1775-1776. Voyage sur La Boussole et L'Espiègle, commandée par Puységur, en vue de rectifier les cartes des îles Canaries.
1777-1778. Major général dans l'escadron du comte d'Estaing, il participe à la prise de La Grenade sur les Anglais.
1778. Il s'attache à « rectifier les cartes hydrographiques » avec Verdun de Crenne et le père Pingré.
1780. Capitaine de vaisseau sur Le Guerrier.
1780-1781. Publication d'un mémoire sur les élections au scrutin et participation au combat naval contre les Anglais.
1782. Il est fait prisonnier près de la Martinique.
1783. Directeur de l'École des constructions navales à Paris.
1784. Inspecteur des constructions navales.
1785. Pensionnaire de la classe de géométrie de l'Académie des sciences.
1787. Il écrit Description et usage du cercle à réflexion, ouvrage édité en 1802 et 1816.
1790. Membre de la Commission des poids et mesures.
1795. Membre du Bureau des longitudes. Membre résident de la première classe de l'Institut (section de mathématique).
1796. Président de la première classe de l'Institut.
19 février 1799. Il meurt, à Paris.

Portrait de J.-C. de Borda par J. Souviron,

Mathématiques et navigation : le traité de Pierre Bouguer de 1753

Xavier Lefort

"Il est certain qu'on ne nous instruit jamais mieux ni plus aisément que lorsqu'on nous fait au moins entrevoir les raisons des choses qu'on nous explique."
(Préface page VIII)

Sans doute de nouvelles méthodes ont pu reléguer au second plan les techniques traditionnelles de navigation, mais celles-ci sont toujours enseignées, et, si le satellite semble avoir détrôné le sextant, le maniement de ce dernier est toujours au programme des écoles de marine. Si les supports mathématiques sont souvent très élaborés, il arrive aussi qu'ils soient aussi suffisament simples pour être utilsés dans nos enseignements.

En particulier les navigateurs du XVIIIème siècle usaient de certaines techniques dont l'exposé ferait entrer dans nos cours non seulement le souffle de l'histoire, mais aussi celui de la haute mer ! Cette époque est également celle de la transition entre des techniques artisanales et des méthodes plus scientifiques, et son aspect de charnière n'est pas le dernier de ses intérêts.

BOUGUER

PIERRE BOUGUER est né au Croisic le 10 février 1698. Ce port était à cette époque l'un des plus grands centre européen pour le trafic du sel. Son importance avait conduit à y fonder une école d'hydrographie, c'est-à-dire une école de navigation où exerçait JEAN BOUGUER, le père de notre auteur. Cette filiation conduisit rapidement ce dernier vers des études scientifiques dans lesquelles il se montra suffisamment brillant pour briguer la succession de son père, à la mort de celui-ci, en 1714. Malgré sa jeunesse, sa candidature fut agréée et le nouveau maître se rendit rapidement célèbre.

Ses travaux personnels le firent également connaître de l'Académie Royale des Sciences qui le récompensa en 1727 pour un ouvrage sur la mature des navires, avant de le nommer en 1730 hydrographe royal au Havre. L'année suivante, il entrait dans les rangs de l'Académie, et produisait nombres d'ouvrages relatifs à la navigation.

En 1735, PIERRE BOUGUER était envoyé au Pérou avec GODIN et LA CONDAMINE, pour mesurer à l'équateur la longueur d'un degré de méridien. Une polémique était en effet née entre l'Académie Royale des Sciences et son équivalente anglaise sur la forme de la terre. Les travaux de NEWTON conduisaient à conçevoir la terre comme aplatie aux pôles, alors que les mesures effectuées par CASSINI pour dresser la carte de France à l'échelle pouvaient laisser croire qu'elle était allongée aux pôles. Deux expéditions étaient alors envoyées par l'Académie, l'une en Laponie, l'autre au Pérou, pour comparer les mesures de degré de méridien.

