat ; pourvu qu'un débit prompt & assuré fit rentrer dans les mains de l'avarice le produit odieux du monopole. »

Il conclut toutefois que la plupart des erreurs provient de l'exécution des cartes (plutôt que de leur conception) et recommande de supprimer l'emploi des calques pour reporter les cartes sur le cuivre et de construire directement sur le cuivre les échelles, puis les points principaux de la carte. Le graveur n'aura ensuite qu'à foncer le trait. « Je rends justice au Rédacteur des cartes du Dépôt, à son zèle, à sa fécondité ; mais je suis bien éloigné d'approuver tout son travail ; quoique la plupart de ses productions soient les moins imparfaites qui aient été publiées en Europe. Les erreurs y sont d'autant plus dangereuses, qu'ayant été dres-

sées par les ordres du Ministère, et, en quelque sorte, sous ses yeux, ces Cartes ont acquis un titre qui inspire confiance & semble interdire le doute. »

Note interne du Dépôt - mai 1775

A propos de la collection des cartes de Bellin : « il seroit à désirer qu'elle fut aussi bonne qu'elle est nombreuse, mais il a travaillé dans un tems où les connoissances en longitudes étoient très bornées, aussi on luy doit rendre compte de son immense travail sans se permettre d'en faire la critique. »

Verdun, Borda et Pingré - 1778

Dans le compte rendu de leur voyage de 1771-1772, on peut lire : « On convient assez généralement de l'imperfection des Cartes hydrographiques actuelles du Dépôt. Nous y avons relevé beaucoup d'erreurs [...] on peut rapporter à trois causes les erreurs des cartes actuelles du Dépôt, à la négligence, au défaut des connoissances nécessaires, à la méthode que l'on a suivie pour leur construction. »

Levêque - le guide du navigateur - 1779

« Il est étonnant que, malgré les dépenses considérables que le Gouvernement a faites pour la perfection des Cartes, celles du dépôt soient encore si inexactes. On n'a pas même tiré tout le parti qu'on pouvoit tirer des Mémoires qu'on avoit en main ; la plupart des Navigateurs les trouve défectueuses ; M. de Fleurieu y a reconnu une quantité considérable d'erreurs. Nous touchons cependant à l'époque où les Cartes Françaises vont être enrichies et perfectionnées. »

gation, dont une boussole à réflexion, demande et obtient en 1777 le brevet d'ingénieur hydrographe du roi sans appointements. En 1781, le ministre de la marine l'autorise à porter l'uniforme d'ingénieur de la marine. En 1783, Degaulle effectue un levé dans la rade du Havre avec le soutien de la marine et publie, en 1788, une carte de l'embouchure de la Seine.

En 1775, D'Après de Manneville publie la deuxième édition du *Neptune oriental*. Le Dépôt fait remarquer que son auteur ne s'est pas plié aux exigences de l'arrêt du 5 octobre 1773. On lui re-

proche également de ne pas avoir fourni tous les matériaux et on critique ses cartes en les comparant à celles de Bellin, soi-disant meilleures. Néanmoins le Dépôt produira une troisième édition du *Neptune oriental*, augmentée de 18 cartes, en 1781, après la mort de D'Après de Manneville.

Réorganisations

En 1773, l'organisation du Dépôt est la suivante :

- inspecteur : Chevalier Gabriel Joseph d'Oisy d'Assignies

Encadré n°4 : arrêt du Conseil du roi du 5 octobre 1773

[...] Sur ce qu'il a été représenté au roi étant dans son conseil, que plusieurs géographes et pilotes prétendaient s'ingérer à construire et publier des cartes marines et en faire un objet de commerce, voulant Sa Majesté prévenir un tel abus dont les suites seraient à craindre pour la sûreté de la navigation, et diminuer autant qu'il est possible les dangers de la mer à cette classe précieuse de ses sujets qui a le courage de les affronter, pour soutenir la gloire de ses armes ou pour étendre et améliorer le commerce de la navigation ; et sachant que pour faire les cartes marines les plus exactes et les portulans les plus fidèles, il faut les composer sur les meilleurs matériaux du temps, et que le souverain seul peut être en état de former, d'entretenir et d'enrichir une telle collection dans laquelle intention Sa Majesté aurait ordonné en 1720 l'établissement d'un dépôt des cartes, journaux et mémoires maritimes, observations astronomiques, et opérations topographiques dont il a déjà été formé des cartes meilleures que celles dont on se servait auparavant ; étant d'ailleurs informée, Sa Majesté, que ce dépôt précieux et qui le deviendra chaque jour de plus, est actuellement en état de produire les fruits d'utilité que Sa Majesté a eu en vue en l'établissant. Oui le rapport du sieur de Boynes, ministre secrétaire d'Etat ayant le département de la marine, Sa Majesté étant en son conseil, a ordonné et ordonne : qu'à l'avenir, toutes les cartes marines, portulans et instructions nécessaires pour la conduite des vaisseaux tant de guerre que de commerce du royaume, soient exclusivement composés, dressés et publiés au dépôt de Sa Majesté par des personnes capables de s'en bien acquitter et que ces ouvrages soient toujours accompagnés d'analyse imprimées et indicatives des autorités dont on se sera appuyé, non seule-

ment afin d'inspirer aux navigateurs une juste confiance, en leur exposant au vrai le degré d'exactitude ou de doute que comporte ces cartes dans chacune de leurs parties ; mais encore, afin de les garantir de l'incertitude dangereuse où les jetterait un amas de cartes que pourraient publier sans cela, des particuliers qui, quoique dénués de matériaux suffisants pour les construire, les annoncent cependant sous des titres fastueux et exagérés, pour en activer la vente : qu'en conséquence, nul particulier, savant, géographe, hydrographe, officier de marine, pilote, ne pourra publier ces tels ouvrages, sans commission expresse.

Entend cependant Sa Majesté que ceux qui ayant des matériaux neufs dont ils pourraient produire les détails des observations et des opérations faites sur les lieux et en justifier la supériorité sur tous autres déjà connus, aient le droit de prétendre à l'honneur et au profit de la première publication. Dans ce cas, ils s'adresseraient au secrétaire d'Etat ayant le département de la marine, qui fera examiner au fond et en détail ces matériaux et si le rapport constate la vérité de leur exactitude, il leur sera délivré les permissions nécessaires pour sa publication.

Mande Sa Majesté à M. de Penthièvre, amiral de France et enjoint aux officiers des amirautés dans les ports de tenir chacun en droit soi, la main à l'exécution du présent arrêt qui sera lu, publié et affiché partout où besoin sera et enregistré aux greffes des amirautés et aux contrôles de la marine, pour être exécuté suivant sa forme et teneur, dérogeant Sa Majesté, pour cet effet, à tous arrêts et règlements et autres choses à ce contraire.

- adjoint : Marquis Joseph-Bernard de Chabert de Cogolin
- hydrographe : Giovanni Antonio Rizzi Zannoni
- garde : Anne-François l'Huillier de la Serre
- astronome : abbé Rochon
- ingénieurs : Le Moyne, Claro, Bailly de Saint Paulin, Grogard du Justin, et d'autres

Le garde dirige depuis le 1er janvier 1773 le Bureau des plans et cartes de la marine chargé de l'encadrement des commis et de la gestion courante des documents.

