

bles chargées d'inscriptions étrusques, et il résulte de cette interprétation que le récit contenu dans cette inscription est la relation de la découverte des îles Britanniques par les anciens Étrusques. Or il est justement fait mention de la *boussole* dans ce passage. Après avoir décrit le misérable système de navigation le long des côtes, qui confinait le navigateur au rivage, parmi les bas-fonds, les rochers, les ressacs et d'autres dangers imminents, il est dit que tous ces accidents étaient évités par le *petit pointeur* (*piaculo*), au moyen duquel on pouvait traverser d'un côté à l'autre, en suivant toujours le même trajet, établi d'une manière certaine : « La mer est devenue la plaine du commerce, un facile espace, un espace raccourci, un espace que l'on parcourt, le propre espace de l'homme, le moyen de progrès du commerce, le trésor de l'homme, la source de l'augmentation de la richesse; la navigation est devenue sûre et agréable au moyen des vivres emmagasinés et du *petit pointeur*. » Certes, voilà des détails caractéristiques et qui seraient tout à fait concluants, si la lecture des inscriptions étrusques était définitivement sûre. Malheureusement, les savants qui interprètent ces inscriptions leur attribuent des sens très-divers et absolument inconciliables; et trop souvent l'imagination du traducteur supplée à l'obscurité du texte.

Après avoir ainsi élucidé la question d'origine, il nous reste à dire quelques mots sur la première application de la *boussole* parmi les navigateurs européens. Plusieurs ont revendiqué l'honneur de cette première application, qui peut presque être regardée comme une invention réelle par rapport à nous : la France, le Portugal, l'Angleterre et Naples ont élevé la même prétention; mais, toute vanité nationale à part, il est aujourd'hui à peu près reconnu que, si les Français ne peuvent produire la preuve qu'ils ont inventé la *boussole*, ils sont en mesure d'établir qu'ils ont été les premiers à s'aider de l'aimant dans la navigation, et nos marins l'employèrent dès le XI^e siècle, lors de la première croisade, qui eut lieu en 1095. Les navigateurs de la Méditerranée connaissaient l'aiguille aimantée et en firent également usage dans les commencements du XII^e siècle. Guyot de Provins nous apprend que les marins français des côtes de la Manche et de l'Océan se servaient, pour se guider en mer, d'une pierre *laide* et *noirette* à laquelle ils avaient donné le nom de *marinette*, c'est-à-dire compagnie du marin; c'était une sorte d'aiguille aimantée, posée sur une petite nacelle de liège qui la soutenait sur l'eau :

Icelle estoille ne se mue,
Un arc font qui mentir ne puet
Par vertu de la marinette,
Une pierre laide, noirette
Où le fer volontiers se joint.

C'était cet instrument grossier, peu sûr, incommode, sujet à l'agitation presque constante de la mer, qu'on désignait sur les côtes de la Méditerranée sous le nom de *calamite*

ou de grenouille, parce que sa forme figurait assez bien une grenouille verte. La *boussole*, comme toutes les autres inventions, resta longtemps dans l'enfance, et il était réservé à un pilote italien, Flavio Gioia, Gioia ou Gioja, navigateur du village de Pasitano, d'apporter à cet instrument des améliorations qui en multiplièrent l'utilité et qui l'ont fait regarder par la postérité comme l'inventeur de la *boussole*, bien qu'il n'eût fait que d'en faciliter l'usage, en imaginant de mettre l'aiguille aimantée en équilibre sur un pivot qui lui permit de se tourner de tous les côtés avec facilité, de manière qu'elle pût obéir sans obstacle à la tendance qui ramène l'aimant vers le pôle. Ce fut lui aussi qui adapta au pivot de l'aiguille une rose des vents à laquelle il donna seize aires; puis il suspendit la boîte qui portait la *boussole*, de manière que, quelque mouvement qu'éprouvât le vaisseau, elle restât toujours immobile. Ces divers perfectionnements furent revendiqués par la France, l'Angleterre et l'Allemagne. La France se fonda sur la représentation de la fleur de lis qui, sur la rose des vents, désigne le nord, et qui était la pièce principale des armoiries françaises; mais il faut reconnaître que cette preuve ne saurait détruire les prétentions de l'Italie, puisque la maison d'Anjou, qui régnait alors à Naples, patrie du pilote Gioia, portait également la fleur de lis dans ses armes. Quoi qu'il en soit, on assigne l'année 1302 comme celle où eut lieu cette importante amélioration à la *boussole*, et l'audace aventurière que les marins montrèrent depuis lors atteste l'importance du service que rendit Gioia à la marine. Cependant, bien que chacun alors se pût à constater l'excellence du perfectionnement appliqué à cet instrument, un demi-siècle se passa encore avant que son usage fût devenu assez répandu pour que les marins, pleins de confiance dans les indications données par la *boussole*, se hasardassent à pénétrer dans des mers non encore explorées, et il est probable que Flavio Gioia lui-même mourut sans comprendre toute l'utilité de l'instrument qu'il avait perfectionné, et surtout sans en recueillir la gloire.