BIBLIOTHÈQUE IREM PARIS 7

Pierre BOUGUER

Cette dernière expédition dura dix ans et démontra la justesse de la théorie newtonienne. Mais elle fut aussi une véritable aventure, marquée, par les difficultés liées à la géographie, et par les discussions d'amour-propre entre les participants. Il s'agit également d'un des points de départ de l'application des mathématiques à la navigation.

De retour en France, BOUGUER ne récolta pas la gloire escomptée devancé par LA COMDAMINE, plus à l'aise dans la relation de leur voyage. Devenu sensible à l'excès, il ne se consacra plus qu' à des travaux théoriques. Le "Nouveau traité de navigation" est l'un de ceux-ci, paru en 1753.

Il faut aussi noter, entre autre, que BOUGUER est considéré comme l'inventeur de la photométrie, auteur d'un ouvrage posthume, "Traité d'optique sur la gradation de la lumière" qui est le premier du genre. N'ayant pas retrouvé sa santé après le voyage au Pérou, aigri et reclus, BOUGUER mourut le 15 août 1758.

LE TRAITÉ :

LA GÉOMETRIE

JEAN BOUGUER avait fait paraître en 1698 un premier traité de navigation, réédité dès 1706. Les techniques et les instruments évoluant, son fils préféra un nouvel ouvrage plutôt qu'une réédition actualisée. Par ailleurs le besoin d'un tel livre se faisait sentir, au point de répondre à une commande ministérielle :

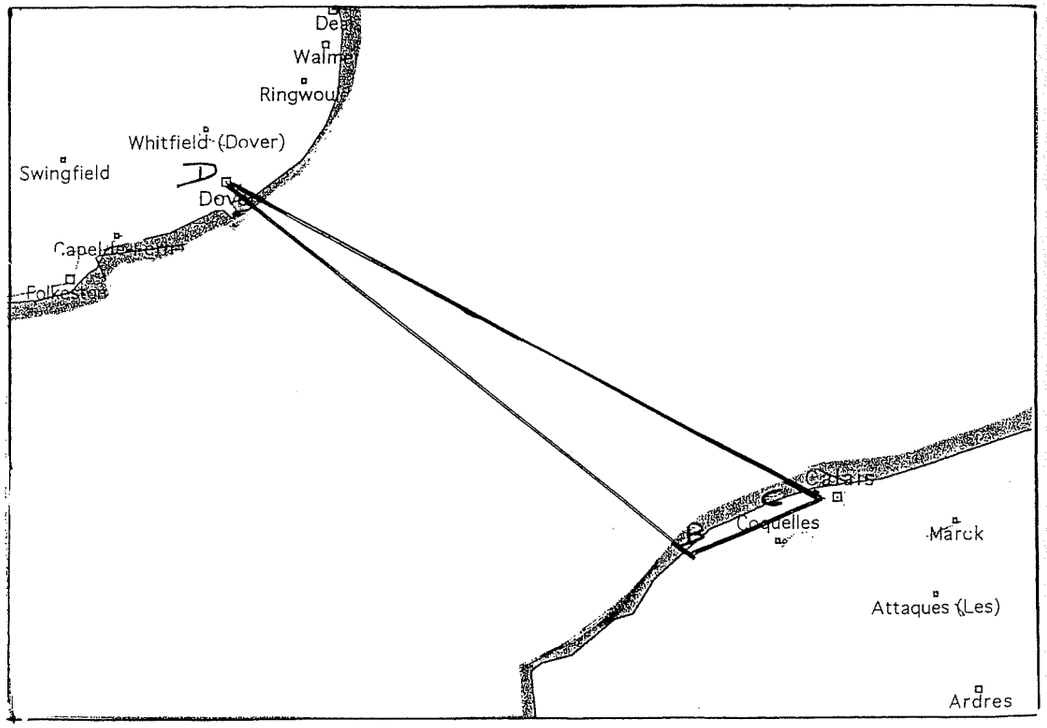
" Je satisfais par la publication de cet ouvrage à un engagement que j'avais contracté il y a quelques années, et je remplis en même temps des ordres supérieurs auxquels j'ai du me conformer avec empressement. Mr ROUILLÉ ayant considéré que dans l'art de naviguer, la théorie devrait éclairer continuellement la pratique, et que d'un autre côté la pratique ne devait rien emprunter inutilement de la théorie, me fit l'honneur de me demander un traité de pilotage sur ce plan. J'ai travaillé à exécuter ces ordres, et je n'ai fait autre chose dans cet ouvrage, que de tacher de me conformer aux vues éclairées d'un Ministre, qui continuellement occupé du soin de procurer de nouveaux progrès à la marine, protège toutes les sciences qui y ont rapport." (Préface page V)

