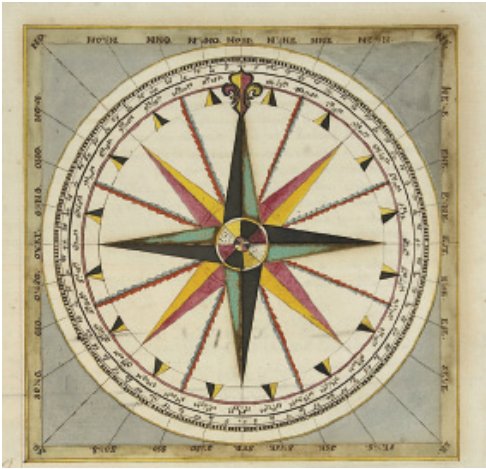


Découverte d'un traité de navigation rédigé en 1760

Elizabeth Hébert et Véronique Hauguel
Professeurs agrégés de mathématiques
Association Science en Seine et Patrimoine - Rouen

L'association Sciences en Seine et Patrimoine a vu le jour à l'issue d'un colloque¹ sur les instruments scientifiques mené en collaboration avec la Bibliothèque municipale de Rouen et les musées de Rouen et de la région. De ce colloque est né un premier ouvrage² : « Instruments scientifiques à travers l'histoire ». Au



cours de ses recherches sur les instruments scientifiques, l'association a découvert un superbe manuscrit de 1760, le « Traité de navigation » de Denoville, qui dormait dans le fonds ancien de la Bibliothèque municipale de Rouen depuis le début du xx^e siècle.

La recherche menée en équipe autour de ce manuscrit a permis la publication³ d'un fac-similé du manuscrit et d'un livre de commentaires et d'analyses historiques et scientifiques du dit manuscrit. D'une part le lecteur peut y suivre l'enquête menée par l'ASSP, parcours

1 Colloque organisé par l'IREM de Rouen et l'APMEP de Haute-Normandie à Mont Saint Aignan (76130) en avril 2001.

2 Sous la direction d'Elizabeth Hébert, Ellipses, 2004.

3 Un coffret, comportant le fac-similé du manuscrit et le livre de commentaires de l'ASSP, a été édité en 2008. Il est à ce jour épuisé.

La formation des marins... au gré des marées

Découverte d'un traité de navigation rédigé en 1760

d'un homme, qui durant sa captivité à York en Angleterre, a mis en ordre, avec le plus grand soin, son savoir de marin. D'autre part, il nous permet, 250 ans après, d'entrevoir un des aspects les plus fascinants de la pensée scientifique du XVIII^e, la science de la navigation ou comment se déplacer sur les mers. Cette publication, belle et d'une grande richesse, a été présentée au public à l'occasion des journées de l'Armada de juillet 2008.

Pour mettre en valeur ce manuscrit de 1760, l'association a réalisé une exposition⁴ « Naviguer au XVIII^e siècle » composée de panneaux, de vitrines avec des maquettes, des instruments et des reproductions d'instruments anciens. Pour chaque instrument, une fiche donne quelques explications sur l'histoire et l'utilisation de celui-ci. L'exposition a été présentée pour la première fois à la Bibliothèque municipale de Rouen en juin 2008 et depuis circule dans les établissements scolaires, médiathèques, bibliothèques, musées, etc. Diverses exploitations pédagogiques sont possibles et chacun des thèmes donne lieu à de nombreux documents qui permettent aux enseignants



L'exposition « Naviguer au XVIII^e siècle » lors d'une présentation en 2008

de créer leurs propres activités ou d'adapter les propositions faites sur notre site <http://assprouen.free.fr/>.

Retrouver les traces de Denoville ne fut pas une tâche simple. Du séjour anglais, aucune trace n'a été trouvée à ce jour même si le manuscrit, par ses remarques et par certains dessins naïfs, apporte des informations sur le lieu et les conditions de détention durant la Guerre de 7 ans. Par contre la vie en France de ce marin est main-

⁴ L'exposition a été réalisée en partenariat avec la Bibliothèque municipale de Rouen et la Maison de l'Université de Mont Saint Aignan. Elle est présentée de manière détaillée sur le site de l'association : <http://assprouen.free.fr/denoville/exposition.php>

La formation des marins... au gré des marées

Découverte d'un traité de navigation rédigé en 1760

tenant bien cernée. Denoville est né à Dieppe et a été formé à l'école d'hydrographie de ce port.

