

# Compas de route et compas de variation au 18<sup>ème</sup> s.

La boussole est un des plus anciens instruments de navigation, apparue semble-t-il au début du XII<sup>e</sup> siècle. Elle est encore utilisée dans le monde aujourd'hui. D'origine controversée, inventée par les chinois pour certains ou étant apparue dans le bassin méditerranéen, pour d'autres comme l'amiral Bellec<sup>1</sup> qui écrit : « il est très probable que la boussole s'est propagée d'abord dans cette république maritime (Amalfi), en provenance de l'espace arabo persique. »

Pour se repérer sur l'océan, tant que la longitude ne pouvait pas être correctement calculée, jusqu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, la navigation se faisait à l'estime<sup>2</sup>. C'est-à-dire qu'à partir d'un point, on suivait un cap et on estimait la distance pour évaluer le point d'arrivée. Puis on recommençait cette opération autant de fois que nécessaire. On utilisait alors la boussole pour déterminer le cap. Pour connaître la distance, il fallait connaître la durée et la vitesse ; deux instruments étaient nécessaires, le sablier pour la durée et le loch pour la vitesse.

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, la boussole est dénommée compas de route par les marins français, parfois simplement compas, et compas par les Anglais. Dans l'article, nous présentons le compas de route et le compas de variation au siècle de Denoville et nous montrerons la très lente évolution des instruments liée à l'absence de théorie sur le magnétisme et ses effets.

## 1. Compas de route

*Le compas de route sert à un pilote à diriger la route de son navire en telle partie du monde qu'il veut aller, c'est à dire par exemple, que lorsqu'il veut aller vers le Nord, il doit gouverner son navire en sorte que la quille est dans la ligne du Nord & Sud, le cap ou l'avant du vaisseau soit tourne vers le Nord. Et ainsi des autres rumb de vent. D. 40*

Dit comme cela, le compas est d'un emploi qui paraît élémentaire, mais qui pose en fait de nombreux problèmes. Rapidement on prit conscience que l'aiguille aimantée ne donnait pas, en général, le nord géographique, et que cette variation entre le nord indiqué par l'aiguille et le *nord vrai* changeait dans le temps et l'espace. C'est ce qu'exprime Le Cordier, en 1740 : « A l'observatoire Royal de Paris [...] au commencement du siècle passé, [la variation] était de sept à huit degrés Nord-Est, elle a diminué ensuite jusqu'à 1666 où l'aiguille marquait le vrai nord, depuis ce temps elle a tourné du côté de l'Ouest, & augmenté de telle sorte, qu'en 1700, elle était déjà de sept à huit degrés et qu'enfin elle est aujourd'hui de quinze degrés. ».

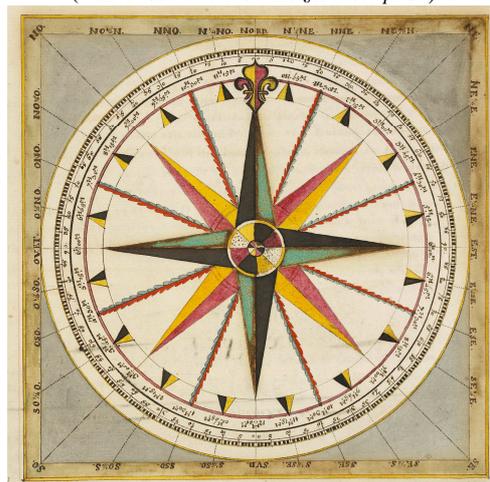
Le pilote doit donc rectifier le cap donné par le compas en fonction de la variation<sup>3</sup> car en général, les deux nord, magnétique et géographique, sont distincts. Cette difficulté va nous entraîner vers de nombreux développements.