Une ordonnance du 20 mars 1775 transfère le Dé-

pôt à Paris, rue Saint-Antoine, au prieuré royal de Saint-Louis de la Culture.

A partir de 1775-1776, la diffusion des cartes est assurée par l'entrepôt général pour la vente des cartes et ouvrages du dépôt des cartes, plans et journaux de la marine et par des entrepôts auxiliaires mis en place dans les ports chez des commerçants agréés. La gestion de l'entrepôt général est confiée à Jean Nicolas Buache, géographe ordinaire du roi, neveu de Philippe Buache.

En 1775, les astronomes Mechain et Messier rejoignent l'abbé Rochon, astronome du Dépôt.

Un peu plus tard, le Dépôt est chargé de l'approvisionnement de la Marine en chronomètres et gardes-temps.

En 1776 démarre une époque où les réorganisations sont assez confuses : en juin, un édit installe le dépôt des chartes des colonies à Versailles. Ce dépôt est réuni au dépôt général des archives de la marine. En 1778, les Plans des Colonies, restant sous la garde de l'inspecteur du Dépôt, sont transférés à Versailles. En 1780, le dépôt des plans des fortifications des colonies est joint au Dépôt. Un décret du 29 septembre 1791 affecte à la marine le bureau du dépôt des cartes, plans et journaux des colonies. Un ordre du 25 germinal de l'an II (14 avril 1794) fait revenir à Paris les Plans des Colonies, ce qui est fait le 14 nivôse de l'an IV (4 janvier 1796). Le 15 nivôse de l'an VIII (5 janvier 1800), un arrêté des Consuls transfère les Plans des Colonies dans les bureaux du dépôt des fortifications, rue Saint-Dominique.

A la mort de D'Après de Manneville, en 1780, une commission part à Lorient inventorier les papiers de la Compagnie des Indes. Elle rapporte six caisses de cartes, plans et journaux qui sont versés dans la collection du Dépôt.

En 1785, l'effectif du Dépôt est de 19 personnes :

- inspecteur : Marquis Joseph-Bernard de Chabert
- inspecteur-adjoint : Chevalier Charles Pierre Claret de Fleurieu
- garde du Dépôt (administration) : François Pierre Le Moyne
- garde adjoint : Jean-Nicolas Buache
- premier ingénieur hydrographe (construction des cartes, direction des travaux) : Rigobert Bonne
- astronome hydrographe : Pierre-François Méchain
- astronomes : Charles Messier, Alexis-Marie Rochon
- 2 secrétaires
- 2 garçons de bureau
- 1 graveur
- 1 préposé à l'imprimerie
- 6 ingénieurs hydrographes (dessinateurs) : Benoît Gognard du Justin, Pierre-Nicolas Le Roy, La Roche...

Jean-Nicolas Buache est garde adjoint depuis 1780, en vue du remplacement de Le Moyne (qui

quittera le poste en 1792). Mais, en même temps, il est secrètement premier ingénieur hydrographe en attendant le départ de Rigobert Bonne, dont l'inspecteur et l'inspecteur adjoint souhaitent se séparer. La mauvaise santé de Bonne laisse espérer un départ rapide, mais il faudra finalement le mettre à la retraite anticipée en 1789.

Les réorganisations reprennent avec la période trouble de la Révolution.

Une loi du 14 pluviôse de l'an II (2 février 1794) regroupe l'ensemble des dépôts d'archives. Un décret du 27 pluviôse (15 février) en exclut notamment les dépôts des cartes de géographie et d'hydrographie.

L'arrêté du Comité de Salut Public du 20 prairial de l'an II (8 juin 1794) crée une agence des cartes, dotée d'un dépôt provisoire des cartes et plans. Le 16 messidor (4 juillet), le Comité de Salut Public met les divers dépôts de cartes et plans au service de la commission des travaux publics. Le 23 messidor (11 juillet), les dépôts reçoivent l'ordre de lui présenter leur inventaire. Le 2 thermidor (20 juillet), l'hôtel d'Harcourt, rue de l'Université, est prêt à recevoir les documents topographiques et géographiques provenant de toute la France. Quelques jours après, le nombre de documents reçus est tel que les agents ne peuvent plus les classer. Il faut rapidement sursoir aux envois. Un arrêté du 16 thermidor (3 août) place tous les employés des dépôts sous les ordres directs de la commission des travaux publics afin d'aider au classement.

Les choses ne s'améliorant pas, une nouvelle organisation est mise en place. Un arrêté du 7 fructidor (24 août) crée un dépôt de la guerre de terre et de mer et de la géographie. Le dépôt de la marine lui est rattaché et le rejoint au 17 place des Piques (place Vendôme).

Le 29 thermidor de l'an III (16 août 1795), le Dépôt reprend son autonomie et s'installe 11 rue de la Place-Vendôme, dans l'hôtel d'Egmont-Pignatelli. L'hôtel loge les deux dépôts (plans et journaux de la marine et plans des fortifications des colonies), les ateliers de Lenoir, constructeur d'instruments géodésiques et ceux de l'horloger Louis Berthoud. La bibliothèque du dépôt des cartes et plans de la marine et des colonies est créée et un arrêté autorise l'ingénieur hydrographe Buache à puiser dans différents dépôts pour la constituer. Le Dépôt organise également la délivrance aux bâtiments de la flotte des documents et instruments nécessaires à la navigation.

L'arrêt du 17 prairial de l'an IV (5 juin 1796) transfère des archives de la marine au Dépôt tous les

mémoires, livres, instruments, modèles, cartes, plans et autres objets relatifs à la marine. L'arrêté du 31 mars 1808 reverse ces objets aux archives de la marine.

Le 22 floréal de l'an V (11 mai 1797), un arrêté du Directoire exécutif réorganise les services géographiques et fusionne les dépôts de la marine au sein du dépôt général de la marine. Le journal *La Chronique universelle* du 29 septembre 1798 annonce à ses lecteurs que le dépôt des archives de la marine et des colonies à Versailles est réuni au dépôt des cartes et plans de la marine à Paris, sous les ordres du vice-amiral Rosily. Les cartes publiées par le Dépôt le sont sous le nom de dépôt général de la marine, au moins à partir de thermidor de l'an VII (juillet 1799).

Les levés et les expéditions scientifiques

Comme au XVIIIe siècle, les travaux officiels sur le terrain sont exécutés par des ingénieurs ou par des officiers. Ce n'est qu'à partir de 1776 que le Dépôt commence à envoyer ses hydrographes sur le terrain. Par contre il ne prend pas part aux expéditions scientifiques.

Levés

Dans la première moitié du siècle, Nicolas et Jean Magin, ingénieurs ordinaires du roi, produisent de nombreux plans et cartes de détail du littoral normand.

A partir de 1750, La Galissonnière, depuis peu en charge du Dépôt, organise des missions d'observation astronomique sur le terrain afin de déterminer les coordonnées astronomiques de points remarquables en vue d'améliorer les cartes.

En 1750 et 1751, Chabert effectue des travaux hydrographiques en Amérique du nord pour fixer les positions des lieux, à son initiative mais sous la supervision du Dépôt. Il détermine des positions astronomiques et lève plusieurs cartes.

En 1751, des sondages sont effectués au large pour faciliter les atterrages des côtes de France au moyen de la sonde (Périgny sur l'*Anémone*). La carte de ces sondages est dressée en 1756 par l'ingénieur de la marine Michel Alexandre Magin.