— *Phys. Boussole de déclinaison*. Pour faire comprendre ce qui va suivre, il est nécessaire de rappeler d'abord quelques définitions. On sait que le *méridien astronomique* d'un lieu est le plan qui passe par ce lieu et par l'axe de la terre, et que le *méridien magnétique* est le plan qui passe par le centre de la terre et par la direction de l'aiguille aimantée horizontalement suspendue. Ces deux plans sont tous deux verticaux, puisque, passant l'un et l'autre par le centre de la terre, ils contiennent la verticale du lieu dans lequel on les considère; mais ces deux plans verticaux font ordinairement entre eux un angle auquel on a donné le nom de *déclinaison* de l'aiguille aimantée.

Tout appareil propre à déterminer la déclinaison de l'aiguille dans un lieu donné, s'appelle *boussole de déclinaison* (v. AIGUILLE, AIMANT). Cet appareil (fig. 1) doit donc indiquer

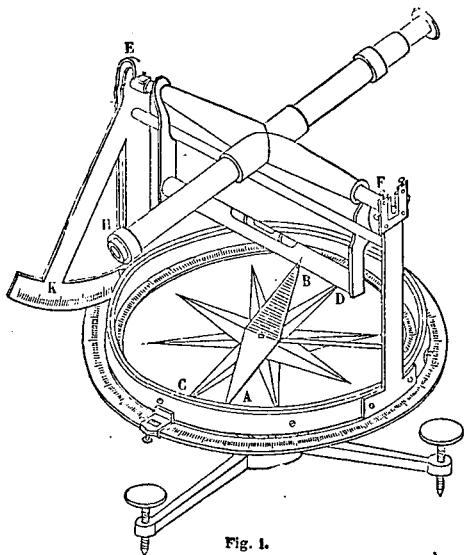


Fig. 1.

à la fois le méridien astronomique, le méridien magnétique, et permettre de lire sur un limbe gradué l'angle de ces deux méridiens, angle qui est la déclinaison que l'on cherche. Pour atteindre ce triple résultat, voici la construction la plus généralement adoptée. Au centre d'une boîte circulaire en cuivre (il faut une substance qui ne contienne aucune parcelle de fer), se dresse un pivot sur la pointe duquel repose une aiguille aimantée AB, très-mobile sur cette pointe et parfaitement horizontale. Le contour de la boîte représente un cercle gradué dont les différents degrés peuvent être parcourus par les pointes de l'aiguille. Une vitre garantit l'intérieur de la boîte des agitations de l'air. Aux parois sont appliqués deux montants verticaux qui supportent une lunette astronomique, mobile dans un plan vertical, et, au-dessous de la lunette, un niveau à

bulle d'air, destiné à obtenir la parfaite horizontalité de l'appareil. La trace du plan vertical passant par l'axe optique de la lunette figure sur le fond de la boîte une ligne CD, appelée *ligne de foi*. A l'extrémité E de l'arbre EF, on voit une partie de l'aiguille EH qui tourne avec l'arbre, mais qui est verticale quand la lunette est horizontale, et qui mesure, sur un limbe particulier K, l'angle que la lunette fait avec la ligne de foi, et par conséquent avec l'horizon. Il sera exposé, au mot *MÉRIDIEN*, comment avec une lunette ainsi disposée on peut déterminer sur la voûte céleste la trace du méridien astronomique d'un lieu. En visant donc une étoile située dans ce méridien, l'angle que la direction de l'aiguille aimantée fait avec la ligne de foi est précisément la déclinaison cherchée.

La lecture de cet angle se fait en comptant

le nombre de degrés compris, sur le fond de la boîte, entre la ligne de foi et l'axe de figure de l'aiguille; il en peut résulter une erreur, si l'axe de figure ne coïncide pas avec l'axe magnétique ou ligne des pôles, qui seule indique la véritable direction de la force magnétique. Il est bon de recourir à une deuxième lecture par la *méthode du retournement*. Pour cela, l'aiguille n'étant que superposée à la pointe du pivot, on retourne ses faces sans retourner ses pôles, de manière que la face supérieure devienne la face inférieure, et réciproquement. On obtient ainsi une nouvelle mesure pour la déclinaison. Prenant alors une moyenne entre les deux mesures obtenues, on a la déclinaison réelle.