## Rose des vents<sup>4</sup>

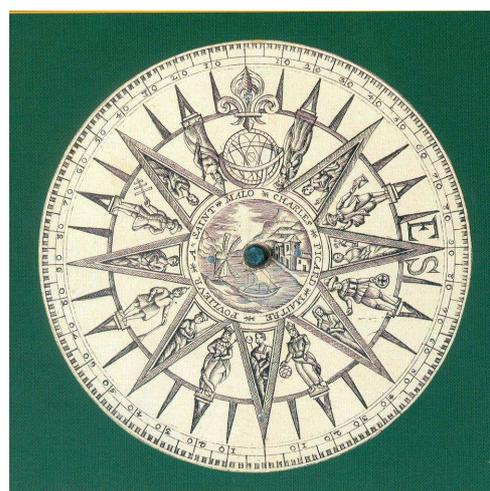
Les dessinateurs de roses des vents laissaient libre cours à leur imagination et aux mariages des couleurs. Certaines roses des vents sont de petites œuvres d'art. On retrouve le plaisir qu'a Denoville à enjoliver et à coloriser les figures géométriques dans les roses des vents qu'il dessine, tout en maintenant une grande précision dans les traits et graduations.

Rose des vents, D.5

(Voir 1 rose de vents dans §II description)



La rose des vents ci-dessous est sur un compas du 18<sup>e</sup>s. Elle porte l'inscription Charles Picard à St Malo. Les dessins représentent des femmes et des hommes tenant des instruments scientifiques et de navigation : sphère armillaire, astrolabe nautique, arbalétrille,...



Musée de la Marine, Paris

<sup>1</sup> Voir François Bellec, les hypothèses de Joao de Lisboa déviation magnétique et fausse pistes, in Vincent Jullien, *Le calcul des longitudes*, Les PUR, 2002.

<sup>2</sup> Voir Carmelle Mira « Ah ! qu'il fut difficile de partir en mer », in Elisabeth Hébert, *les instruments scientifiques à travers l'histoire*, Ellipses, Paris, 2004, p. 19.

<sup>3</sup> On utilise le terme *variation* à la place de *déclinaison magnétique* comme dans le manuscrit. La déviation propre au milieu local et au cap est alors considérée comme nulle. (Voir variation et déclinaison magnétique).

<sup>4</sup> En 1920, les lettres N, S, W & E pour la notation des points cardinaux des roses de vents sont imposées par une convention internationale.

## Description du compas de route



Une boussole à suspendre avec seulement un système à cardan. Château-Musée de Dieppe

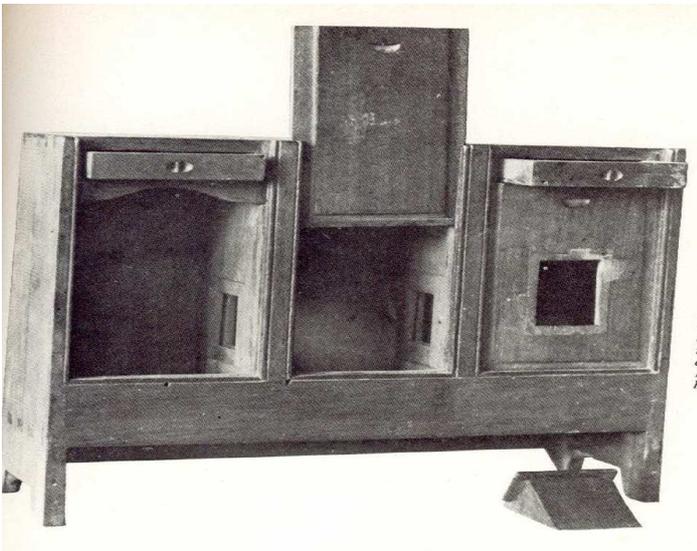
Le compas de route se compose essentiellement d'une rose des vents en papier, graduée en degrés et collée sur carton ou sur feuille de mica ou de talc<sup>5</sup>, et d'une aiguille, petite lame d'acier, dont la partie aimantée indique le Nord. Au centre de l'aiguille, est soudé un petit cône creux de cuivre ou de laiton servant de chape (de chapelle comme on disait jusqu'au 18<sup>e</sup> s.) pour que celle-ci tourne librement sur un pivot fait d'une tige très fine d'acier. Ce pivot est placé verticalement au fond d'une boîte ronde, d'abord en bois tourné, plus tard en laiton ou en cuivre<sup>6</sup>. Cette dernière est supportée par un jeu de deux armatures, dit à cardan, pour permettre à la rose des vents de rester horizontale en mer, et est en général installée dans une boîte carrée. La boîte extérieure est recouverte d'un verre qui protège la rose des vents. En fait, ce montage élaboré et nécessitant de la précision rendait difficile la fabrication de compas de route de qualité.

