

Instruments de navigation astronomique en mer

Dans sa brochure bilingue intitulée « **évolution de la navigation astronomique au cours des siècles** », publiée chez Alderabán (Cuenca, ISBN :978-84-95414-95-3), l'auteur nous invite à appréhender quelques instruments utilisés pour le positionnement en mer.



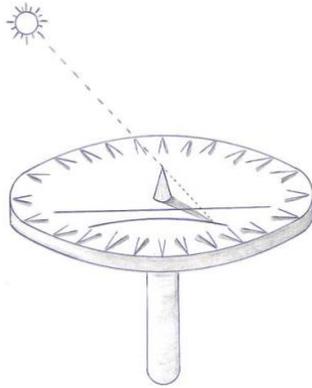
Exposition de répliques d'instruments, conférence AMONAVAL, Laredo, 2014

La confection réalisée par l'intéressé de divers modèles desdits instruments lui a permis de mieux comprendre leur fonctionnement et de juger de la précision obtenue. Voici un petit coup d'œil relatif à quelques instruments :

Le compas solaire des Viking :

Basé sur le principe du gnomon et des courbes gnomoniques, cet objet circulaire en bois était pourvu d'un style vertical qui projetait son ombre sur sa base que l'on peut faire flotter à l'horizontale, par exemple dans une bassine d'eau. En faisant pivoter l'instrument et en mettant en correspondance l'ombre et une ligne gnomonique, on retrouvait le Nord (voir image ci-dessous).

Évidemment un tel compas solaire n'était exact que pour une latitude concrète et une période de l'année bien déterminée. Le navigateur britannique Sir Robin Knox Johnson a testé l'instrument et lui a trouvé une précision passablement correcte, bien suffisante pour naviguer d'est en ouest à la découverte de Terre-Neuve sur un drakkar de l'époque d'Éric le Rouge. Mon modèle permet une approche de la direction du Nord à environ 5° près.

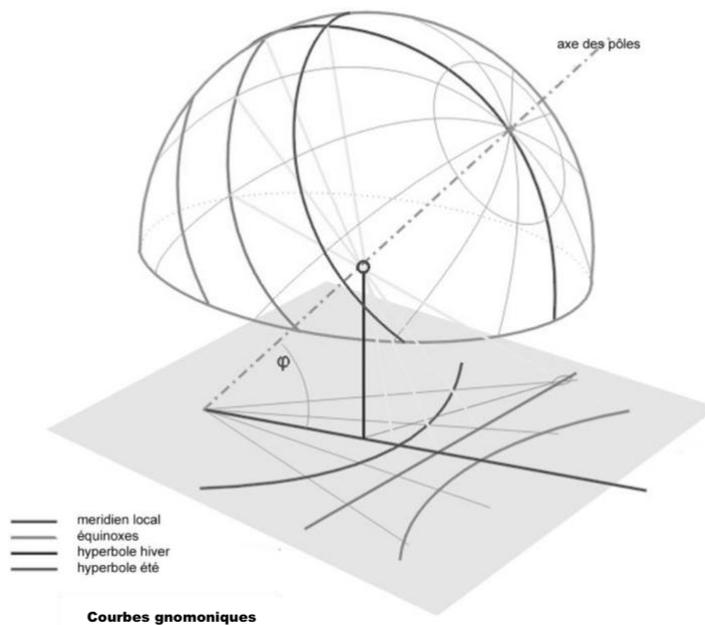


Principe de fonctionnement



Reproduction d'un compas Viking

En janvier 2021 Roger Torrenti a fait paraître dans le magazine « L'Astronomie » de la Société Astronomique de France un intéressant article consacré, entre autres, à ce sujet (voir les sources ci-dessous).