Gambey a apporté, dans la disposition de l'appareil, des perfectionnements de détail qui en augmentent de beaucoup la sensibilité (fig. 2). L'aiguille est remplacée par un petit

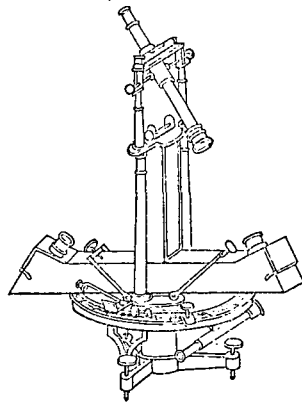


Fig. 2.

barreau qui, au lieu de reposer sur un pivot, est suspendu par son centre de gravité à l'extrémité d'un fil de soie. L'autre extrémité de ce fil s'enroule sur un petit treuil dont le support peut tourner horizontalement pour permettre de supprimer la torsion du fil. Il y a, comme dans l'ancienne *boussole*, un niveau et une lunette qui tourne verticalement. Il y a de plus une lunette qui tourne avec un cercle horizontal; elle sert à viser un objet éloigné, pour s'assurer que l'appareil ne se dérange pas pendant les observations. Le barreau aimanté est dans l'intérieur d'une boîte de forme oblongue, dont les extrémités portent deux ouvertures par lesquelles on peut voir les pointes du barreau. Si, avec la lunette supérieure, on vise un astre situé dans le méridien magnétique, et si l'on note sur le cercle horizontal la division correspondante, la quantité dont il faut ensuite faire tourner la boîte sur le cercle, pour que l'on puisse apercevoir les pointes du barreau, indique la déclinaison.

Dans la pratique, le calcul de la déclinaison magnétique est une opération bien délicate, dont les détails seraient rebutants et sans utilité dans un ouvrage qui n'est pas spécial. Elle exige ordinairement le concours de deux observateurs, tant pour déterminer le méridien astronomique que pour préciser l'écart de l'aiguille aimantée. M. James Odier, s'étant proposé de se passer d'auxiliaire dans cette opération, a imaginé une nouvelle forme de *boussole*, qu'il appelle *boussole azimutale* ou de *déclinaison absolue*, dont nous ne donnons pas la description, assez compliquée, et avec laquelle, en calculant l'azimut du soleil, on obtient la déclinaison magnétique par une simple soustraction. On sait, en effet, que le pôle du monde, le soleil et le zénith de l'observateur sont les sommets d'un triangle sphérique dont l'angle au zénith est l'azimut du soleil. Cet azimut n'est autre chose que l'angle fait par le méridien du lieu avec le plan vertical passant par le soleil. Si donc, à ce moment, on amène dans le plan vertical du soleil le zéro du limbe de la *boussole*, l'aiguille indiquerait précisément la valeur de cet azimut, si elle se dirigeait naturellement vers le vrai nord; par conséquent, la différence entre l'azimut fourni par la *boussole* et celui que l'on calcule trigonométriquement, d'après l'observation du soleil, sera précisément l'expression de la déclinaison magnétique.

— *Boussole d'arpenteur*. La boîte qui renferme l'aiguille est ordinairement carrée, et munie latéralement d'une lunette ou de deux pinnules dont la direction est parallèle à la ligne de foi du cadran, c'est-à-dire au diamètre à partir duquel se comptent les divisions. Le tout est porté sur un pied comme le gra-

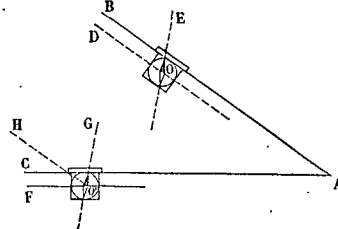


Fig. 3.

phomètre. Soit ABC (fig. 3) un angle à mesu-

rer sur le terrain, angle dont le sommet A peut être inaccessible. Les côtés étant jalonnés, on place d'abord la *boussole* de manière que la lunette soit dirigée suivant l'un des côtés AB; la ligne de foi est alors parallèle à ce côté, et l'on observe sur le limbe la valeur de l'angle DOE, formé par la ligne de foi, ou par le côté, et par la direction de l'aiguille. On transporte ensuite la *boussole* de manière que la lunette soit dirigée suivant le second côté AC, et, comme précédemment, on note la valeur de l'angle FO'G formé par la ligne de foi, ou le côté AC et la direction de l'aiguille. On voit, à la seule inspection de la figure, que l'on a pour l'angle A :

$A = FO'H = FO'G - HO'G = FO'G - DOE$, c'est-à-dire que l'angle cherché est égal à la différence des deux angles mesurés.

