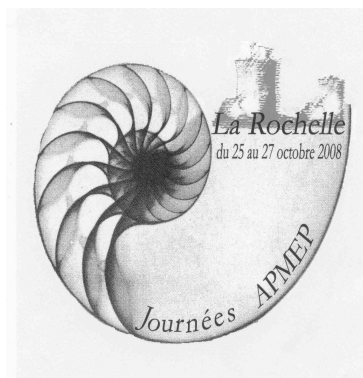




Association des Professeurs de
Mathématiques de l'Enseignement Public

Résumé de
l'atelier
DI-09 du
25 octobre 2008

Régis Goiffon



Mathématiques et navigation : Une longue histoire



(Photo R. Goiffon)

L'atelier évoquait quelques-unes des interactions entre l'art de la navigation et les mathématiques depuis les premières explorations jusqu'aux récents outils utilisés par les navigateurs.

L'histoire de la découverte de la Terre par l'homme, de la préhistoire à des temps encore récents, a été en grande partie liée à celle de la mer. Les grands empires ont construit leur puissance sur les flots. Celui qui dominait les mers dominait aussi les terres ... Les progrès dans l'art de la navigation ont donc été un enjeu majeur à toutes les époques.

On est toujours surpris par la hardiesse des anciens marins ...



Pythéas, il y a plus de 2300 ans, mena une véritable expédition scientifique qui le conduisit de Marseille jusqu'au cercle arctique.

Les Vikings ont traversé l'Atlantique plusieurs siècles avant Christophe Colomb et les polynésiens exploraient le Pacifique bien avant Cook ou La Pérouse.

Avec quelles connaissances ? Avec quels outils ?

Peu de documents ou de traces écrites tant sur les navires utilisés que sur les techniques de navigations nous sont parvenus. On imagine facilement que les navigateurs étaient peu enclins aux confidences et ne souhaitaient pas s'étendre sur ce qu'ils considéraient comme étant des secrets ... La transmission des savoirs était souvent orale et limitée à des cercles restreints d'initiés ou de praticiens. De nos jours, on construit encore en Inde des boutres de plus de cinquante mètres sans plan et avec des moyens sommaires. Bref, on en est souvent réduit à des conjectures lorsque l'on parle des techniques de navigation dans l'Antiquité. Les connaissances sur lesquelles elles pouvait s'appuyer sont à peine mieux connues. Deux siècles avant notre ère Hipparque connaissait la précession des équinoxes et les rudiments de la géométrie sphérique. Pendant longtemps les marins ne pouvaient déterminer que la latitude. La détermination

de la longitude ne fût pratiquée couramment qu'avec l'apparition des chronomètres de marine à la fin du XVIII^e.

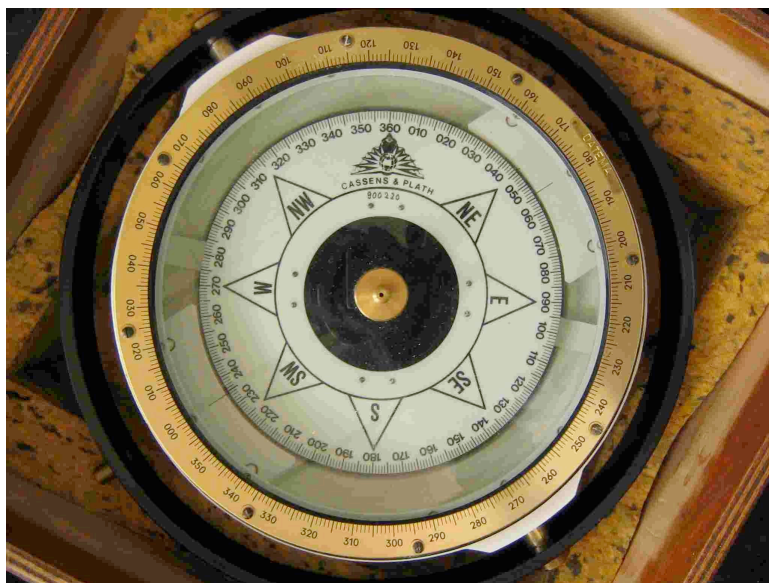
On peut cependant affirmer que les progrès de la navigation au cours des siècles ont été conditionnés par ceux des sciences en général et des mathématiques en particulier. A la fin du XVIII^e siècle, Jean Etienne Montucla consacre de nombreuses pages de son *Histoire des Mathématiques* aux techniques de la navigation.