De retour de captivité, il devient capitaine de marine marchande. Domicilié à Caudebec-en-Caux, petite ville située sur les rives de la Seine entre Le Havre et Rouen, Denoville part depuis l'un ou l'autre de ces ports, pour des destinations au grand cabotage. Plusieurs panneaux de l'exposition retracent les différents moments de la vie de Denoville.

En ce qui concerne le contenu, le manuscrit n'apporte pas d'avancées notables dans le domaine de la navigation, mais est un témoin des connaissances des pilotes du XVIII^e siècle. Sa spécificité vient du fait que celui-ci n'est pas écrit par un professeur d'hydrographie mais par un marin, amoureux des nombres et de la géométrie. Ce futur pilote a manifestement disposé lors de sa captivité, de nombreux ouvrages français et anglais, voir flamands. Denoville présente dans son manuscrit des thèmes qu'on retrouve dans les différents traités de navigation et d'hydrographie de son temps, mais en développe certains plus surprenants. Il aborde ces thèmes à sa manière, en s'appuyant sur les apports de sa scolarité, en s'inspirant souvent d'auteurs connus de l'époque, comme Le Cordier pour la « Science des routes », Sainte Marie Magdelaine pour l'étude des cadrans solaires, ou encore en extrayant de livres anglais quelques propos nouveaux. Outre quelques notions d'arithmétique, d'astronomie, de trigonométrie, de gnomonique, on y trouve bien évidemment de nombreux développements concernant l'art de naviguer. Jean-Baptiste Denoville joue avec plaisir avec les nombres et les constructions géométriques. Le contenu scientifique est traité avec précision et rigueur ; notre marin-captif prend manifestement plaisir à structurer ses connaissances.

Une dizaine de panneaux de l'exposition font brièvement état de ces savoirs. Nous ne reviendrons pas ici sur les nombreuses études⁵ faites à partir du manuscrit, mais nous nous proposons de partager avec le lecteur la passion de Denoville pour les nombres, au travers d'un exemple de trigonométrie, et pour les techniques graphiques, par l'étude de volvelles aux motifs géométriques très colorés.

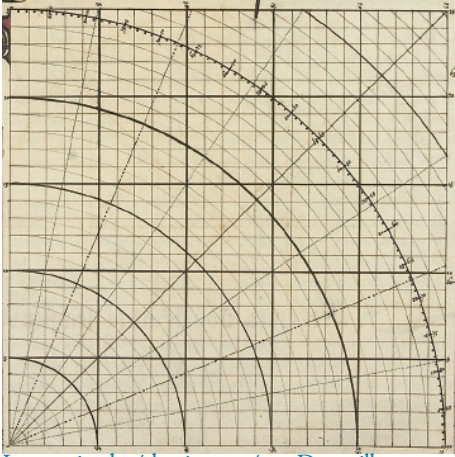
La trigonométrie, la science savante du marin

Denoville fait abondamment usage de la trigonométrie, que ce soit pour le calcul de routes ou pour le calcul astronomique. Cet usage savant n'est pas des plus familiers pour les pilotes et capitaines qui naviguent au grand cabotage, aussi ces derniers font usage de moyens graphiques pour contourner le calcul trigonométrique. Pour le calcul de route, la trigonométrie plane est remplacée par l'usage du quartier de réduction. Pour les questions astronomiques, le quar-

⁵ Disponibles soit dans le livre de commentaires du « Traité de navigation de Denoville », soit pour certains approfondissements sur le site de l'association.

La formation des marins... au gré des marées

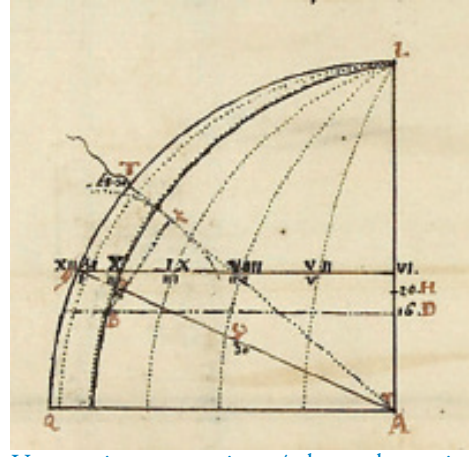
Découverte d'un traité de navigation rédigé en 1760



Le quartier de réduction tracé par Denoville.

La route suivie par le navire est matérialisée par une portion de fil. Elle tient compte du cap (angle repéré depuis le Nord) et du chemin (distance parcourue repérée par le quadrillage). Cette route est l'hypoténuse d'un triangle rectangle aisément imaginable sur le quadrillage.

Le quartier de réduction sert dans une autre situation : les déplacements en latitude peuvent être convertis de lieues en degrés⁶ de longitude.