L'ouvrage est divisé en cinq "livres", dont le premier est consacré aux "premières connaissances de géométrie qui sont nécéssaires aux pilotes ". Ce n'est pas un exposé théorique, mais essentiellement pratique, sans démonstrations. Les notions euclidiennes sont survolées pour laisser place à des techniques et à des exemples concrets. La résolution des triangles prend une place importante, et la formule fondamentale selon laquelle, dans un triangle, le rapport du sinus d'un angle au côté opposé est constant est énoncée .

Elle est illustrée par l'exemple suivant issu des travaux de l'Abbé PICARD, lorsque COLBERT l'avait chargé de lever les côtes de France :

" Nous rapporterons ici l'opération par laquelle Mr PICARD et DE LA HIRE déterminèrent la largeur du Pas-de-Calais, qui est l'endroit le plus étroit de la Manche, ou du canal qui sépare la France de l'Angleterre. Ils mesurèrent sur la grève, en commençant à la pointe du Bastion du Risban de Calais, une base CB de 2510 toises de longueur. Ils prirent ensuite avec un instrument exact la mesure des angles C et B, en visant des deux points de station, au milieu des deux tours les plus apparentes du château de Douvres.

Ils trouvèrent l'angle en C de 37°58', l'angle en B de 137°30'. Ainsi l'angle à Douvres qui est le reste à 180°, puisque les trois d'un triangle forment toujours le demi-cercle, était de 4°32', et c'est donc la valeur de l'angle D. Cela supposé, il ne reste plus qu'à chercher dans les tables les sinus des angles B et D et à former cette analogie ou règle de trois : le sinus de l'angle D est au côté opposé CB ou à la base mesurée, comme le sinus de l' angle B est au coté CD, qui est celui qu'on voulait découvrir . "(21369 toises)



Pour terminer ce premier livre, BOUGUER indique qu'il est plus aisé pour les calculs, d'utiliser les logarithmes, mais, bien sûr, sans les présenter de manière théorique. Il traite le problème précédent comme exemple, en utilisant une table de logarithmes, incluant les logarithmes des sinus, table se trouvant en annexe de ce premier livre.

LE TRAITÉ
LA FIGURE DE LATERRE

Il n'est pas étonnant de constater que BOUGUER accorde une large place au problème de la forme de la terre. Non seulement cette question a occupé une importante partie de sa vie, puisqu'il a été envoyé au Pérou pour mesurer le degré de méridien, mais aussi, bien entendu, parce qu'il s'agit également de représenter la terre c'est-à-dire de traiter du problème des cartes.