En 1753, Chabert présente à l'académie des sciences un projet d'observations astronomiques et hydrographiques pour rédiger le second volume du *Neptune françois* dédié à la Méditerranée, les travaux de Chazelles à la fin du XVIIIe siècle n'ayant pas abouti. Chabert commence ses observations en Méditerranée, vite arrêté par la guerre.

Il les reprend à partir de 1764. Il semble que son travail ne soit pas allé à son terme.

Entre 1762 et 1785, des ingénieurs géographes effectuent des travaux sur les côtes dans un but de défense du territoire. Un levé systématique des côtes de l'Océan démarre en 1771 par une reconnaissance menée par 5 ingénieurs. L'année suivante, une trentaine d'ingénieurs effectue des levés de Dunkerque à Bordeaux. En 1774, le ministre de la guerre ordonne de concentrer tous les ingénieurs en Bretagne et le ministre de la marine prévoit de compléter leurs travaux par des sondages et par la topographie des objets immergés, tels que les bancs de sable, et des rochers éloignés du rivage, afin d'obtenir une vue d'ensemble des objets pour la défense des côtes. Cette partie maritime ne sera pas exécutée. A partir de 1777, les travaux consistent à établir une triangulation sur les côtes et à la relier à la triangulation de la zone frontière.

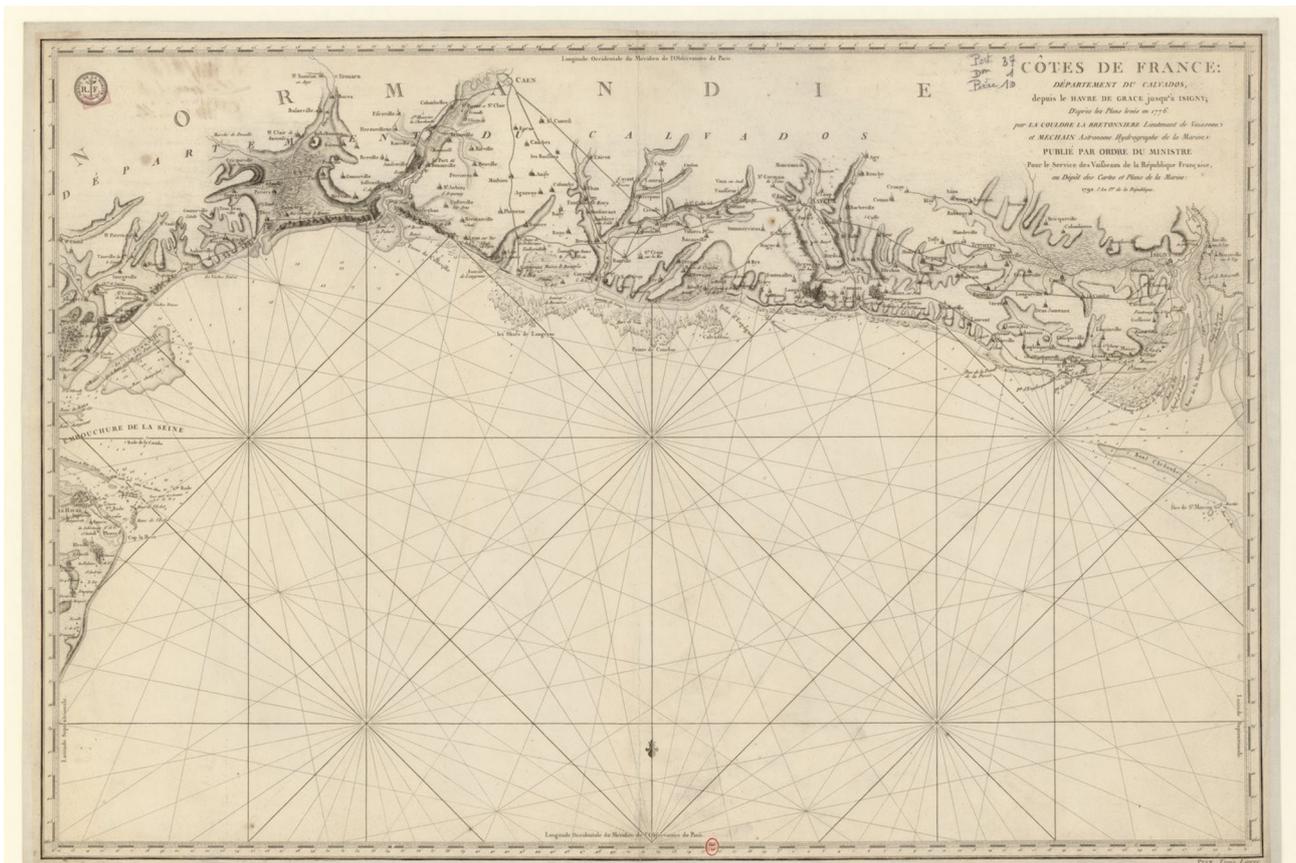
En 1775, le Dépôt projette de remplacer le *Neptune françois* par un levé des côtes de France. L'année suivante, l'astronome Méchain effectue des opérations de triangulation sur le littoral français de Dunkerque à Cancale avec le lieutenant de vaisseau Louis-Bonjean de la Coudre de La Bretonnière et les ingénieurs hydrographes Lartigue et Grancourt. Les sondages sont positionnés au graphomètre à partir de stations à terre. Les opérations sont interrompues par la guerre. Les cartes des levés effectués en 1776 et 1777 sont publiées en 1792, en même temps que cinq cartes des côtes de France en Méditerranée.

En 1789, le capitaine de vaisseau de la Bretonnière demande la vérification des sondes de la rade de Cherbourg. Le résultat est une carte comportant des courbes de niveau (voir encadré n° 5).

De juillet à novembre 1799, le Dépôt effectue un levé de l'Escaut. Les opérations principales sont faites au cercle de réflexion, la position des bancs, sondes et hauts fonds est fixée au cercle de réflexion ou avec un bon sextant, le détail topographique est levé au graphomètre. Les travaux géodésiques et hydrographiques sont réalisés par l'ingénieur hydrographe Beautemps-Beaupré et le lieutenant de vaisseau Raoul. La partie topographique est entièrement réalisée par l'ingénieur hydrographe Daussy. Le dessin est l'œuvre de l'ingénieur hydrographe Portier.

Expéditions scientifiques

1750 : travaux hydrographiques dans l'Océan Indien pour la Compagnie des Indes (D'Après de Manneville sur le *Glorieux*).



7 - côtes de France, département du Calvados depuis le Havre de Grace jusqu'à Isigny - Carte levée en 1776, une des premières cartes levées par le Dépôt - La Bretonnière et Méchain - 1792 - cote GESH18PF37DIV1P10 /Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

1764 : voyage d'épreuve de la montre marine de Berthoud (Chevalier de Goimpy, Duhamel du Monceau et abbé Chappe).

1766-1769 : tour du monde (Bougainville avec la *Boudeuse* et l'*Etoile*).

1767 : essai des montres marines de le Roy pour l'académie des sciences (l'*Aurore*).

1767-1770 : voyage dans l'océan Indien et le Pacifique (Surville, de la Compagnie des Indes).

1768 : essai des montres marines de le Roy pour l'académie des sciences (l'*Enjouée*).