## Habitacle

Sur un navire, un habitacle ou gésolle est placé près de l'homme à la barre dans le sens de la largeur. Il est divisé en trois niches. Au centre était placée une lampe et de chaque côté un compas de route. Ainsi quelque soit le bord tiré, on pouvait lire le cap donné par la boussole. Mais la proximité des aiguilles des deux compas amplifiait la déviation magnétique et l'erreur de lecture pouvait atteindre plusieurs dizaines de degrés<sup>7</sup>. En 1771, d'Après de Manneville<sup>8</sup> insiste sur l'utilisation du cuivre plutôt que du laiton qui contient du fer et fait observer qu'il ne faut pas mettre 2 compas dans l'habitacle<sup>9</sup>.



Compas de route à suspendre du 18<sup>e</sup>s, Musée de la Marine



Habitacle à trois compartiments, *L'instrument de marine*, Randier, p31 Musée de la Marine

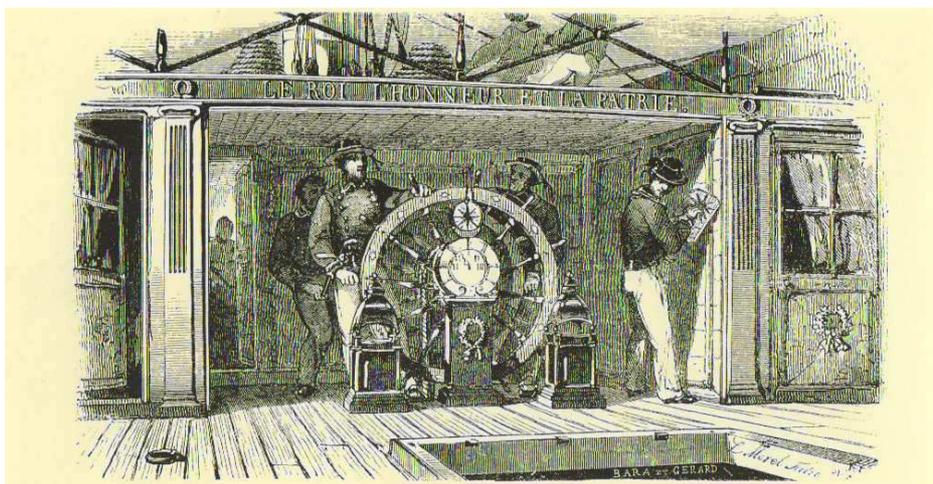
<sup>5</sup> Indéformable et insensible à l'humidité et à la chaleur. Néanmoins la déformation des roses des vents liée aux conditions de navigation était une cause d'erreur.

<sup>6</sup> Pivot, chapelle et boîte en laiton ou en cuivre.

<sup>7</sup> En 1770, J.B. de Gaulle, hydrographe au Havre puis à Honfleur, trouve jusqu'à 26° de déviation réciproque...

<sup>8</sup> Jean-Baptiste d'Après de Manneville (1707 - 1780) hydrographe havrais, explorateur et auteur du *Neptune oriental* donnant des cartes réputées des côtes de l'Inde et de la Chine.

<sup>9</sup> Voir histoire de la navigation du XV<sup>e</sup> au XX<sup>e</sup> siècle, F. Marguet, 1931.



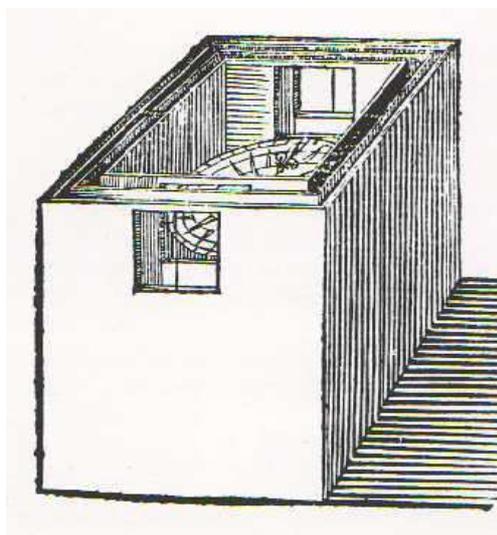
Dessin de Morel Fasio, vers 1840, *L'instrument de marine*, Randier.

