

Navigation astronomique avec les Ephémérides de l'IMCCE

Entre Pointe-à-Pitre et Lisbonne... - Pascal Richard, CNES

Cette transat retour de Pointe-à-Pitre à Lisbonne commença pour moi autour d'un café au CNES. Richard me confiait alors que le GPS lui avait volé la satisfaction de faire le point par lui-même lors de sa transat de Port-Leucate à Fort-de-France. J'étais moi aussi attiré par la navigation « à l'ancienne » depuis que j'avais trouvé un traité de navigation de 1839 chez le bouquiniste du marché du dimanche matin entre le vendeur de cirés et le fumeur de saumons. C'est ainsi que j'intégrais cinq mois plus tard le joyeux équipage de Raphyo², emportant le sextant de Jean-Michel notre routeur à terre qui dormait dans sa boîte (le sextant, pas le routeur) depuis les années 80. « Routeur à terre, routeur à terre, mais est-ce vraiment de la navigation à l'ancienne, ça ? ». Bon d'accord, on voulait découvrir la navigation à l'ancienne mais on aime bien le spatial aussi et on apprécie la sécurité. Nous naviguâmes donc assistés de plusieurs dizaines de satellites en orbite basse, moyenne et géostationnaire et nous utilisâmes avec bonheur un récepteur GPS pour la position, un téléphone Iridium pour télécharger les cartes issues des images Eumetsat, une balise Argos pour envoyer toutes les heures notre position à nos proches ; et assistés également des précieuses Ephémérides Nautiques 2015 de l'IMCCE au cas où tout cet arsenal d'électronique faillirait...

Le traité de 1839 présente deux types de pilotage : le *cabotage* qui consiste à aller de cap en cap et la *navigation hauturière* ainsi nommée parce que l'on y fait usage de la hauteur des astres pour se guider. Le principe de base de la navigation hauturière est que la mesure de la hauteur d'un astre permet de calculer la distance de l'observateur au point de la sphère terrestre qui a cet astre à sa verticale ; ce point est nommé le *ped de l'astre*. Pour être utile, cette mesure doit être précise, car pour une minute d'angle d'erreur on fausse la distance d'un mille nautique (1 852 mètres).

Tiens, mais au fait, pourquoi les marins mesurent-ils les distances en nautiques et non en kilomètres comme tout le monde ? Parce qu'un grand cercle de la sphère terrestre est subdivisé en 360 degrés de 60 nautiques, tout comme il est divisé en 400 grades de 100 kilomètres. Pour mesurer des distances en kilomètres, il faudrait mesurer la hauteur des astres en grades et non en degrés. La graduation en kilomètres (et donc en centièmes de grades) est utile sur une carte terrestre car un véhicule terrestre peut mesurer les distances par rapport au sol alors qu'un navire subissant les courants, marées et dérives ne peut que les estimer.

Mesurer la hauteur d'un astre à la minute d'angle près sur un navire agité par la houle, cela peut sembler une gageure. C'est là qu'intervient le sextant. Grâce à son jeu de miroirs ramenant l'astre et l'horizon sur la même ligne de visée et son vernier gradué en dixièmes de minutes d'angles, il permet d'ajuster précisément l'angle 'horizon-observateur-astre' même si l'angle entre le cadre de l'instrument et l'horizontale varie constamment avec une amplitude de plusieurs degrés. C'est merveilleusement ingénieux !

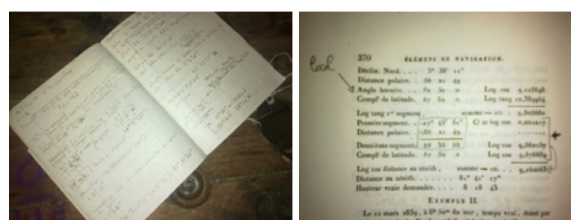
Mais mesurer précisément la hauteur de l'astre ne suffit pas : il faut également noter précisément l'heure de la mesure. La vitesse de rotation de la Terre par rapport aux astres fait qu'à l'équateur une erreur de 3 secondes sur la date de la mesure entraîne une erreur d'un nautique sur la position en longitude. Si on a pris soin de régler une montre à quartz sur l'heure UTC avant le départ, ceci ne pose pas de problème majeur. La montre à quartz bas de gamme que nous avons utilisée s'est dérégulée de moins d'une seconde en 2 mois. Une bonne raison pour écrire « Le temps c'est cool ! » sur l'ardoise où nous comptons les journées de mer. « Et alors, une fois qu'on a mesuré la hauteur d'un astre et la date, nous voilà bien avancés... ».

C'est là qu'interviennent les *Ephémérides Nautiques*. Cet ouvrage publié chaque année permet grâce à des tables d'interpolation de situer précisément le pied de l'astre observé à la seconde de l'observation. Autre point important : nous avons besoin d'une estimation de position que nous allons corriger par notre mesure. L'estimation est faite à partir de la dernière position connue et d'une estimation de la direction et de la distance parcourue depuis cette dernière.