1768-1769 : voyage pour éprouver les horloges marines de Berthoud (Eveux de Fleurieu et Pingré sur l'*Isis*). Le compte rendu est publié en 1773 et signale de nombreuses erreurs dans les cartes de Bellin.

1771 : Méditerranée (Chabert).

1771-1772 : terres australes (Kerguelen de Trémarec).

1771-1772 : voyage dans le Pacifique (Marion Dufresnes).

1771-1772 : voyage pour l'épreuve des horloges marines et pour vérifier l'utilité de plusieurs méthodes et instruments servant à déterminer la latitude et la longitude (Borda, Verdun de la Crenne et Pingré sur la *Flore*).

1773-1774 : terres australes (Kerguelen de Trémarec).

1776 : détermination de la position du premier méridien aux Canaries (Borda sur la *Boussole*).

1776 : Méditerranée (Chabert).

vers 1784 : expédition en Inde et en Chine (Théobald, comte de Kergariou-Loemaria).

1784-1785 : Océan Indien (Rosily).

1785-1788 : voyage dans le Pacifique (Jean François de Galaup, comte de La Pérouse avec l'*Astrolabe* et la *Boussole*).

1790-1792 : Pacifique et Océan Indien (Marchand)

1791-1794 : voyage d'exploration à la recherche de La Pérouse (Antoine Reymond Joseph de Bruny d'Entrecasteaux avec l'*Espérance* et la *Recherche*). Beautemps-Beaupré participe à l'expédition.

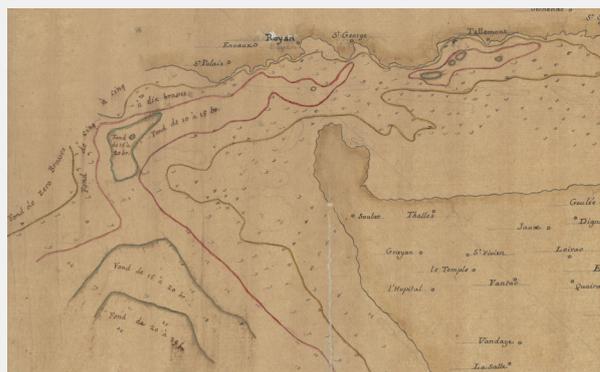
Encadré n°5 : courbes de niveau

Le levé de 1789 à Cherbourg est effectué, de manière inattendue, par le génie. Le règlement du 10 mars 1743 avait partagé les fortifications de terre et de mer entre le secrétaire d'état de la guerre et celui de la marine. Après plusieurs réorganisations, les ingénieurs de la guerre avaient formé en 1776 le corps royal du génie.

Le 20 juin 1789, le ministre de la marine adressa à Meusnier, à l'état-major général de l'armée, l'instruction prescrivant la vérification des sondes du port de Cherbourg. Il se trouve que Meusnier avait présenté en 1777, alors qu'il était dans le génie, un Mémoire sur le plan de défilement concernant le figuré du terrain par courbes horizontales (courbes de niveau). Meusnier profita de la demande du ministre pour faire réaliser la première carte à courbes de niveau du génie. Sept officiers de ce corps exécutèrent le levé : deux officiers étaient aux sondes, deux aux graphomètres, un observait le niveau de la mer et les deux derniers tenaient les registres des opérations.

Les premières cartes connues portant des courbes de niveau sont des cartes hollandaises levées en 1729 par Cruquius et gravées en 1733. En France, Philippe Buache présenta en 1737 à l'Académie des

sciences une carte de la Manche avec des courbes de niveau. Sa carte fut gravée en 1752. En 1765, le français Ducarla, au fait des travaux de Buache, rédigea un mémoire sur la représentation des montagnes par courbes de niveau, qu'il présenta à l'Académie des sciences en 1771. Son mémoire fut publié en 1782. Il existe une carte anonyme de la Gironde, datée de 1755, qui, à partir des sondes du *Neptune français*, figure des courbes de niveau selon la méthode établie par Buache.



8 - détail de la Carte des côtes comprises sur l'Océan dans l'Etendue de la Généralité de Bourdeaux avec l'entrée du fleuve de la Garonne ... - 1755 - cote GE D-16041 /Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Beautemps-Beaupré

Charles-François Beautemps-Beaupré naît en Champagne en 1766. Dix ans après, son cousin, Jean-Nicolas Buache, propriétaire d'un fonds de géographie repris de son oncle Philippe Buache, l'emmène avec lui à Paris pour lui servir de commis. Buache est depuis peu en charge de l'entrepôt général pour la vente des cartes et ouvrages du dépôt des cartes, plans et journaux de la marine.

Au début de 1783 Beautemps-Beaupré est « élève sans appointement » sous la direction de Buache. Il effectue des travaux pour la marine. Au printemps 1785, il assiste Buache dans la préparation des cartes pour l'expédition de La Pérouse.

A partir du 1er septembre 1785 il travaille pour Claret de Fleurieu (anciennement connu sous le nom d'Eveux de Fleurieu) qui est à la fois inspecteur adjoint au Dépôt et directeur des ports et arsenaux. Fleurieu le fait nommer ingénieur (sa fonction est celle d'un dessinateur géographe), payé par la marine, et le charge de dresser sous sa direction le *Neptune des mers du Nord*, ou *Atlas du Cattégat et de la Baltique*, une œuvre personnelle qui restera inachevée.

En février 1791, Fleurieu, maintenant ministre de la marine, prépare l'expédition de D'Entrecasteaux. Beautemps-Beaupré dessine les cartes destinées aux deux navires. Il fait sans doute part au ministre de son souhait de participer à l'expédition. En tout cas, Fleurieu le désigne pour faire partie de l'expédition et, le 31 juillet 1791, le nouveau ministre de la marine (Fleurieu ayant démissionné le 15 avril) nomme Beautemps-Beaupré premier ingénieur géographe de l'expédition, embarqué sur la *Recherche* sous les ordres du capitaine de vaisseau Bruny d'Entrecasteaux. L'expédition appareille de Brest le 29 septembre.

En octobre 1793, les deux navires de l'expédition arrivent à Java, territoire hollandais, avant de regagner la France. Les membres de l'expédition découvrent alors que la Hollande est en guerre contre la France et les Hollandais retiennent les navires et leurs équipages. Début 1795, la *Recherche*, sous les ordres de monsieur de Rossel, part pour la France avec les journaux de l'expédition et les cartes dressées par les ingénieurs géographes. Le navire est arraisonné par les Anglais qui se saisissent des documents. Beautemps-Beaupré, resté au Cap avec le second jeu de cartes, en fait une copie qu'il confie à un navire américain pour qu'elle parvienne à l'ambassadeur de France aux Etats-Unis.

Rentré en France avec le second jeu de cartes le 31 août 1796, via la Suède et le Danemark, Beautemps-Beaupré le remet au ministre le 5 septembre. Fleurieu, qui consacre maintenant tout son temps à ses travaux personnels, lui propose de reprendre le travail sur le *Neptune des mers du Nord*. Beautemps-Beaupré accepte.