La navigation en vue de terre. Les instruments

Le point, la route ...

Pour naviguer les marins doivent savoir à tout moment où ils se situent. Ils doivent faire très régulièrement le « point », déterminer la latitude et la longitude du bateau. Cela nécessite à la fois le sens de l'observation et un minimum de connaissances. En effet, à partir du moment où l'on quitte le port, les seules mesures que l'on puisse faire sont des mesures d'angle et des mesures de temps. La tenue rigoureuse de l'estime est incontournable.

Dés que l'on perd la terre de vue, les seuls « amers » sont les étoiles et les planètes ... Les instruments se sont développés, perfectionnés, affinés au cours des siècles.



L'apprentissage de la navigation demande avant tout de la pratique, de l'expérience du temps ... et quelques notions de mathématique, de physique et de géographie.

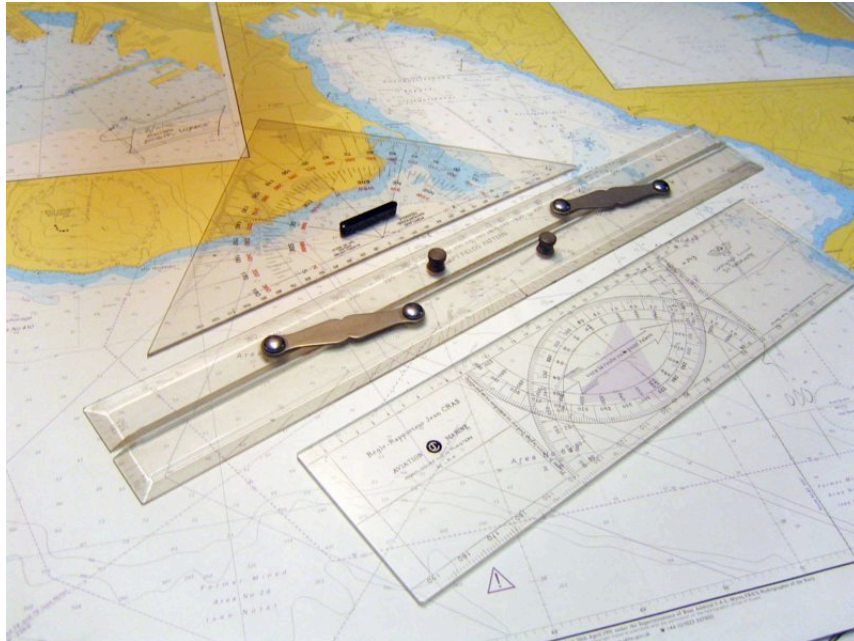
Le navigateur utilise, a minima, un compas de route (soigneusement compensé) et un compas de relèvement. Ces instruments mesurent l'angle entre le « nord compas » et la route du

navire ou l'amer relevé. Différentes perturbations peuvent les affecter : Présences de masses magnétiques, courants électriques ... D'autre part le nord géographique ne coïncide pas avec le nord magnétique qui lui même varie dans le temps.

Le navire dispose d'un loch pour évaluer la vitesse du navire et d'un sondeur.

Sur un voilier de plaisance, la table à cartes réunit avec les différents documents nautiques indispensables les instruments nécessaires au suivi de la

météo, un jeu de « bonnes cartes », des instruments pour porter les points, un chronomètre une « règle de Cras », un compas à pointe sèche, un crayon, une gomme ...



Quelques instruments utilisés en mer :
Règle de Cras, règle parallèle, triangle rapporteur
(http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Navigational_rules_types.JPG)

Compte tenu du temps imparti, il n'était pas question de détailler les différentes méthodes utilisées pour faire le point. Différents ouvrages le font très bien. Un instrument a été plus particulièrement présenté : le sextant.

Le Sextant :

C'est le descendant de l'astrolabe, de l'arbalestrille, du quartier de Davis ... Apparu en 1757, il a évolué jusqu'en 1926. Un bel objet, précis, fonctionnel, parfaitement adapté à son rôle unique, mesurer des angles.