On retrouve les instruments de navigation du XVIII<sup>e</sup>. L'homme à la barre surveille son cap avec les compas de route situés dans deux habitacles. Un matelot note sur un renard les différents caps suivis durant le quart et la vitesse estimée pour chacun des caps.

## 2. Compas de variation

Pour trouver la variation magnétique, l'emploi du compas de variation était du ressort des pilotes ayant une solide formation en navigation. L'expérimentation et les observations permettaient de mieux connaître les phénomènes magnétiques mais l'aiguille aimantée avait du mal à révéler tous ses secrets et les navigateurs préféraient s'en remettre parfois à leur instinct et à des rectifications de fortune. Certains fabricants négligeaient la variation et confondaient les deux nord en décalant l'aiguille sous la rose des vents pour les roses doubles. Ainsi les boussoles de différentes villes donnaient des lectures différentes en un lieu du monde donné. De ce fait et pour améliorer la précision de l'instrument, l'Académie de Marine, instituée en 1759, obtint en 1772 la direction et surveillance de la construction des boussoles, contrôle qui donna le jour à un atelier de cadrannerie à Brest.

### Description du compas de variation et améliorations :



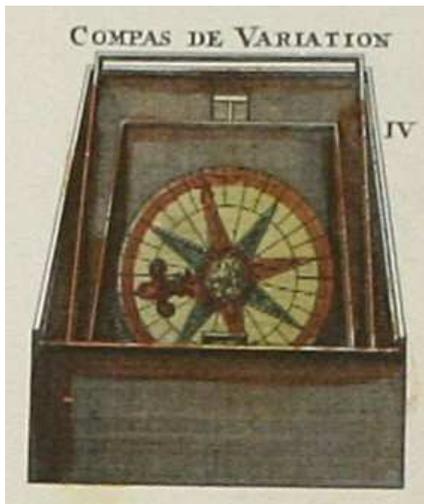
Compas de variation à deux vitres<sup>10</sup>

*Pour observer la variation du compas on se sert d'une seconde boussole ou compas qu'on appelle pour cela compas de variation qui diffère du compas de route qu'en ce qu'il y a 2 petites fenêtres directement opposées au milieu desquelles il y a un fil perpendiculaire auquel répond un autre fil par-dessus le compas qui passe précisément par le centre de la rose. D.40* Denoville s'inspire, dans son manuscrit, de l'instruction des pilotes, de Le Cordier père, réédité en 1740 avec des corrections et améliorations par le fils M. Le Cordier, prêtre, hydrographe comme son père à Dieppe. Dans ce dernier, le traité géométrique de la variation de la boussole, une amélioration du compas de variation est apportée : « Mais au lieu de ces deux petites vitres, il vaut beaucoup mieux établir au dessus de la boîte deux pinnules de deux pouces au moins de hauteur, parce qu'il est plus aisé de couper l'astre avec ces pinnules, quand il y a quelque hauteur. » p 15.

Amélioration déjà décrite par G Denys, hydrographe dieppois, en 1666 qui précise à propos des pinnules : « deux pinnules de cuivre dont celle qui se met à l'œil à une petite ouverture de haut en bas par le milieu & l'autre qui lui est opposée a semblablement une ouverture mais plus large au milieu de laquelle tout du long est un petit fil de laiton...[...] Aux unes (les boussoles), les pinnules se plient & s'abaissent, aux autres non, étant nécessaire de les démonter de dessus le balancier si l'on veut refermer la boîte extérieure ».

En effet, pour la mesure au lever ou au coucher du Soleil la boussole aux deux vitres suffit mais n'est pas utilisable dès que le Soleil atteint une certaine hauteur<sup>11</sup>. Mais les deux pinnules ne sont pas encore suffisantes dès que le Soleil est haut dans le ciel.