Cette collaboration est de courte durée : le *Neptune* de Fleurieu n'est plus au niveau des progrès de la science, explique Chassériau, et surtout « M. le vice-amiral de Rosily-Meros, directeur et inspecteur du dépôt général des cartes et plans de la marine, rendit un compte on ne peut plus favorable des travaux de M. Beautemps-Beaupré, qui fut nommé, le 14 mars 1797 [Chassériau indique par erreur 1798], ingénieur hydrographe de première classe et sous-conservateur du dépôt, avec un traitement de 3.600 fr. » « Le citoyen Beaupré trouvera dans cette marque de ma confiance un nouveau témoignage de ma satisfaction des services qu'il a rendus dans le cours de la mission confiée au contre-amiral d'Entrecasteaux » ajoute le ministre.

Fin 1798, Beautemps-Beaupré supervise la rédaction des cartes du voyage de D'Entrecasteaux qui forment un atlas publié en 1807. En 1799 il effectue une reconnaissance hydrographique de Dunkerque à Flessingue et Anvers puis, à partir du 20 juillet, procède au levé de l'Escaut. Il signe alors ses cartes comme ingénieur hydrographe du dépôt général de la marine.

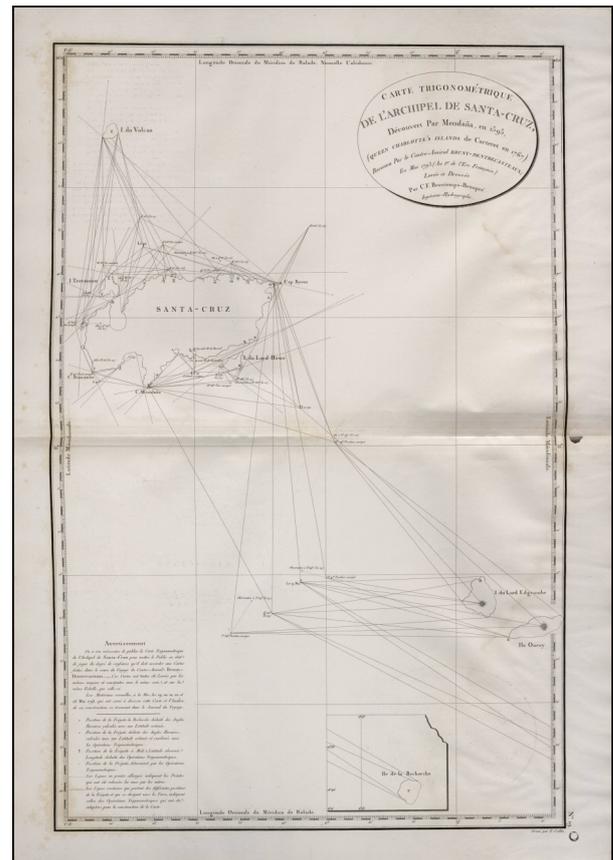
La naissance de l'hydrographie scientifique

L'expédition de D'Entrecasteaux a un double but : retrouver la trace de l'expédition perdue de La Pérouse et effectuer la part des travaux scientifiques qu'elle n'a pu réaliser.

Les instructions de Louis XVI fournies à La Pérouse en 1785 ont été préparées par Fleurieu. La première partie constitue le plan du voyage et les parties suivantes concernent les activités à accomplir. D'Entrecasteaux reçoit les mêmes instructions que La Pérouse, avec un nouveau plan de voyage. Les instructions qui concernent les travaux géographiques sont les suivantes.

Activité des astronomes :

- fixer avec précision les latitudes et les longitudes des lieux où le navire abordera et de ceux à vue desquels il passera,
- suivre le mouvement des horloges et des montres marines,



9 - carte trigonométrique de l'archipel de Santa-Cruz provenant de l'*Atlas du voyage de Bruny-Dentrecasteaux*. La carte montre les relevements et les alignements qui ont permis de placer les points principaux des côtes
Beautemps-Beaupré - 1807
cote A 56 - source Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse

- déterminer les longitudes par les distances lunaires et les comparer avec celles données par les montres,
- déterminer la latitude des îles et des terres non abordées en se tenant sur le même parallèle pendant les observations servant à déterminer la latitude du navire,
- faire de même pour la longitude en se tenant sur le même méridien que l'île ou la terre,
- observer quotidiennement la déclinaison et l'inclinaison de l'aiguille aimantée.

Activité des ingénieurs géographes :

- faire la reconnaissance et les plans des ports ayant un intérêt militaire,
- dresser des cartes exactes des côtes et îles visitées ; vérifier l'exactitude des cartes et des descriptions des terres déjà connues,
- pour cela, lors de la navigation le long des côtes et à vue des îles, les relever très exactement

avec le cercle de réflexion ou avec le compas de variation ; observer que les relèvements les plus sûrs pour la construction des cartes sont obtenus lorsqu'un cap ou tout autre objet remarquable peut être relevé par un autre,

- avec l'aide des officiers, lever avec soin les plans des côtes, baies, ports et mouillages ; y joindre toutes les informations utiles à la navigation.

Au cours de l'expédition, Beautemps-Beaupré met au point un mode opératoire pour effectuer les levés sous voile, selon la méthode habituelle de la triangulation, mais en remplaçant la boussole par le cercle de réflexion, beaucoup plus précis.

Le commandant de l'expédition est très satisfait des résultats obtenus par son ingénieur géographe. Dans une dépêche du 22 septembre 1792 il écrit : « La proximité où nous nous en sommes tenus [il s'agit de la Nouvelle-Calédonie] vous fera juger également de la précision avec laquelle cette carte a pu être faite ; aussi je ne crains pas de la présenter comme un ouvrage achevé et qui doit faire le plus grand honneur à M. Beaupré. C'est avec empressement que je saisis cette circonstance, et elle se présentera souvent, de vous dire que M. Beaupré est un sujet de la plus haute distinction, digne de toutes les récompenses du Gouvernement. » Plus tard, il ajoute : « Je ne vous parle plus de M. Beaupré ; il est au-dessus de tout éloge, et je ne peux que m'en rapporter à ce que je vous ai dit de lui dans ma dépêche n°1. »

Les Anglais aussi sont satisfaits des cartes de Beautemps-Beaupré. En 1801, ils envoient Matthew Flinders cartographe les côtes de l'Australie et lui remettent un exemplaire des cartes les plus récentes de la région, dont celles de Beautemps-Beaupré qu'ils se sont appropriées en 1795. Si Flinders trouve que les français ne s'approchent pas assez des côtes, et qu'il s'étonne de l'absence de sondes sur plusieurs de leurs cartes, il admire la précision du levé : « La ligne de côte, du cap Leeuwin jusqu'à près de 132° de longitude, était en général si bien déterminée et les cartes de Vancouver et d'Entrecasteaux semblaient si bonnes qu'il restait peu de choses à découvrir dans cet espace. [...] Les cartes des baies, des ports et des bras de mer situés à l'extrémité sud-est de la Terre de Van Diemen, construites dans le cadre de cette expédition par Mons. Beautemps-Beaupré et ses assistants semblent combiner exactitude scientifique et minutie des détails, avec un degré de netteté peu commun dans l'exécution : ils contiennent

certains des plus beaux spécimens de levé maritime, peut-être jamais réalisés dans un nouveau pays. [...] Monsieur Beautemps-Beaupré, ingénieur géographe à bord de La Recherche, était le constructeur des cartes françaises ; et il faut leur permettre de lui faire grand crédit. Peut-être qu'aucune carte d'une côte aussi peu connue qu'elle l'était alors ne supportera mieux la comparaison avec le terrain que celle de M. Beaupré. »

Beautemps-Beaupré décrit son mode opératoire dans ce que l'on peut appeler un « manuel d'hydrographie », placé en appendice de la relation du voyage publiée en 1808. Le premier chapitre est consacré aux opérations effectuées pendant l'expédition : levés sous voile et reconnaissances en canot. Le deuxième chapitre décrit la manière de lever et de construire les cartes que Beautemps-Beaupré met en œuvre à partir de 1799, lorsqu'il est possible de mettre en place une infrastructure à terre. Enfin le dernier chapitre donne un exemple de construction d'une carte d'un levé sous voile.