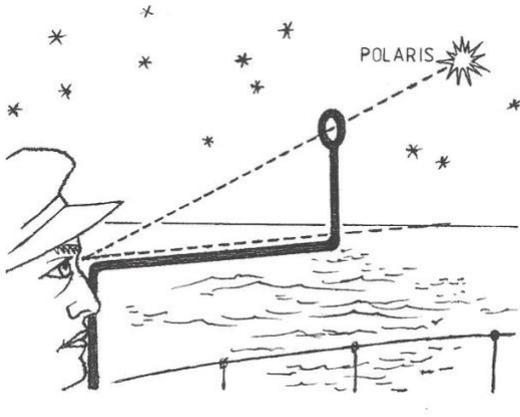


Courbes gnomoniques

Le Kamal :

Beaucoup utilisé sur les boutres arabes des mers orientales, il s'agit d'une simple pièce de bois percé en son centre pour y fixer une cordelette à nœuds. Le principe de la mesure consistait à faire coïncider l'horizon avec la partie inférieure de la planchette et l'astre avec sa partie supérieure. La cordelette à nœuds donnait la mesure entre l'œil de l'observateur et la planchette, donc l'angle. On peut ainsi retrouver la latitude par la Polaire ou par la hauteur méridienne du Soleil.

Il existe aux Bermudes des Kamals métalliques, basés sur le même principe. La navigation par latitude constante a longtemps été pratiquée pour des traversées tant courtes que transocéaniques.



Principe du Kamal (bermudien)



Reproduction d'un Kamal (planchette)

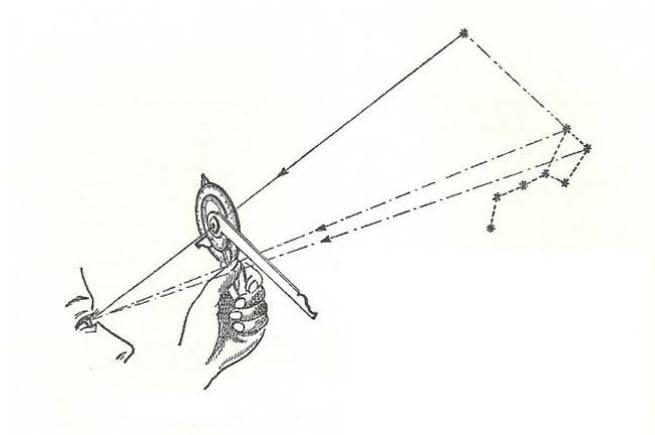
Le Nocturlabe

Cet instrument permet de retrouver l'angle horaire d'une étoile circumpolaire en utilisant les « Gardes » (Dube et Méraak) qui pointent en direction de la Polaire, comme l'aiguille d'une grande horloge céleste.

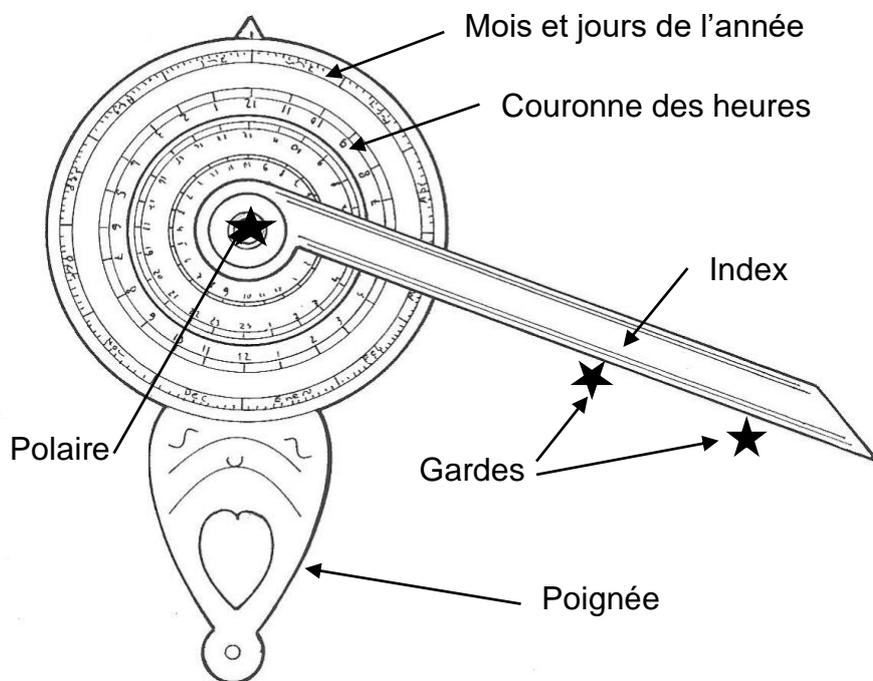
Après avoir amené l'index (une couronne graduée concentrique) sur la date de la mesure, on vise l'étoile polaire par le petit trou central de l'instrument, puis on déplace l'alidade de l'instrument pour l'aligner sur les Gardes. On obtient ainsi l'heure de la nuit que l'on peut lire sur le disque de l'index. C'est la montre nocturne des marins.