Une question astronomique résolue par le quartier sphérique.

Le quartier sphérique est une projection de la sphère céleste. Il devient ainsi possible de placer l'équateur, l'écliptique, les pôles, le Soleil sur une même figure plane, et par là même, de résoudre par lecture directe une multitude de problèmes qui concernent la position du Soleil.

Il remplace de lourds calculs trigonométriques opérés sur les triangles sphériques de la sphère céleste.

tier sphérique supplée à la trigonométrie sphérique. Ces deux outils de calcul à la trigonométrie sphérique. Ces deux outils de calcul graphique sont de simples cartons (environ format A3) sur lesquels sont collés des feuilles aux tracés complexes. Ils sont utilisés avec un fil accroché à l'un des coins inférieurs (à gauche pour le quartier de réduction, à droite pour le quartier sphérique).

Un problème résolu approximativement par le quartier de réduction ou le quartier sphérique, peut bien évidemment l'être par le calcul. La trigonométrie de Denoville est-elle semblable à la nôtre ? Nous répondrons à cette question à partir d'un exemple de topographie, science très en vogue en un siècle où les cartes marines sont en plein essor.

Les problèmes de topographie du « Traité de navigation » de Denoville commencent par un problème de distance, qui certes ne sert pas à cartographier, mais qui prend tout son sens quand on sait qu'il est en captivité en Angleterre pendant la guerre de 7 ans. Pour rechercher la distance du bateau ennemi, il se sert dans le triangle rectangle ABC, de la formule entre angles et côtés d'un triangle, valable pour un triangle quelconque, la très fameuse formule⁷ des sinus employée des centaines de fois dans le traité :

$$\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c}$$

⁶ Le triangle de réduction utilisé pour prendre en compte la sphéricité de la terre est aussi un triangle rectangle représentable sur ce quartier.

⁷ a, b et c sont les longueurs des côtés opposés aux angles A, B et C du triangle.

La formation des marins... au gré des marées

Découverte d'un traité de navigation rédigé en 1760

Le calcul trigonométrique se fait bien sûr sans le symbolisme actuel de la trigonométrie, mais aussi sans les symboles d'opérations : « +, -, et : » pourtant usités dans les livres d'arithmétique. Néanmoins, comme ses contemporains, Denoville traite la trigonométrie en faisant grand usage des logarithmes, avec une fonction sinus et une fonction logarithme quelque peu différentes de celles que nous utilisons aujourd'hui. Loi des sinus, et logarithmes vivent en harmonie, puisque la loi des sinus est multiplicative, et que les logarithmes transforment les multiplications en addition. La trigonométrie devient donc pour le marin, qui veut bien calculer et est muni d'un recueil de tables, une simple question d'addition.



La distance du navire ennemi : l'observation est faite depuis une frégate battant drapeau français, le navire ennemi battant pavillon anglais, l'observateur étant installé sur les barres du mat de hune à environ 26 m du pont. D. 206

TRANSCRIPTION DU TEXTE CI-DESSUS

Voyant un navire à la mer et que l'on veuille savoir à quelle distance on est de lui.

Exemple

Soit la hauteur des barres du petit mât de hune BC de 80 pieds et l'angle C de 75° 00'.

On demande la distance du navire que l'on voit en A.

Pratique

Angle C de	75° 00'
Ôter de	90° 00'
Angle A de	25° 00'

Analogie pour trouver la distance des deux navires

Côté AB

Comme le sinus de l'angle A 15°00

941 309

Est à la hauteur du petit mât de hune Côté BC 80 pieds 290 309

Ainsi le sinus de l'angle C 75° 00 998 494

1 288 803

Donnera la distance des deux navires côté AB 298 pieds 347 503

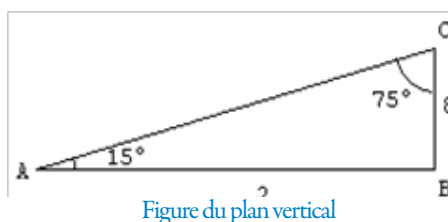


Figure du plan vertical

Calcul par la loi des sinus

$$\frac{\sin 15}{80} = \frac{\sin 75}{AB}$$

donc : $AB = \frac{\sin 75 \times 80}{\sin 15} = 298$

d'où : $\log(AB) = \log(\sin 75) + \log(80) - \log(\sin 15)$

Les volvelles et le calcul de marées

Dans le manuscrit, Denoville illustre ses pages par de jolis disques, mobiles pour certains. Ces disques de papier sont appelés volvelles, du mot latin *volvere* qui signifie tourner⁸. Ils peuvent pivoter les uns sur les autres. Parfois munies d'un index pour repérer une lecture, ces volvelles permettent de trouver sans calculs des informations astronomiques nécessaires à la navigation.