<sup>10</sup> *Hydrographie*, George Fournier (1595-1652), 1643.



Un compas de variation de COVENS, affiche d'Aubin,

C'est ainsi que Le Cordier, fils, continue avec une nouvelle amélioration : « Il est même nécessaire, quand la hauteur est considérable, d'établir au-dessus des pinnules un style perpendiculaire sur la boussole comme un fil de laiton ainsi que l'a proposé un célèbre Académicien dans un ouvrage fait sur le sujet dont il s'agit. Car en se servant de l'ombre de ce style comme on expliquera ailleurs, on a le degré de la boussole où l'astre répond plus sûrement que par l'ombre du fil, parce que dans nos compas il y a ordinairement trop peu de distance entre ce fil & le centre de la rose pour faire une observation sur laquelle on puisse compter. »

Pour motiver la recherche sur le magnétisme terrestre, l'aimant et leurs effets, plusieurs prix sont proposés tout au long du 18<sup>e</sup> siècle par l'Académie<sup>12</sup>. En 1731, Bouguer qui est le célèbre académicien dont parle Le Cordier, et hydrographe du roi au Havre de Grâce à cette époque reçoit un prix pour son étude sur l'observation de la variation en mer et les améliorations à y apporter. Outre sa proposition de surmonter l'une des deux pinnules d'un style pour repérer l'ombre du style sur la chape de la rose tout en maintenant l'horizontalité de la rose des vents, il suggère de remplacer le verre qui protège la rose par un double toit comme le compas présenté ci-dessous.



Compas de relèvement construit par Chardon (1779),  
Musée de la Marine.

Un système permet de bloquer le système au repos. Les pinnules s'abaissent quand l'appareil n'est pas en service.

Compas de variation avec une double glace formant un toit munie d'un fil perpendiculaire au faîte et appliqué sur les glaces de manière à former un plan vertical. Cette amélioration est proposée pour répondre à la remarque :

*il y a ordinairement trop peu de distance entre ce fil & le centre de la rose pour faire une observation sur laquelle on puisse compter.*

Musée de la Marine

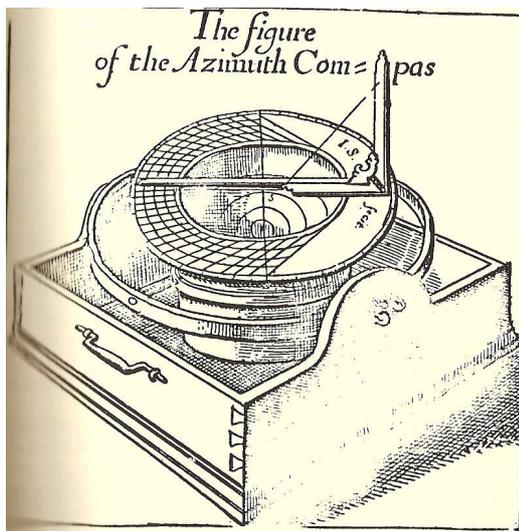


L'idée simple et commode de centrer l'alidade sur le verre de la rose des vents, pourtant proposée par Ed Wright dès la fin du 16<sup>e</sup> s., n'était pas adoptée à cette époque. Elle évite pourtant de tourner tout l'instrument pendant la mesure. Mais trouver le verre pour y mettre un objet pivotant tout en gardant l'étanchéité posait certainement des problèmes techniques insurmontables.

Seller trouve néanmoins un système ingénieux et donne la description d'un cadran azimutal avec une alidade mobile et centrée dans le *practical navigation* de Seller en 1680, elle est reprise par P. Pezenas, hydrographe marseillais, en 1766.

<sup>11</sup> Voir ch2 §13 : Rose double pour le calcul de la variation et applications.

<sup>12</sup> Voir histoire de la navigation du XV<sup>e</sup> au XX<sup>e</sup> siècle, F. Marguet, 1931, p. 91-97



Compas azimuthal, *practical navigation*, Seller, 1680

### Description du compas azimuthal<sup>13</sup> de Seller :

C'est un compas de variation sur le verre duquel on ajoute un cercle de bois ou de cuivre gradué sur une demi-couronne et portant une équerre verticale qui pivote en son angle au point A et sert d'alidade. Un fil oblique est fixé sur l'équerre. Deux autres fils sont tendus perpendiculairement sur le cercle de centre O dont un passe par A.