Il y a aussi des nocturlabes utilisant Kochab, autre étoile circumpolaire, comme « aiguille » de l'heure en lieu et place des « Gardes ».

Les « starfinders » d'aujourd'hui (également nommés « cherche-étoiles ») utilisent le même principe pour nous présenter les astres de la voute céleste d'un jour et d'une heure précise.



Principe de l'utilisation du Nocturlabe



Nocturlabe



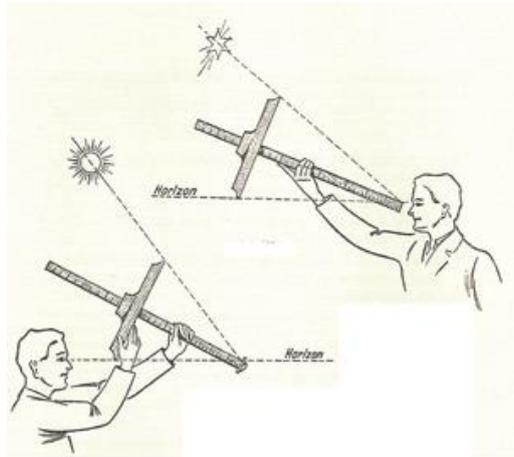
Reproduction d'un nocturlabe avec au verso une volvelle pour l'heure selon l'azimut de la Lune

L'arbalète :

Cet instrument se retrouve sous les noms de Bâton de Jacob, de Verge d'Or ou d'Arbalestrille. L'arbalète se compose d'une longue tige, la verge, sur laquelle coulisse une équerre double appelée marteau. La verge est graduée et le marteau peut coulisser dessus. Il peut y avoir des marteaux de longueur distinctes, ce qui permet une meilleure précision des petits ou grands angles, mais implique autant de graduations différentes sur les diverses faces de la verge.

Pour des mesures de la hauteur du Soleil et afin de ne pas être ébloui par ce dernier, on fixe un écran à l'extrémité de la verge et on relève l'ombre du marteau sur cet écran. Cela signifie que l'observateur se met le dos au Soleil, contrairement à la pratique pour une étoile, comme la Polaire, par exemple. L'arbalète ne permet pas de mesurer des grands angles.

Mon modèle d'arbalète se limite à une précision de l'ordre demi degré, bien que certaines sources indiquent qu'une précision de 1/10 de degré pouvait être atteinte dans les meilleurs cas.