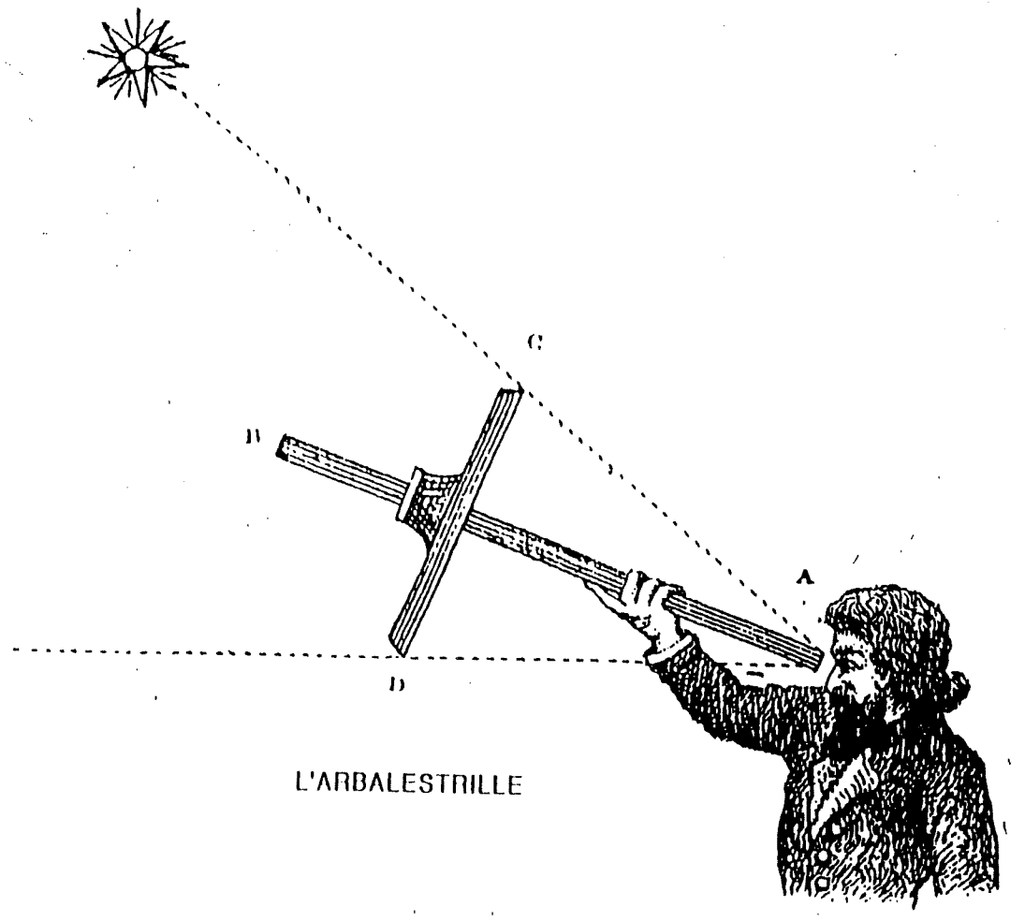
Le second livre commence par l'exposé des notions élémentaires de repérage terrestre : pôles, tropiques, latitude, longitude. La boussole, sa construction comme son utilisation occupe le second chapitre. Cet instrument étant de première importance, l'auteur s'y attarde, d'autant que les directions indiquées par la boussole sont évidemment les routes suivies par les navires, et correspondent aux loxodromies, en langage mathématique. Une telle direction est appelée " rumb de vent ". On aurait pu attendre une théorie, même succinte, de la représentation de la terre ; BOUGUER en décrit la difficulté, et si les inconvénients des cartes plates sont mis en évidence, il n'y a pas dans l'ouvrage de justification mathématique, tout au plus une indication des corrections à effectuer dans certaines situations.

Le livre III est consacré aux " premières notions d'astronomie qui sont utiles aux navigateurs ". Cette partie est deux fois plus courte que la précédente, et ne contient que quelques descriptions élémentaires. L'essentiel consiste en la reconnaissance des étoiles fixes, nécessaires pour faire le point en mer, ainsi que des considérations sur les années bissextiles et sur le mouvement de la lune .