— *Boussole marine*. Cet instrument, connu aussi sous le nom de *compas de mer*, ou *compas de variation*, n'est autre chose qu'une *boussole* de déclinaison, moins la lunette et le niveau, avec un mode de suspension particulier, dit de *Cardan*, qui le maintient constamment horizontal, malgré les mouvements du navire. La lunette est remplacée par deux pinnules qui se dressent aux extrémités d'un même diamètre de la *boussole*, et qui servent à viser une étoile ou tout autre objet situé dans le méridien. L'angle formé par la ligne de foi qui joint les deux pinnules et la direction de l'aiguille indique la valeur de la déclinaison. Cette valeur étant connue, il importe de savoir la route que le navire suit ou doit suivre; en d'autres termes, il faut déterminer fréquemment l'angle que fait le grand axe du navire avec le méridien géographique. Pour obtenir cet angle, on fait tourner la *boussole* de manière à amener la ligne de foi dans le grand axe, et l'on observe l'angle que fait l'aiguille avec cette ligne; ensuite, on en retranche ou l'on y ajoute la déclinaison préalablement connue.

— *Boussole d'inclinaison*. Si une aiguille aimantée peut se mouvoir librement autour de son centre de gravité, dans le plan du méridien magnétique, elle ne reste pas horizontale, comme cela arriverait pour une aiguille non aimantée; mais elle fait avec l'horizon un angle que les physiciens ont appelé *inclinaison*. Comme elle fait en réalité quatre angles avec l'horizon, on est convenu de prendre pour l'inclinaison le plus petit des deux angles formés par sa partie inférieure, celle qui, dans nos climats, contient le pôle austral.

Tout appareil propre à mesurer cet angle s'appelle *boussole d'inclinaison* (fig. 4). L'ai-

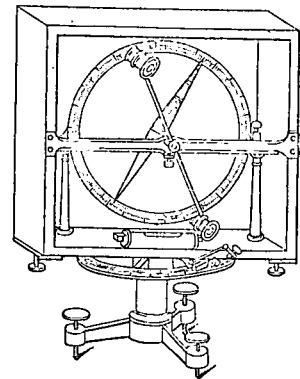


Fig. 4.

guille AB doit donc être parfaitement mobile autour d'un axe horizontal passant par son centre de gravité, condition que l'on réalise par une combinaison d'ajustements ingénieux dont nous saurions les détails. Le limbe gradué, que parcourent les extrémités de l'aiguille, est aussi parfaitement vertical; il est enfermé, avec un niveau à bulle d'air, dans une cage vitrée. A l'extérieur de la cage, on voit un levier dont les extrémités portent deux lunettes qui permettent de lire la graduation. Tout le système est mobile autour d'un axe vertical qui passe à la fois par le centre de gravité de l'aiguille et par le centre du limbe, car il est essentiel que ces deux points coïncident. Au-dessous de la cage, un cercle azimutal, muni d'un verrier, marque les angles décrits par le limbe vertical. Pour observer l'inclinaison avec cet instrument, on commence par placer le cercle vertical dans le méridien magnétique, ce qui peut s'obtenir de différentes manières, entre autres par la suivante : Si l'on fait tourner horizontalement le cercle vertical, on remarque que l'inclinaison de l'aiguille varie à chaque instant, et que, pour une certaine position, elle est même de 90°, c'est-à-dire qu'alors l'aiguille est tout à fait perpendiculaire. Or, à cet instant, le plan vertical de l'aiguille est perpendiculaire au plan méridien magnétique. Si donc, à partir de là, on fait décrire au cercle vertical un angle de 90°, on l'amène par ce mouvement dans le méridien magnétique. Cela fait, on note la division correspondant à la pointe inférieure de l'aiguille. Cette division donnerait la valeur de l'inclinaison, sans l'influence de deux causes possibles d'erreur qui ne permettent pas de s'en tenir à un premier résultat. Il peut arriver, en effet, que l'aimantation de l'aiguille soit irrégulière, et, en outre, que son