Principe de mesures avec l'arbalète



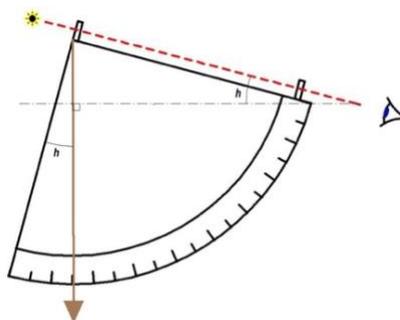
Reconstruction d'un bâton de Jacob



Détail de la tête de la verge

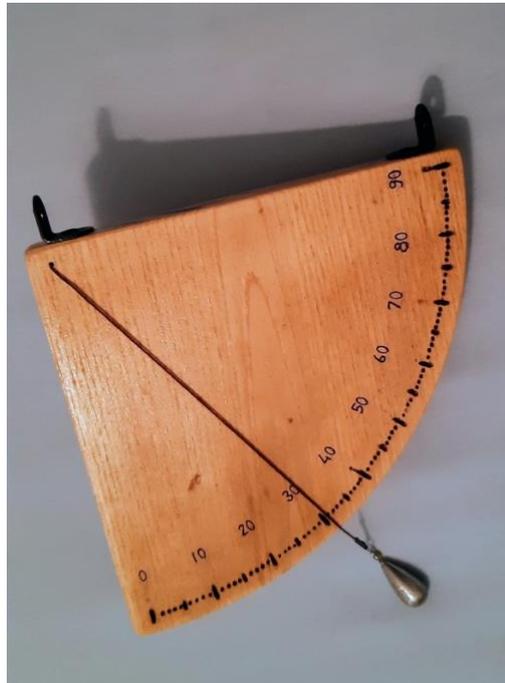
Le quadrant nautique :

C'est un des premiers instruments de mesure angulaire employé dans la marine pour faire le point en mer. Un quart de cercle gradué en degrés, une alidade de visée et un fil à plomb. Ce dernier marque la verticale (donc l'horizontale) et on peut ainsi mesurer la hauteur de l'astre observé en dessus de l'horizon, par exemple la Polaire. La précision atteinte est de l'ordre du degré.



Principe du quadrant

Observer le Soleil avec un tel quadrant est très difficile, du fait qu'il faut se brûler les yeux à regarder ses rayons directement. On pouvait cependant aussi se tenir à côté de l'instrument et observer le Soleil par ombre portée pour prendre la mesure, mais ceci demandait la participation de deux personnes.



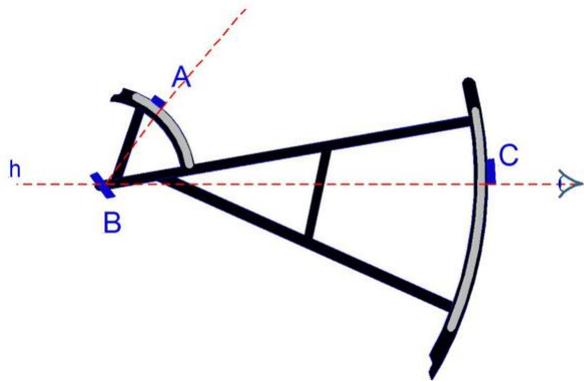
Reproduction d'un quadrant nautique

Le quartier de Davis :

Également appelé quadrant à observation de dos (*Backstaff* en anglais) il est apparu vers la fin du XVI^e siècle et ce fut un soulagement pour les yeux des observateurs. Construit en bois, l'instrument comporte deux arcs de cercle gradués ; le supérieur mesure 60° et l'inférieur 30°, soit 90° au total. La somme des deux angles relevés donne la hauteur de l'astre sur l'horizon. La flèche de cet instrument peut mesurer plus d'un mètre.

Les pinnules A et C coulissent sur leurs cercles respectifs ; elles restent délicates à réaliser et surtout peuvent tomber et se perdre lors de leur manipulation. Ne pas oublier que le pont d'un navire reste un endroit instable et parfois fort mouvementé.

Ayant construit une réplique d'un tel instrument je peux confirmer que l'exactitude des mesures de cette copie est de l'ordre du quart de degré, soit quelque 15 milles nautiques. Rappelons ici que le diamètre du soleil est proche du demi-degré. Cet instrument sera utilisé jusqu'à la fin du XVIII^e siècle.