L'instrument mesure des angles compris entre 0° et 120° , ce qui est suffisant en pratique,

avec une précision de l'ordre de deux dixièmes de minute. Il s'utilise en navigation côtière et en navigation astronomique.

Le dessin montre un sextant schématisé.

Il est constitué par un secteur de 60° soit un sixième de cercle d'où son nom.

La lunette est alignée avec le petit miroir, qui est fixé au bâti de l'instrument. Ce miroir est à moitié transparent.

Par le côté transparent, le navigateur peut voir l'horizon directement. Le petit miroir réfléchit également partiellement l'image du grand miroir où l'on voit l'astre.

Le Grand Miroir est mobile, et s'incline avec

l'alidade. En bougeant l'alidade, on change l'angle entre les deux miroirs. La hauteur de l'astre est lue sur le limbe.

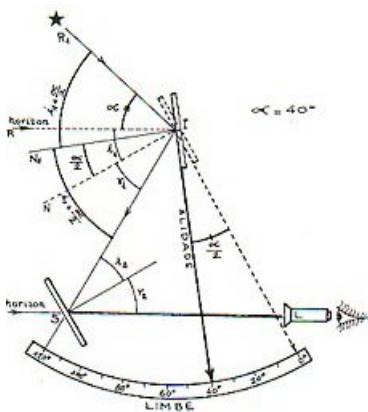
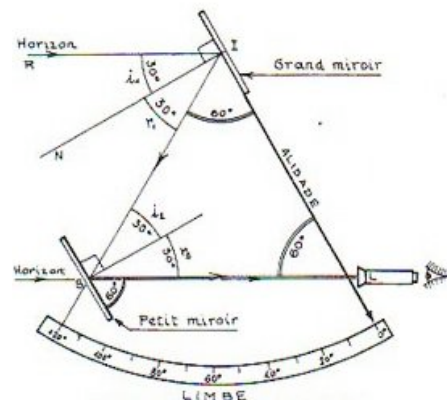
Un tambour permet d'affiner la visée. Les degrés entiers sont lus sur le limbe, et les minutes sur le tambour.

Des filtres atténuateurs doivent être placés avant le petit miroir quand on pointe le Soleil. L'utilisation de deux filtres ou plus devant le grand miroir lorsqu'on observe le soleil est obligatoire. **De sérieuses lésions**

oculaires peuvent résulter d'une observation du soleil sans l'utilisation des filtres.

La lecture d'un sextant bien réglé permet une précision de $0,2'$ d'arc. Cela signifie qu'en théorie, un observateur pourrait donc déterminer sa position avec une précision de $0,2$ mille marins (1 mille correspond à 1 minute d'arc de grand cercle), soit environ 350 à 400 mètres. Dans la pratique, les navigateurs obtiennent une précision de l'ordre de 1 ou 2 milles marins (mouvements du navire, houle, horizon plus ou moins net, imprécisions sur l'heure ou sur l'estime entre les visées successives du même astre ou d'astres différents entachent d'erreur les mesures). C'est amplement suffisant en traversée.

Certes depuis la fin du XX^e siècle l'électronique embarquée permet de faire mieux, mais en étant tributaire de la batterie du bord ...



Au cours de l'atelier,



(Photo R. Goiffon)

**chacun des participants pouvait manipuler un sextant de marine
et rêver de grandes traversées à deux encablures du port de La Rochelle !**

Un grand merci aux organisateurs !

Bibliographie succincte

Pour ceux qui s'intéressent à l'histoire, citons par exemple :

* Dans l'*Histoire des mathématiques* de Jean-Étienne Montucla :

HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES,

DANS laquelle on rend compte de leurs progrès depuis leur origine jusqu'à nos jours; où l'on expose le tableau & le développement des principales découvertes, les conjectures qu'elles ont fait naître, & les principaux traits de la vie des Mathématiciens les plus célèbres.

Par M. MONTUCLA, de l'Académie Royale des Sciences & Belles-Lettres de Prusse.

Multi pertransibunt & augebitur scientia. Bacon.

TOME PREMIER.