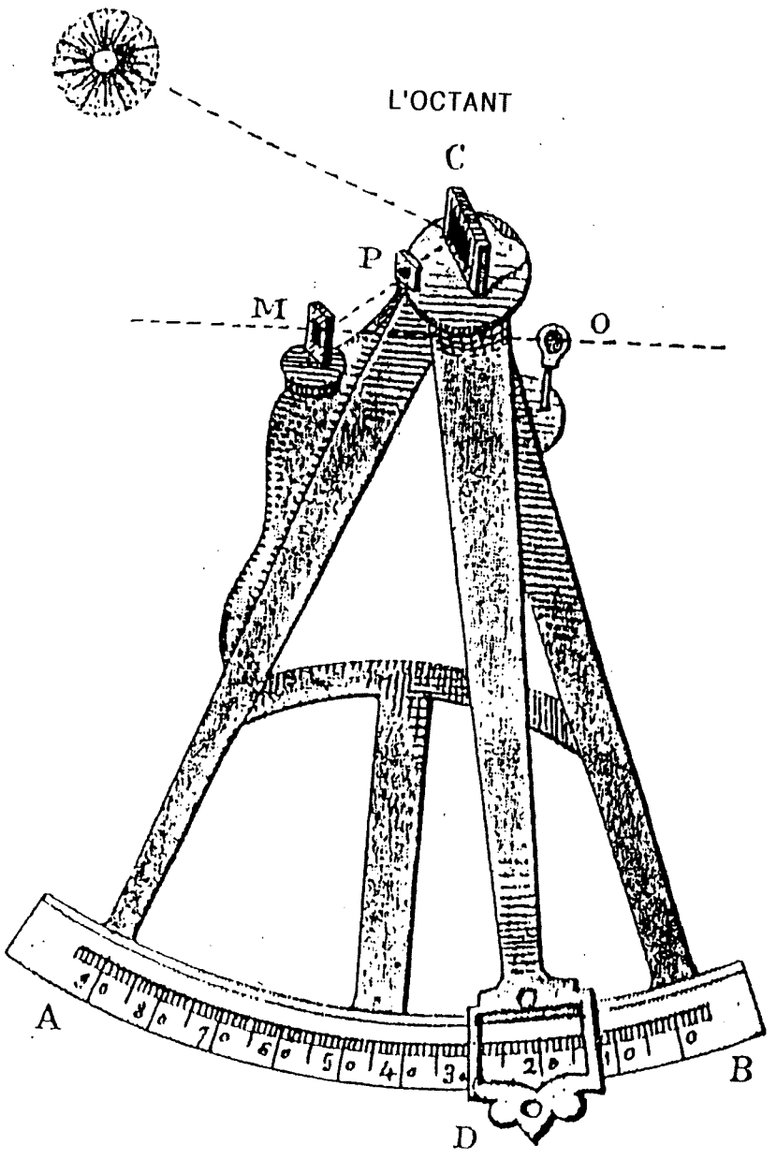
LE TRAITÉ
LES INSTRUMENTS

Les deux derniers livres de l'ouvrage de BOUGUER sont consacrés aux "usages qu'ont dans la navigation les différentes connaissances (...) données dans le chapitre précédent ", plus précisément, il s'agit de se situer sur la surface de la terre, de déterminer la route à suivre et de la reporter correctement sur une carte. Pour se situer, pour faire le point, l'auteur donne les moyens de trouver latitude et longitude. Il indique l'utilisation de la position des astres pour résoudre le problème, et explique la construction et l'usage des instruments de l'époque. Certains, comme l'arbalestrille sont pourtant dépassés techniquement, mais leur conception relativement simple en permet la description et l'usage sans faire beaucoup appel à la théorie.

En 1731 HADLEY avait présenté à la Royal Society un nouvel instrument appelé "octant ", puisque les mesures étaient éffectuées sur un huitieme de cercle. Cet instrument est donc construit autour d'un secteur circulaire balayé par un alidade fixé au centre. Sur ce centre, solidaire de l'alidade, est fixé un petit miroir.