Un disque de volvelle peut représenter le plan de l'horizon comme la rose des vents ou être une représentation de la sphère terrestre ou céleste en projection. Il peut remplacer, aussi, un tableau car les éléments cycliques comme le cycle lunaire, le cycle solaire, le mois lunaire, le mois solaire, les jours de la semaine s'y prêtent particulièrement. La représentation en secteurs est alors plus judicieuse et d'une lecture plus simple que celle en colonnes.

Mettons nous à la place de Denoville et trouvons l'heure de la marée haute au Havre le 29 octobre 1772.

Il faut savoir qu'à l'heure de la marée haute en un lieu, la lune a toujours la même orientation à 180° près. Le jour de la nouvelle lune, le soleil et la lune sont sur le même méridien, l'heure solaire de la marée haute en ce lieu indique la direction de la lune.

On appelle cette heure la situation du port. Par exemple, au Havre, la direction de la lune à l'heure de la marée haute SE & NO ou XII^e rumb de vents. La situation du port du Havre est 9 heures.

Après le jour de la nouvelle lune, la lune s'écarte du soleil vers l'Est de 12° ou 48 minutes en moyenne par jour puis après la pleine lune, la lune se rapproche du soleil par l'Ouest. Le décompte des jours est l'âge de la lune de 1 à 30, à partir de la nouvelle lune.

Les pilotes devaient être capables de retrouver les jours des nouvelles lunes dans les mois de l'année. Pour cela ils calculaient l'épacte d'une année, nombre qui correspond à l'âge de la lune le 31 décembre de l'année précédente. Ce nombre permet de connaître les dates des nouvelles lunes⁹ et d'en déduire l'âge de la lune un jour donné. L'utilisation de trois volvelles va permettre sans calcul de trouver l'heure de la marée haute le 29 octobre 1772.

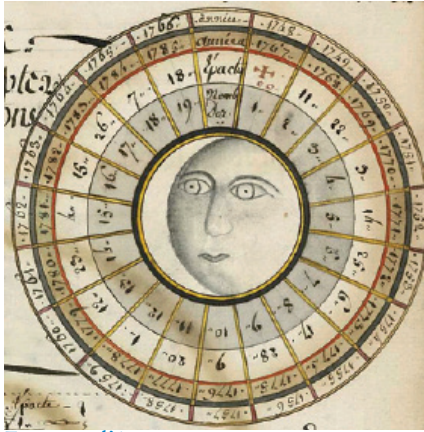
8 Araignée (de l'astrolabe). NDR

9 Nouvelles lunes et pleines lunes des mois de mars à décembre de l'année en cours et janvier et février de l'année suivante. Cette découpe de l'année étant liée au nombre de jours différent en février selon que l'année est bissextile ou non.

La formation des marins... au gré des marées

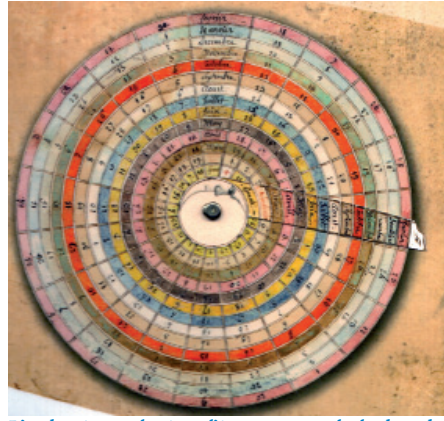
Découverte d'un traité de navigation rédigé en 1760

1. Volvelle donnant¹⁰ l'épacte de 1748 à 1766



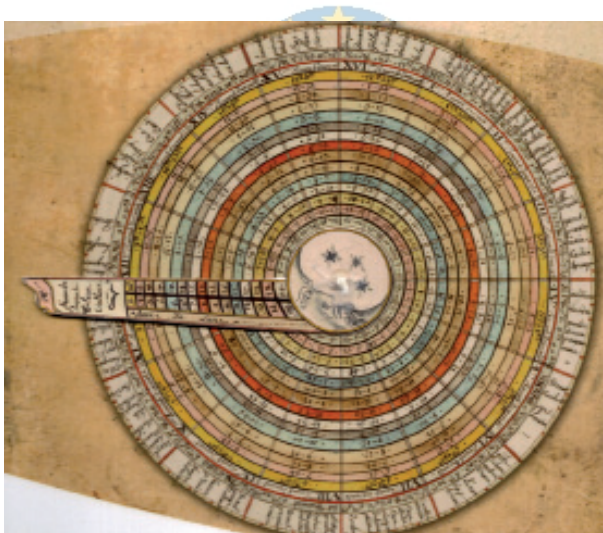
En 1772, l'épacte est 25.