Il ne reste plus qu'à sortir le traité de navigation du 19^{ème} siècle, sa formule magique et ses *tables de logs*, du papier quadrillé, un crayon aiguisé et une gomme pour calculer la hauteur à laquelle nous aurions vu l'astre si notre estimation de position était exacte. Ce petit exercice n'est pas désagréable ; le quadrillage prend toute son importance lorsque la mer est agitée car il permet de bien aligner les nombres de 8 chiffres qui doivent être additionnés.



Crédit : P. Richard, R. Biancale

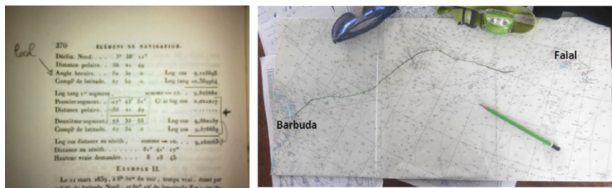


Crédit : P. Richard, R. Biancale

Cette « mesure théorique » ne peut pas être comparée directement à notre mesure brute car celle-ci nécessite quelques corrections : le zéro du sextant (à étalonner avant chaque mesure), l'excentricité du sextant donnée par une table fournie par le fabricant ; les autres corrections sont établies grâce à des tables fournies dans les *Ephémérides Nautiques* : le diamètre de l'astre, la parallaxe, la réfraction atmosphérique et la hauteur de l'observateur au-dessus du niveau de la mer.

Et là est l'heure de vérité : soit on a un écart de plusieurs dizaines de degrés entre la mesure théorique et la mesure réelle corrigée et on n'a plus qu'à tout reprendre du début pour trouver l'erreur, soit on a quelques minutes d'angle d'écart et on peut corriger notre position estimée dans direction de l'astre observé d'autant de milles nautiques qu'il y a de minutes d'écart entre la mesure réelle et la mesure théorique.

De la mesure à la correction de la position, il faut compter une demi-heure pour des débutants appliquant toutes les corrections et le résultat est bon au mille près. Le capitaine, en juge arbitre, relevait les positions GPS pour valider nos résultats.



Crédit : P. Richard, R. Biancale

Si vous avez bien suivi, ami lecteur, vous vous dites à ce moment : « Ce système donne une correction dans une direction, mais certainement pas une position ». Pour déterminer une position rapidement, il faut utiliser plusieurs étoiles à différents azimuts. Pour avoir une position en n'utilisant que le soleil, il faut attendre qu'il se soit déplacé pour mesurer notre distance à sa nouvelle position. Bernard Moitessier durant sa *Longue Route* prenait une hauteur du soleil à l'est le matin et une au sud à midi. La mesure à

midi dite « méridienne » donne la latitude mais aucune information de longitude. Ces principaux intérêts sont qu'elle ne nécessite pas de montre exacte (on mesure le soleil à sa culmination sans surveiller la montre) et que les calculs sont très simplifiés car le segment entre le pied du soleil et l'observateur est le long d'un méridien.

Voilà, vous connaissez les bases de la navigation au soleil et aux étoiles à l'aide d'une montre fiable (on peut se passer de montre fiable en mesurant la distance de la lune au soleil ou aux étoiles du zodiaque). Il ne vous reste plus qu'à embarquer pour découvrir vous aussi le bonheur d'observer chaque nuit le ciel tourner autour de l'étoile polaire, le trouvant chaque fois dans une position différente selon l'heure du quart attribué, pour s'apercevoir que le bateau a changé de cap juste en mettant le nez dehors, pour voir jour après jour, semaine après semaine la voûte céleste basculer lentement vers le sud alors que vous escaladerez les parallèles en direction du « Peter Café Sport » à Horta.

A bord, vous aurez le temps de régler, veiller, rêver, réparer, jouer, manœuvrer, cuisiner, rire, mais aussi de lire. Voici quelques idées de lectures, mais si l'aventure vous tente c'est certainement que vous avez vos propres sources d'inspiration.

Références

- « Ephémérides nautiques », Edinautic, 2015
- « La lune est blanche », François et Emmanuel Lepage, 2014
- « Carte conforme oblique de l'océan atlantique nord France-Antilles 'route du rhum' », SHOM, 2013
- « L'entreprise des Indes », Erik Orsenna, 2010
- « Longitude », Dava Sobel, 1996
- « Le cours des Glénans », 7ème édition, 2010
- « Le naufragé du A », Fred, 1972
- « La longue route », Bernard Moitessier, 1971
- « L'île des perroquets », Robert Margerit, 1955
- « Jean-Pierre et la navigation », Pierre Béarn, 1945
- « L'étoile Mystérieuse », Hergé, 1942
- « Traité de navigation », C.F. Fournier, 1839

Merci à Richard pour ce beau voyage à bord de *Raphy*², ainsi qu'à Margot, Mathieu et Timothée nos compagnons d'équipage et à Raphael et Jean-Michel qui nous conseillèrent depuis la terre ferme.