Beaucoup de lecteurs de l'appendice au voyage de D'Entrecasteaux ont souligné la nouveauté des procédés mis en œuvre, bien que ce ne soit pas vraiment le cas. L'influence de Borda et de Dalrymple est d'ailleurs explicitée dans l'appendice ou dans la préface (voir encadré n°6). Cependant, l'apport de Beautemps-Beaupré est important et le jugement porté par le *captain* Beaufort est justifié. A la tête de l'hydrographie britannique depuis 1829, il est élu à l'Académie des sciences en 1837. Dans sa lettre de remerciement à l'Académie, il écrit qu'il tient à grand honneur d'être associé à une compagnie qui a compté parmi ses membres d'Anville et Borda, au niveau desquels il place M. Beautemps-Beaupré qu'il regarde comme « le père de l'hydrographie scientifique ».

Le « manuel d'hydrographie » de Beautemps-Beaupré a fait effectivement basculer l'hydrographie dans une ère nouvelle, au point d'occulter parfois les contributions de ses prédécesseurs. Il est remarquable de constater que les méthodes décrites par Beautemps-Beaupré ont été adoptées par les autres nations, donnant à la France pendant un temps le statut de *leader* dans le domaine de l'hydrographie, et qu'elles ont été utilisées sans changement radical pendant plus de 150 ans, jusqu'à la révolution électronique de la seconde moitié du XXe siècle. Les dernières années du XVIIIe siècle marquent ainsi la fin de l'hydrographie approximative à la boussole et le début d'une hydrographie habitée par le souci de la précision.

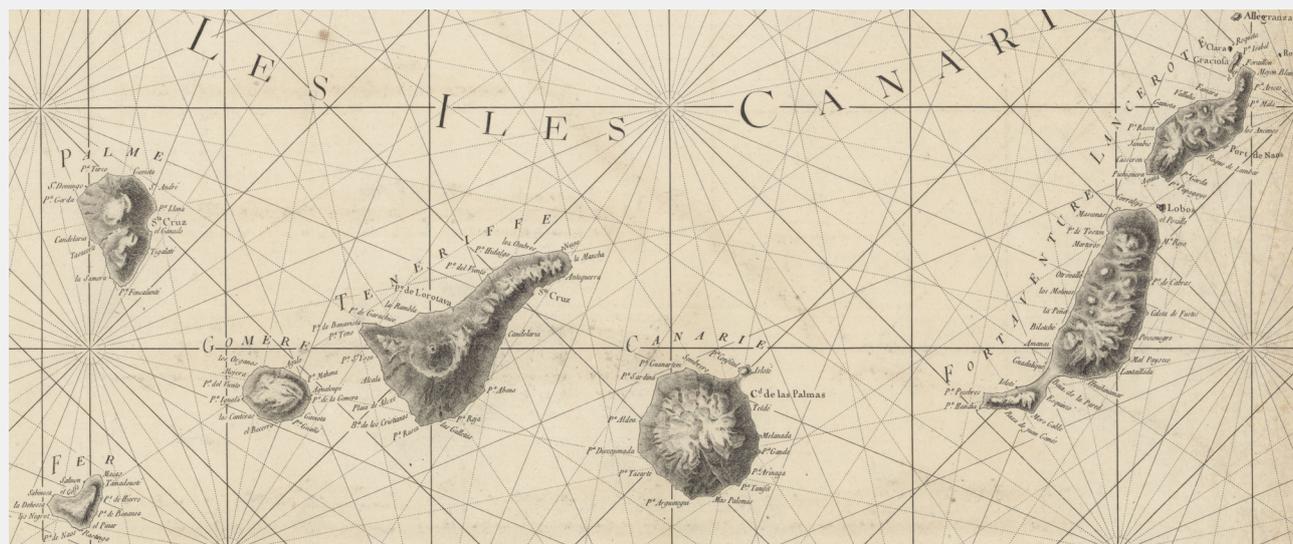
Encadré n°6 : origine des techniques utilisées par Beautemps-Beaupré

Les instructions du roi à La Pérouse et à D'Entrecasteaux contiennent quelques points techniques qui trouvent leur source dans le compte rendu du voyage de 1771-1772 effectué par Verdun de la Crenne, Borda et Pingré : relèvements au cercle de réflexion, utilisation des alignements, détermination des latitudes et longitudes des terres. Ce compte rendu de 1778 inclut quelques informations provenant du voyage de Borda aux Canaries en 1776. Dans une note sur l'article *Reconnaissance hydrographique des Côtes d'Afrique, en 1817, par ordre du Roi*, le rédacteur des annales maritimes et coloniales écrit : « Ce grand travail de M. Borda [en 1776] n'a pas été imprimé. Le précieux manuscrit existe au dépôt général des cartes et plans de la marine. C'est M. de Borda qui sut appliquer avec tant de succès à l'hydrographie les opérations astronomiques, en même temps qu'il employait les montres marines. Le premier il trouva et mit en œuvre ces belles méthodes qui resteront la base de la science et de la gloire de leur auteur. On doit au perfection-

nement de ces méthodes et à celui des montres marines les brillants et inappréciables résultats des travaux immenses exécutés pendant les voyages de d'Entrecasteaux et de Baudin [en 1800] ; on leur devra bientôt ceux des opérations hydrographiques auxquelles se livrent en ce moment M. Beautemps-Beaupré sur les côtes de l'Océan et M. Gautier dans la Méditerranée. »

Quelques passages du manuscrit de Borda ont été publiés en 1847 par l'ingénieur hydrographe Pierre Daussy. On y apprend que Borda utilisait plusieurs méthodes pour déterminer les positions géographiques des principaux points de la côte :

- observations astronomiques à terre
- longitude par les horloges marines lorsque le navire est situé sur le méridien du point à déterminer



10 - en haut : détail de la Carte particulière des îles Canaries - Borda - 1776 - cote GE SH 18 PF 120 DIV 2 P 52

/Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

en bas : carte moderne des îles Canaries - Hansen - CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=606414>

- latitude par le sextant lorsque le navire est situé sur le parallèle du point à déterminer
- opérations trigonométriques (triangulation à terre)
- position relative par rapport à un pic d'altitude connue (mesure en mer de la hauteur du pic lorsque le point à déterminer est aligné avec le pic puis relèvement ultérieur de ce point)
- estime et relèvements (triangulation en mer)

Il semble que Borda n'ait utilisé les relèvements astronomiques que pour placer les îles les unes par rapport aux autres. Le résultat qu'il obtient par ces méthodes est remarquable de précision (voir figure 10).