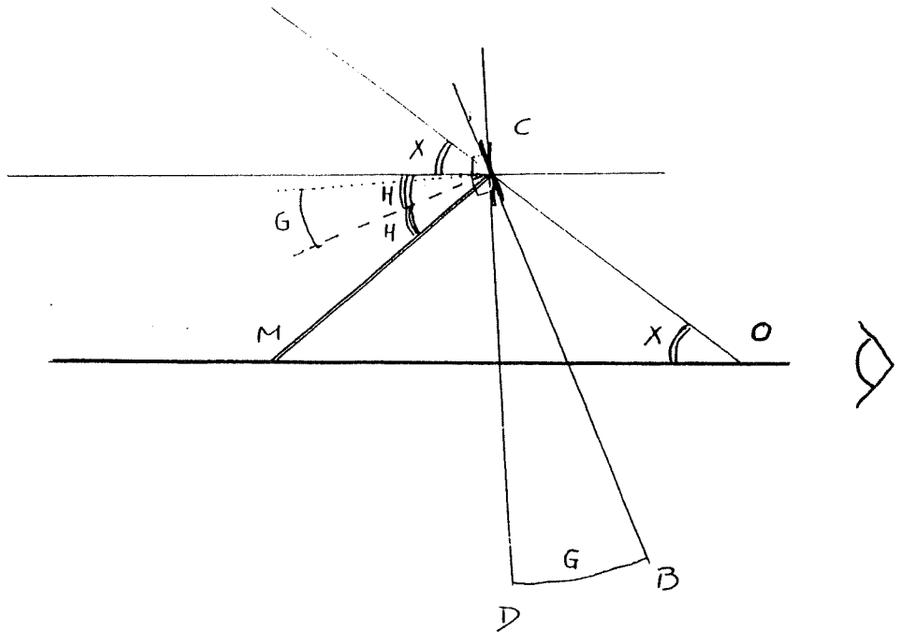


L'ARBALESTRILLE



IRCAM PARIS 7

L'OCTANT PRINCIPE



$$H + G = X + H - G$$

$$\Rightarrow \quad \underline{X = 2G}$$

Deux "pinnules", c'est-à-dire deux petites ouvertures, sont fixées sur les cotés du secteur, à égale distance du centre, et permettent par visée de régler l'horizontalité de l'appareil. Une de ces deux ouvertures est faite au travers d'un second miroir. On aligne la réflexion de l'astre visé avec l'horizon en déplacant l'alidade. La graduation sur le secteur donne alors l'angle sous lequel on "voit" l'astre visé. Un raisonnement simple permet de se rendre compte que, pour faire une lecture directe de la mesure, il est nécessaire de graduer l'arc de cercle par demi-degré. Ultérieurement on portera le secteur à un sixième de cercle pour donner ce qui est connu aujourd'hui sous le nom de sextant.

La dernière partie du traité montre comment reporter sur une carte la route suivie, ou comment prévoir la route à suivre. C'est à nouveau un problème de représentation, et son importance fait que BOUGUER doive expliquer en détail les techniques à utiliser.

L'ouvrage ne répondra pas tout à fait à la commande. Dès 1760 il est réédité, mais remanié et allégé par l'Abbé DE LA CAILLE. Celui-ci s'en explique dans la préface : l'édition de 1753 était trop volumineuse et trop chère pour être un vrai manuel ; elle était plus adaptée aux enseignants qu'aux élèves "pilotes". Il était malgré tout nécessaire de connaître à priori certaines notions mathématiques et d'avoir l'habitude de les pratiquer pour aborder la lecture du "Traité de navigation" dans sa forme initiale. D'autre part le livre est encombré de passages mis entre guillemets, que l'auteur mentionne comme pouvant ne pas être lus par les débutants. Le format, le nombre de pages, le caractère théorique, et jusqu'au vocabulaire utilisé ne pouvaient faire de ce traité la référence que les marins du XVIIIème siècle auraient emportée à bord. Il fut pourtant réédité, tant dans sa forme initiale que dans la version remaniée, jusqu'à la fin du siecle. Cependant, les méthodes et techniques obsolètes, telles l'arbalestrille, disparurent au profit de la description d'instruments plus performants.

BOUGUER fut plus théoricien que navigateur. De plus, il n'avait plus enseigné depuis une douzaine d'années quand il a rédigé ce traité. Ses expériences concrètes se trouvent essentiellement dans les pratiques effectuées dans la première partie de sa vie, au Croisic, et, peut-être dans son voyage en Amérique du sud. Une fois revenu en France, il ne quitta plus Paris. Mais, de ce fait, il a beaucoup écrit dans la dernière partie de sa vie, en majorité sur des thèmes relevant de la physique et fut un des savants français les plus prolifiques de son époque.

IREM PARIS 7