2. Volvelle des nouvelles lunes



L'index étant placé sur l'épacte 25, on lit la date de la nouvelle lune en octobre, le 27. La Lune a donc 2 jours le 29 octobre.

3. Volvelle des marées



Sur la couronne extérieure de multiples ports sont indiqués. Ils sont regroupés pour une même « situation du port ». Celle du Havre de Grâce est SE & NO ou 9 h 00 ou encore XII^e rumb de vents.

Avec la volvelle, la situation du port du Havre est 9 heures (la situation du port du Havre, heure solaire de la marée haute le jour de nouvelle lune est 09 h 09, dans « Tout savoir sur les marées » d'Odile Guérin). Depuis le jour de la nouvelle lune, il s'est

écoulé 2 jours. La lune a alors 2 jours. On repère sur l'index 2 et la couronne du disque correspondant. On lit en bordure de l'index l'heure de la marée haute au Havre le 29 octobre 1772 : 10 h 36.

Il est possible d'utiliser ces volvelles pour évaluer l'heure des marées hautes actuelles. On utilise l'almanach du facteur sur lequel est écrit l'épacte de l'année. Sur celui de 2011, l'épacte de l'année est 25.

On peut aussi y lire les heures de marées au Havre dans une page intérieure :

10 Cette volvelle donne aussi le nombre d'or. Le nombre d'or est le rang du cycle lunaire de 19 ans qui permet de régler le calendrier lunaire sur le calendrier solaire. A partir du nombre d'or et de l'année, on peut calculer l'épacte.

- +12 h 22 le 28 octobre (2 jours de lune astronomique¹¹) en heure d'été¹²,
- +13 h 07 le 29 octobre 2011 (3 jours de lune)
- +12 h 51 le 30 octobre 2011 (jour du changement d'heure)

4. Volvelle « à 3 variables » de Denoville



Proposition¹³:

La Lune étant âgée de 2 jours, je veux savoir à quelle heure est pleine mer au Havre où les marées sont situées SE & NO établie de 9 h, c'est-à-dire que la pleine mer au Havre le jour de la nouvelle lune ou pleine lune est à 9 heures.

Réponse pratique :

Posez l'index de la Lune sur les 2 jours de Lune, ensuite tournez le SE & NO de la boussole directement sur l'index de la Lune, alors l'index du Soleil marquera sur le cercle horaire 10 h 6 min. Soit 12 h 16 min (HL)

inspirent énormément.

Avec ses volvelles, avec le calcul de routes, avec la trigonométrie... le traité de navigation de Denoville permet d'approcher les savoirs en circulation dans les écoles d'Hydrographie au milieu du XVIII^e siècle. La mise en lumière du traité rédigé par le havrais Jean-Baptiste Legrip en 1762 et mentionné par l'abbé Anthiaume, permettrait par comparaison, de mieux appréhender la spécificité de l'enseignement dieppois. Espérons que d'autres traités qui dorment encore, viendront apporter des regards nouveaux sur l'enseignement maritime des siècles passés.

11 Les volvelles reposent sur les calculs du comput en utilisant la lune du comput, démarche qui donne des valeurs moyennes et ne rend pas compte du mouvement complexe de la lune.

12 Retirer 1h 44min, soit en heure solaire : 10 h 38 le 28 octobre, 11 h 23 le 29 octobre.

12 Adaptation du texte de Denoville.

Comme l'heure solaire, l'âge de la lune et l'orientation de la lune sont dépendantes, la volvelle permet, connaissant deux de ces trois variables, d'en déduire la troisième. Pour le présent problème, cette volvelle permet de retrouver le résultat proposé ci avant avec la volvelle des marées et des ports.

Les patrons des volvelles sont téléchargeables sur le site : <http://assprouen.free.fr/>

On retrouve une volvelle similaire dans le traité d'hydrographie de Guérard (1630), dans « Le flambeau reluisant ou Thésor de la navigation », Class Hendricksz Gietermaker, édité à Amsterdam en 1667 et au siècle précédent, dans « *L'Instruction nouvelle des poincts les plus excellents & nécessaires touchant l'art de naviguer* » de Michel Coignet, édité à Anvers en 1581 ; plusieurs volvelles s'en