Il faut noter que, pour son voyage de 1776, Borda a emporté avec lui un exemplaire de l'essai sur les méthodes de levé maritimes d'Alexander Dalrymple (première édition, 1772), connu également de Beautemps-Beaupré, peut-être dans sa seconde édition de 1786. Dalrymple y écrit qu'« il n'est pas nécessaire de prendre plus d'un relèvement au compas pour chaque station ; les autres angles peuvent être pris au quadrant. » On obtient effectivement de meilleurs résultats en relevant le point A avec la boussole et en mesurant les angles entre les points A et B, A et C, et A et D avec un instrument à réflexion. Une simple opération permet ensuite d'obtenir le relèvement magnétique des points B, C et D. C'est la méthode qu'utilise Beautemps-Beaupré. En plus de prendre deux relèvements du point A, avec deux boussoles, il prend si possible un relèvement astronomique du point A en mesurant l'angle oblique qu'il fait avec le soleil et la hauteur du soleil. Pour éviter des corrections supplémentaires, le point A est choisi d'altitude la plus faible possible.

Relèvements astronomiques

Après la mise en évidence de la déclinaison magnétique, la boussole indiquant une direction qui peut différer de plus de 10° de la direction du nord géographique, les navigateurs ont pu déterminer cette différence en observant à la boussole l'azimut du soleil au lever ou au coucher, ce que l'on nomme l'*amplitude* du soleil, une méthode décrite au XVIIIe siècle par exemple dans *L'Art de naviger perfectionné par la connaissance de la variation de l'aimant* de Guillaume Denys (1666). Dans son *Traité complet de la navigation* de 1698, Jean Bouguer indique par ailleurs comment déterminer la variation de la boussole à toute heure par l'azimut d'un astre au moyen de la trigonométrie sphérique, en fonction de sa déclinaison, de sa hauteur

et de la latitude.

Dans une lettre de 1701, l'astronome britannique Edmond Halley, auteur de quelques levés à la fin du XVIIe siècle, décrit une méthode de levé originale indépendante du compas magnétique. Il relève à terre le vrai gisement des points principaux de la côte, l'un par rapport à l'autre « en mesurant l'angle, par n'importe quel instrument approprié, avec le soleil levant ou le soleil couchant ... Je préfère cette méthode de prendre ces angles par le soleil plutôt que par le compas ou l'aiguille magnétique à cause de la petitesse du rayon de sa couronne et de l'incertitude de la variation à terre. »

Borda indique dans le compte rendu du voyage de 1771-1772 qu'il a eu l'idée de faire les relèvements des côtes avec l'octant plutôt qu'avec la boussole, en prenant des relèvements astronomiques, mais que cette idée lui est venue après le voyage et qu'il n'a pas pu l'employer.

La seconde édition de l'essai de Dalrymple, datée de 1786, contient un paragraphe dans lequel Dalrymple explique qu'il a parfois utilisé l'amplitude du soleil, au lieu de la boussole, pour prendre des relèvements. Il rapporte ensuite l'observation de l'astronome royal, auquel il a exposé cette technique, qui lui a fait remarquer que l'opération pouvait s'effectuer tout au long de la journée.

Borda décrit à nouveau la manière d'obtenir un azimut astronomique dans son ouvrage *Description et usage du cercle de réflexion, avec différentes méthodes pour calculer les observations nautiques* de 1787. Il conclut : « Il est aisé de voir que cette manière de déterminer le gisement de deux points donne une exactitude beaucoup plus grande que le compas ; on pourra donc s'en servir avec avantage dans les opérations hydrographiques qui demandent beaucoup de précision. »

Utilisation du cercle de réflexion pour déterminer la position des sondes et des dangers

On a vu dans le chapitre 4 que la détermination du point par arcs (ou segments) capables a été résolue au début du XVIIIe siècle. Des années plus tard, John Collins préconisait d'utiliser cette méthode pour déterminer la position des rochers et des bancs de sable. Vers la fin du siècle, Jean Bouguer indiquait que cette méthode était meilleure que l'utilisation de la boussole pour trouver les dangers et les bons mouillages.

En 1701, Edmond Halley, dans la présentation de sa méthode de levé déjà citée, utilise les arcs capables pour placer certains objets en mer.

En 1765, le Révérend John Michell donne lecture à la *Royal Society* d'un mémoire conseillant l'utilisation du quadrant de Hadley pour le levé des ports ou des bancs à partir d'un bateau. L'utilisation de l'octant rend les levés plus commodes et plus précis.

Dans son essai de 1772, Alexander Dalrymple déclare que son expérience l'a convaincu que les relevements pris au compas ne sont pas fiables. Il propose de remplacer le compas par le quadrant de Hadley, pour plus de facilité et d'exactitude et fait référence au mémoire de Michell.

En 1774-1775, Murdoch Mackenzie (Junior) et son assistant Graeme Spence effectuent un levé dans le Kent avec une triangulation à la chaîne et au théodolite, un instrument terrestre de mesure précise d'angles. La position des nombreuses sondes provient d'angles pris au sextant entre des points connus de la côte. Aucun relèvement au compas n'est utilisé.

En 1781 est publiée la *Méthode de lever les plans et les cartes de terre et de mer de feu M. Ozanam*,

ouvrage entièrement refondu et considérablement augmenté par M. Audierne. L'auteur y décrit un sondage dont le positionnement est effectué par segments capables, les angles étant pris au graphomètre. Le graphomètre nécessitant deux visées consécutives pour prendre un angle, l'auteur préconise de faire la mesure lorsque la chaloupe sera le moins agitée. On ne sait pas si cette méthode a été mise en œuvre.

Vues de côtes

Des instructions de William Borough datant de 1580 préconisent de prendre des vues de côtes lors des relèvements en désignant les points relevés par des lettres : A, B, C, D...

Les vues de côtes dessinées au moment des relèvements sont également mentionnées dans le *Nouveau traité de navigation contenant la théorie et la pratique du pilotage* de Pierre Bouguer, revu et abrégé par l'abbé de la Caille (1760) ainsi que l'utilisation des alignements des points de la côte.