Les graduations sur les quarts de cercle de part et d'autre de l'axe de symétrie qui passe par A vont de 0° à 45°, indiquant la mesure de l'angle inscrit de centre A dans le cercle de centre O.

Sur l'équerre sont tracés deux lignes des points d'ancrage du fil à l'angle, elles sont au milieu de l'alidade. Sur l'autre partie, un des bords de l'alidade est aligné avec les points A et O. C'est ce bord qui indique la mesure.

### Utilisation :

Cet instrument sert à connaître l'angle que fait le Soleil avec la direction Nord/Sud ou Est/Ouest de la boussole.

L'instrument doit être posé horizontalement et placé de telle sorte que la rose des vents du compas indique la direction Nord-Sud de l'aiguille aimantée.

Choisir le point cardinal le plus proche qui est opposé au Soleil : par exemple, au lever du Soleil on choisit l'Ouest.

Tourner le cercle en bois ou en cuivre pour que le point A soit dans la direction de ce point cardinal. Les deux fils tendus sont alors superposés aux lignes Nord/Sud et Est/Ouest de la rose des vents.

Faire pivoter l'alidade de manière à ce que l'ombre du fil soit sur les lignes dans l'axe de l'alidade.

Si on a bien réglé le cercle, l'alidade fait un angle inférieur à 45° avec l'axe (OA).

L'angle cherché et sa direction se lisent directement sur la couronne.

En réalité, ces transformations n'apportaient pas de meilleurs résultats. D'abord, l'instrument lui-même restait rudimentaire. Ensuite, pour la mesure, on ne tenait pas compte de la déviation (effet magnétique local) qui était amplifiée par le déplacement du compas sur le navire en fonction de la position du Soleil. L'évolution des compas fut très lente et les compas déplaçables et bien peu précis sont encore décrits dans des cours de navigation au cours de la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle.

Mais, au cours de ce siècle, avec le remplacement du bois par le fer dans la construction des bâtiments, il devint urgent de trouver une réponse au problème de la déviation. Barlow, en 1820, est le premier à expérimenter une sphère compensatrice des effets de la déviation. Pour une réponse théorique plus générale, Denis Poisson (1781-1840) établit les premières lois sur le magnétisme<sup>14</sup> qui aboutira à la formule de l'anglais Archibald Smith.

Cependant les solutions pratiques tardent à se mettre en place, le compas liquide dans lequel la rose des vents et un barreau fortement aimanté sont placés, se généralise vers 1880. Après la première guerre mondiale, le compas gyrostatique se répand dans la marine de guerre puis dans les marines marchandes au milieu du XX<sup>e</sup> s.

Actuellement nous nous tournons vers le ciel avec le système GPS et ses satellites pour connaître le cap d'un navire et sa position précise en latitude et longitude.



Détail d'une pointe sèche de Léon Paris<sup>15</sup>,

Ce dessin de la fin du XIX<sup>e</sup> s. montre que le compas de variation était encore déplacé, le pied remplaçant un système de fortune tissu ou autre pour caler et orienter facilement pour la visée. La mesure nécessitait deux matelots, l'un faisant la visée, l'autre relevant la mesure sur la rose des vents.

En 1870, le cours de navigation de Dubois ne décrit que ce type de compas de relèvement avec 2 pinnules liées au couvercle de la rose et monté sur un trépied.

Par contre, la même année, le cours de navigation de Caillet et Dubois présente un compas de relèvement à poste fixe.

En rendant fixe le compas et en plaçant les correcteurs de déviation dans l'habitacle, on commence à maîtriser les erreurs liées à la déviation.

<sup>13</sup> Voir description détaillée dans *l'encyclopédie Diderot-D'Alembert*.

<sup>14</sup> Voir histoire de la navigation du XV<sup>e</sup> au XX<sup>e</sup> siècle, F. Marguet, 1931, p. 295-299

<sup>15</sup> Voir Jean Randier, *L'instrument de marine*, Arthaud, 1978, p.30.