

AVANT-PROPOS

EN 1492, Christophe Colomb guidé par la boussole découvre un nouveau monde. Trente ans plus tard, celle-ci apporte la preuve irréfutable que la Terre est ronde. Auréolée de prestige, la boussole est de plus en plus sollicitée par les navigateurs : ils ont besoin de son aide pour respecter sinon pour contourner l'arbitrage du pape ; celui-ci a partagé l'océan entre les deux nations, Espagne et Portugal, qui se disputent le monopole du commerce maritime.

L'histoire de la boussole est avant tout celle de l'aiguille aimantée. Durant des siècles, les savants tirent parti des vertus de ce petit objet tout en déplorant son peu d'empressement pour désigner un vainqueur entre partisans de Descartes et partisans de Newton.

L'Angleterre étant devenue la reine des mers, l'aiguille aimantée participe à la lutte acharnée que se livrent les plus grands savants qui prétendent au titre prestigieux de découvreur du secret de la longitude. Dans cette lutte, la modeste aiguille, associée à l'astronome Halley, affronte une multitude de savants dont certains espèrent déterminer la longitude à partir des mouvements de la Lune, alors que d'autres, comme Huygens et Leibniz, s'ingénient à construire des horloges destinées à *garder le temps* à bord des navires. Bien qu'ornée d'une rose des vents somptueusement décorée et pourvue d'un pivot d'agate, l'aiguille aimantée ne pourra rivaliser avec l'horloge constituée de plus de sept cents pièces ou avec la montre dont le mécanisme comporte des diamants : deux merveilles inventées par l'horloger Harrison.

Malgré ce revers, l'aiguille aimantée est choyée par les navigateurs qui tentent de découvrir des passages nord-ouest et nord-est permettant de relier au plus vite la Chine, ce pays où la boussole est née. Ces navigateurs n'hésitent pas à débarquer sur les terres septentrionales les moins hospitalières pour observer, au voisinage du pôle nord magnétique, le comportement des aiguilles aimantées fabriquées par les plus réputés couteliers.

À partir du milieu du xvii^e siècle, l'antique pierre d'aimant utilisée pour communiquer à l'aiguille ses vertus est progressivement remplacée par une lame d'acier préalablement aimantée dans le champ magnétique terrestre. Au début du xix^e siècle, cette nouvelle technique permet d'aimer de petits barreaux destinés aux magnétomètres : des instruments de mesure qui côtoient les boussoles dans les observatoires.

L'aiguille se venge de cette concurrence en s'alliant à de nouveaux partenaires. Elle connaît la célébrité lorsque les astronautes lui offrent le baptême de l'air et surtout lorsqu'elle s'associe à la fée « Électricité ». Ce mariage est à l'origine d'une ère nouvelle pour l'humanité : celle du machinisme fondé sur l'électromagnétisme. Mais, au terme de ce même siècle, alors que les navires sont construits en fer, l'aiguille aimantée est accusée de « perdre le nord ». Les savants britanniques s'efforcent de lui rendre ses vertus.

Cette aiguille aimantée, jusqu'alors si pacifique, fait trembler le monde au xx^e siècle. Mobilisée au début de la Seconde Guerre mondiale pour activer les mines sous-marines allemandes, elle prétend interdire aux navires alliés l'accès aux ports mais doit s'avouer vaincue : un futur prix Nobel la rend inoffensive. Plus tard, comme pour la punir de sa trahison, les marins renient la boussole : ils adoptent le gyroscope, puis le GPS.

L'aiguille aimantée subit un autre revers avec l'apparition de nouvelles techniques de mesure qui provoquent l'abandon de son chef-d'œuvre : le galvanomètre, un instrument de laboratoire qui a permis un grand nombre de découvertes.

Les progrès dans la connaissance des matériaux magnétiques ont aggravé cette défaite en donnant naissance à un nouveau type de magnétomètre appelé *flux gate*. Ampère, qui sera longuement évoqué dans cet ouvrage — « le Newton de l'électricité » mais aussi helléniste — aurait certainement adopté une autre appellation pour cet avatar de l'aiguille aimantée que j'ai moi-même utilisé sur terre, dans les airs et sous l'eau.

J'ai tenté de faire revivre les réussites mais aussi les échecs des savants qui se sont employés à tracer des voies prometteuses pour la science à l'aide de cette petite aiguille aimantée. Quelques noms sont illustres, d'autres, beaucoup plus nombreux, sont aujourd'hui oubliés.

Les navigateurs du Moyen Âge appelaient la boussole, « la marinette », la compagne des marins. Au fil des pages de cet ouvrage, le lecteur pourra lui-aussi se laisser guider par la boussole, comme l'ont fait les explorateurs sur les océans, sur les glaces du cercle polaire et au milieu des sables de l'Afrique.