A PARIS,

Chez CH. ANT. JOMBERT, Imprimeur-Libraire du Roi pour l'Artillerie & le Génie, rue Dauphine, à l'Image Notre-Dame.

M. DCC. LVIII.

Avec Approbation & Privilège du Roi.

Quatrième livre, supplément : *L'Histoire de la navigation, jusqu'au commencement du dix-huitième siècle.*

Et surtout : Cinquième livre ; neuvième partie. *Histoire des progrès de la navigation relativement au pilotage, c'est à dire au chemin et à la situation du navire.*

Reprint en 2007 aux éditions Jacques Gabay ; ISBN : 978-2-87647-288-4 ; EAN : 9782876472884

L'ouvrage peut être consulté sur Gallica (Paris, H. Agasse, an VII-an X (1799-1802)) :

<http://gallica.bnf.fr/Catalogue/noticesInd/FRB/NF33999114.htm>

et sur les livres numérisés « Google » (C.A. Jombert, 1758, copie de l'exemplaire l'Université du Michigan) :

<http://books.google.fr/books?id=M-FJAAAAMAAJ>

* Une synthèse des connaissances de la navigation du XVIII^e siècle : « *Livre de navigation contenant plusieurs manières de naviger très curieuses et même nécessaires à un pilote qui veut se rendre expert en son art, par J-Bste Denoville, York, 1er janvier 1760* ».

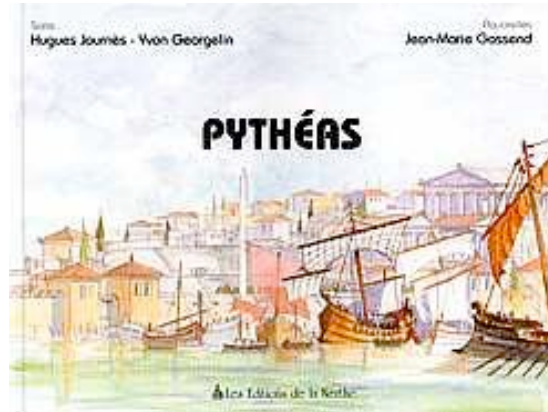
Le manuscrit original appartient à la bibliothèque municipale de Rouen. Déposé en 1919 il a été retrouvé en 2000 par une équipe de chercheurs de l'IREM de Rouen. Le livre, édité par un éditeur rouennais, est le fruit d'une collaboration entre l'IREM de Haute Normandie, l'association sciences en Seine et patrimoine et la bibliothèque municipale de Rouen. C'est une synthèse des connaissances de la navigation du XVIII^e Sous la direction d'Elisabeth Hébert (éditeur : Point de vues, juillet 2008, ISBN : 978-2-91548-23-5).



* Histoire générale de la navigation du XV^e au XX^e siècle (publiée pour la dernière fois en 1931) par le Capitaine de Vaisseau Frédéric Marguet (1874-1951). L'ouvrage peut être consulté en ligne :

http://hydro.marseille.free.fr/histoire_nav_marguet/histoire_nav_marguet.htm

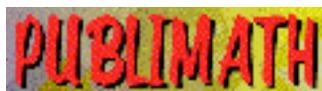
* De nombreux ouvrages et romans traitent la question. On pourra consulter, par exemple : *Pythéas. Explorateur et astronome* d'Yvon Georgelin et Hugues Journès (éditions Nerthe/Courtine, ISBN : 2-913483-10-0, EAN : 9782913483101) un beau livre illustré agréablement d'aquarelles de Jean-Marie Gassend.



Une consultation sur la base de données Publimath

[http://publimath.irem.univ-mrs.fr/cgi-](http://publimath.irem.univ-mrs.fr/cgi-bin/publimath.pl?r=%22math%E9matiques+et+navigation%22)

[bin/publimath.pl?r=%22math%E9matiques+et+navigation%22](http://publimath.irem.univ-mrs.fr/cgi-bin/publimath.pl?r=%22math%E9matiques+et+navigation%22)



permettra d'autre part de trouver un certain nombre d'articles pour la classe.

Dans la série des fascicules Galion thèmes (régionale de Lyon de l'APMEP), « La navigation à vue de Terre » propose douze activités illustrées sur le sujet.