Principe du quartier de Davis



Reproduction de l'instrument



Détail de l'arc supérieur



Autre image de la reproduction

Le sextant :

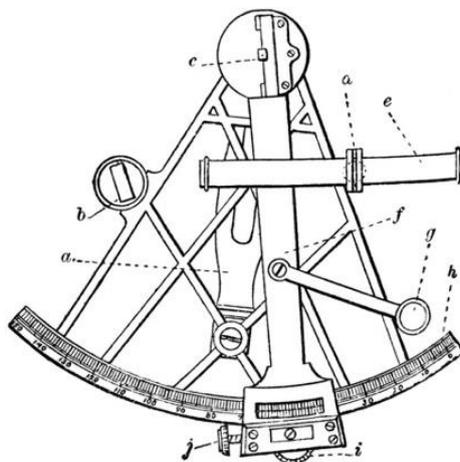
L'évolution de la manufacture des verres et miroirs optiques, en particulier la découverte des lentilles achromatiques va enfin permettre la réalisation d'instruments de mesure de bonne précision.

Il y eut tout d'abord le quadrant à réflexion, instrument attribuée au célèbre physicien Isaac Newton, en 1699. C'est un dispositif optique, utilisant le principe de la réflexion des rayons lumineux.

Ledit instrument optique sera rapidement remplacé par l'octant, une réalisation intermédiaire qui va être fortement applaudie par les marins.

Quant au sextant, il est né d'une suggestion d'un capitaine de la Royal Navy, John Campbell, en 1757, bien que le mathématicien américain Thomas Godfrey ait travaillé à cette même époque sur un instrument de navigation très semblable.

Les promoteurs de l'utilisation des distances lunaires pour déterminer la longitude en mer à la fin du 18^e siècle ont largement stimulé la réalisation de cet instrument : l'octant ne pouvait en effet mesurer que des angles allant jusqu'à 90 degrés et la "méthode des distances lunaires" exigeait la possibilité de relever des angles allant jusqu'à 120 degrés. Ainsi, tout comme l'octant, le sextant était utilisé pour mesurer la hauteur d'un astre (soleil, lune, étoiles, planètes) au-dessus de l'horizon, de même que la distance angulaire entre deux astres. Typiquement l'angle entre la Lune et le Soleil, soit sur des angles souvent plus importants.



Principe du sextant

Depuis, l'instrument a certes été amélioré, passant d'une réalisation en bois à un instrument entièrement métallique, pourvu d'une optique de grande qualité. Mais il faut avouer qu'après 250 années de bons et loyaux services, il reste d'actualité. A tel point que la Marine Nationale Française a dernièrement décidé d'en acquérir une large quantité, au vu de la situation politique actuelle et des possibilités de ne plus pouvoir bénéficier du positionnement par GPS.

En toute logique, si ce n'est un modèle nécessaire à des besoins pédagogiques, je n'ai pas cherché à réaliser une reproduction d'une telle machine de précision. Mon propre sextant m'a rendu de précieux services pendant de nombreuses années de navigation au long cours. Il existe aussi des sextants en « plastique », peu onéreux et d'une précision remarquable.

Valeur de l'instrument :

Un tel instrument de précision a toujours été coûteux et pour son utilisateur, c'était un bien des plus précieux du bord et tout le monde ne pouvait pas s'en offrir un. En 1771, un sextant pouvait coûter 3'000 Livres. La livre contenait légalement 4,5 grammes d'argent pur. Au cours actuel de 0.69 €, la livre d'avant la révolution représente ainsi environ 3 €.

On peut ainsi comprendre pourquoi lors d'un naufrage le capitaine faisait tout pour sauver son instrument, comme on a pu le voir dans certains fameux films de marine d'aujourd'hui, tel celui sur La Bounty ou Master & Commander.

P.-A. Reymond © 2023/24

Sources :

- L'histoire de la navigation, de l'usage pratique de l'astrolabe, Hubert Michea (<http://hubertmichea.fr/pages/astrolabe.htm>)
- Wikipedia
- Évolution de la navigation astronomique au cours des siècles, P.-A. Reymond, Ed. Alderabán, 2012
- <http://navigare-necesse-est.ch>
- <https://lastronomie.fr/>

.....