Bibliographie

N°	Auteur	Titre - édition
1	(texte réglementaire) - 1786	Règlement du 1er janvier 1786 Concernant les Ecoles d'Hydrographie, et la réception des Capitaines, Maîtres et Patrons
2	(texte réglementaire) - 1791	Décret concernant l'organisation de la marine du 28 avril 1791
3	(texte réglementaire) - 1791	Loi sur les écoles de la marine du 10 août 1791
4	(texte réglementaire) - 1795	Loi concernant les écoles de service public du 30 vendémiaire de l'an IV
5	(anonyme) - 1817	Note sur l'article reconnaissance hydrographique des Côtes d'Afrique, en 1817, par ordre du Roi - Annales maritimes et coloniales 1817 Tome II
6	(anonyme) - 1837	Académie des sciences, séance du 13 février - Le courrier français du mercredi 15 février 1837
7	(anonyme) - 1914	Notice sur le service hydrographique de la marine - Annales hydrographiques n°992, 2ème série, tome 34, année 1914
8	(collectif) - 1812, 1814	Biographie universelle, ancienne et moderne - tomes cinquième et onzième
9	(collectif) - 1785	Mémoire du Roi LOUIS XVI pour servir d'instruction particulière au sieur de la PEROUSE, capitaine de ses vaisseaux, commandant les frégates LA BOUSSOLE et L'ASTROLABE - Annales maritimes et coloniales - 1818
10	(d') Après de Mannevillette, Jean-Baptiste - 1739	Le nouveau quartier anglais, ou Description et usage d'un nouvel instrument pour observer la latitude sur mer
11	Anthiaume, Albert - 1920	Evolution et Enseignement de la science nautique en France, et principalement chez les Normands - tome 1
12	Anthiaume, Albert - 1920	Evolution et Enseignement de la science nautique en France, et principalement chez les Normands - tome 2
13	Audierne - 1791	Méthode de lever les plans et les cartes de terre et de mer ... par feu M. Ozanam, ouvrage entièrement refondu par M. Audierne
14	Augoyat - 1862	Aperçu historique sur les fortifications, les ingénieurs et le corps du génie en France - Tome deuxième
15	(de) Beaumont, Elie - 1859	Eloge historique de Charles-François Beautemps-Beaupré
16	Beautemps-Beaupré, Charles-François - 1808	Exposé des méthodes employées pour lever et construire les cartes et plans qui composent l'atlas du voyage du contre-amiral Bruny-Dentrecasteaux - Voyage de Dentrecasteaux, envoyé à la recherche de La Pérouse - Tome I - Appendice
17	Bellin, Jacques-Nicolas - 1751	Remarques sur les cartes du Neptune françois, dont les planches ont été remises au Dépôt des plans de la Marine en 1751
18	Berthaut, Henri-Marie-Auguste - 1902	Les ingénieurs géographes militaires 1624-1831 - Tome I
19	Borda, Jean-Charles - 1787	Description et usage du cercle de réflexion, avec différentes méthodes pour calculer les observations nautiques
20	(de) Bougainville, Louis Antoine - 1772	Voyage de Bougainville autour du monde sur la frégate du roi La Boudeuse et la flûte L'Étoile ; en 1766, 1767, 1768 & 1769 raconté par lui même - nouvelle édition 1889
21	Bouguer, Jean - 1698	Traité complet de la navigation
22	Bouguer Pierre - (de la) Caille - 1760	Nouveau traité de navigation contenant la théorie et la pratique du pilotage

23	Bourgoin, Jean - 1988	Contribution des hydrographes et marins - Mesurer la terre - 300 ans de géodésie française
24	(le) Bovier de Fontenelle, Bernard - 1726	Éloge de M. Delisle - Histoire de l'Académie royale des sciences - année 1726
25	Briot, Claude - 2007	L'apport de d'Après de Manneville dans les progrès de la navigation en mer des Indes au XVIIIe siècle - Autour de d'Après de Manneville, savant navigateur havrais au siècle des lumières
26	(abbé) Buache - 1887	Notice biographique sur Beautemps-Beaupré 1766-1854
27	Chapuis, Olivier - 1999	A la mer comme au ciel - Beautemps-Beaupré et la naissance de l'hydrographie moderne
28	Chassériau, Frédéric - 1854	M. Beautemps-Beaupré - Le moniteur universel, 19 juillet et 2 août 1854
29	Chassériau, Frédéric - 1856	M. le comte de Fleurieu - Le moniteur universel, 5 janvier 1856
30	Covillault, Pierre - 1979	Histoire des archives et de la bibliothèque du service hydrographique de la marine
31	Dalrymple, Alexander - 1771	Essay on the most commodious methods of nautical surveying - 2nd edition 1786
32	Daussy, Pierre - 1847	Sur la configuration de l'île de Ténériffe - extrait du Journal de voyage de Borda aux Canaries, en 1776, pour déterminer la position et la configuration de ces îles - Bulletin de la société de géographie (Paris) - Troisième série - Tome VII
33	Denys, Guillaume - 1666	L'Art de naviger perfectionné par la cognoissance de la variation de l'aimant. Ou Traicté de la variation de l'aiguille aimantée, etc
34	Dezauche, J.C. - 1806	Catalogue des cartes et ouvrages géographiques
35	Dulague, Vincent-François - 1768	Leçons de navigation
36	Duperrey - 1854	Funérailles de M. Beautemps-Beaupré - Discours de M. Duperrey in Mémoires de l'Académie des sciences de l'Institut de France
37	(d') Eveux de Fleurieu - 1773	Voyage fait par ordre du roi en 1768 et 1769
38	Flinders, Matthew - 1814	A Voyage to Terra Australis: Undertaken for the Purpose of Completing the Discovery of that Vast Country, and Prosecuted in the Years 1801, 1802, and 1803, in His Majesty's Ship the Investigator
39	(le) Guisquet Bernard - 1992	Le Dépôt des cartes, plans et journaux de la Marine sous l'Ancien Régime (1720-1789) - Annales hydrographiques 5ème série, volume 18, n°765, 1992
40	Harrisse, Henry - 1872	Notes pour servir à l'histoire, à la bibliographie et à la cartographie de la Nouvelle France et des pays adjacents 1545-1700
41	Levêque - 1779	Le guide du navigateur
42	Mascart, Jean - 1919	La vie et les travaux du Chevalier Jean-Charles de Borda (1733-1799) - réédition 2000
43	(rév.) Michell, John - 1765	A recommendation of Hadley's Quadrant for surveying especially the surveying of harbours together with a particular application of it in some cases of pilotage - reproduit dans la Revue Hydrographique internationale - 1933
44	Neuville, Didier - 1882	Les établissements scientifiques de l'ancienne marine
45	Neuville, Didier - 1898	Etat sommaire des archives de la Marine antérieures à la révolution

- | | | |
|----|---|--|
| 46 | Pelletier, Monique - 1982 | Les ingénieurs géographes sur les côtes de Bretagne - Actes du 107e congrès national des sociétés savantes, Brest 1982, section de géographie - Etudes géographiques sur la Bretagne - 1984 |
| 47 | Pelletier, Monique - 1997 | Science et cartographie marine - La percée de l'Europe sur les océans vers 1690 1790 - 1997 |
| 48 | Pelletier, Monique - 2002 | Cartographie de la France et du monde de la Renaissance au Siècle des lumières |
| 49 | Randier, Jean - 1978 | L'instrument de marine |
| 50 | Richard, Hélène - 1982 | Le travail cartographique de Beautemps-Beaupré au cours de l'expédition de d'Entrecasteaux - Actes du 107e congrès national des sociétés savantes, Brest 1982, section de géographie - Etudes géographiques sur la Bretagne - 1984 |
| 51 | Robinson, A.H.W. - 1962 | Marine cartography in Britain - a history of the sea charts to 1855 |
| 52 | (de) Rossel - 1808 | Voyage de Dentreasteaux, envoyé à la recherche de La Pérouse - Tomes I et II |
| 53 | Taillemite, Etienne - 1969 | Les archives et les archivistes de la Marine des origines à 1870 |
| 54 | Vanderbourg - 1809 | Voyage de d'Entrecasteaux, envoyé à la recherche de La Pérouse, pendant les années 1791,1792 et 1793 (extrait du Mercure de France du 27/02/1809) - Annales maritimes et coloniales - 1817 |
| 55 | (de) Verdun de la Crenne - (de) Borda, Jean-Charles - Pingré - 1778 | Voyage fait par ordre du roi en 1771 et 1772, en diverses parties de l'Europe, de l'Afrique et de l'Amérique |