DE LA PIERRE D'AIMANT À LA BOUSSE

LE MAGNÉTISME DANS L'ANTIQUITÉ

UN ÉCHANTILLON de minerai appelé *magnétite* attire la limaille de fer. Ce phénomène d'attraction est connu depuis la plus haute Antiquité : il est mentionné dans les écrits de Thales de Milet (v. 625-547 av. J.-C.) et de Platon (v. 427-348 av. J.-C.). Ce dernier, attribuant une même origine à tout mouvement, compare à la chute de la foudre et à l'écoulement de l'eau le phénomène d'attraction produit par l'ambre frotté (source d'électricité statique) et celui produit par les pierres d'Héraclée¹ qui attire le fer. Platon écrit dans le *Timée Critias* (§ 80) : « Dans aucun de ces effets, il n'y a jamais en vérité de vertu attractive. Mais, comme rien n'est vide, que tous ces corps se poussent en cercle les uns les autres, en s'épaulant et en se resserrant, tous, ils échangent simplement leurs places, pour revenir chacun finalement à sa place propre. »²

À l'inverse du précédent, le naturaliste et écrivain latin Pline l'Ancien (23-79) avoue son impuissance pour tenter une explication d'un phénomène aussi déroutant : « Car il [le fer] se laisse attirer par la magnétite, et cette glorieuse matière qui triomphe de toute chose court vers je ne sais quel vide et, quand elle s'est approchée davantage, elle saute sur la pierre, y est retenue et y demeure étroitement attachée. »³

Par contre, dans le *Chant VI* de son ouvrage *De natura rerum*, le poète latin Lucrèce (v. 98-55 av. J.-C.) explique pourquoi un anneau de fer est attiré par la pierre aimantée : « Puisqu'il est entraîné par ses éléments, il y a d'autant moins à s'étonner qu'un grand nombre d'atomes en provenance du fer ne puissent être emportés dans le vide, sans que l'anneau lui-même suive : c'est ce qu'il fait et il suit jusqu'à ce qu'il parvienne enfin au contact de la pierre même et y demeure arrimé par d'invisibles jointures. »⁴

Les désignations de la pierre d'aimant — souvent des périphrases — ont été multiples au cours de l'Antiquité. Elles sont mentionnées par A. Rouvert dans un

Page de gauche

Pierre d'aimant. Originaux EP.

Exposition Mona Bismark, 1998

© Collections École Polytechnique/©Lebée/
Inventaire général.



commentaire relatif au livre XXXVI de *l'Histoire naturelle* de Pline l'Ancien : « Au cours du temps, c'est pourtant le second terme qui l'a emporté, à travers le latin *magnes* (le premier, le plus ancien, étant la pierre d'Héraclée). »⁵

L'origine de ce terme *magnes* a donné lieu à de nombreuses interprétations ; nous en citons deux parmi les plus curieuses :

Un berger nommé Magnès aurait découvert les vertus de l'aimant sur le mont Ida où il menait paître son troupeau : il fut retenu au sol par les clous de ses semelles de fer et par celui de sa houlette.

Magnes signifiant *charme du fer* proviendrait de *mag*, charme (d'où magie) et du mot celtique *ees* (en allemand *eisen*).

Dans son ouvrage, *Lettre à M. le baron A. de Humboldt sur l'invention de la boussole* (1834), Julius Klaproth (1783-1835) cite les divers noms désignant l'aimant, au cours des siècles, en Europe et en Asie. Dans ce même ouvrage, l'auteur démontre l'antériorité de la découverte de la boussole en Chine.

LES CHINOIS INVENTENT LA BOUSSOLE

ALORS que le pouvoir d'attraction de la pierre d'aimant est connu depuis l'Antiquité, ses propriétés directionnelles ne sont exploitées que beaucoup plus tard.

L'étude de textes anciens montre de façon indiscutable la découverte de la boussole par des magiciens et lettrés chinois. Le sinologue Joseph Needham⁶ écrit : « Si Alexandre Neckam⁷ constitue un jalon bien établi, il en est de même de Shen Kua. Dans son *Méng Chhi Pi Than* (Essais sur le bassin des rêves), écrit vers 1080 après J. C., plus d'un siècle avant Neckam, il a donné la première description claire de l'aiguille aimantée. » Dans le document mentionné ci-dessus, Shen Kua décrit le processus de fabrication d'une aiguille aimantée et mentionne le phénomène de déclinaison : la direction de l'aiguille ne correspond pas avec celle de l'axe de rotation de la Terre ; un phénomène qui sera au cœur des préoccupations de plusieurs générations de savants du monde occidental : « Les magiciens frottent la pointe d'une aiguille sur la pierre d'aimant, après quoi l'aiguille pointe vers le sud [le sud est la direction de référence chez les Chinois qui désignent la boussole par *si-nan* : le guide pour le sud]. Mais elle s'incline toujours vers l'est, et ne pointe pas directement vers le sud. » Needham ajoute : « Je n'oublierai jamais l'excitation que j'ai ressentie quand j'ai lu pour la première fois ces mots dans le texte chinois. Shen Kua recommandait en particulier de suspendre l'aiguille à une fibre de soie pure fraîchement filée. »

J. Needham cite deux autres auteurs. Khou Tsung Shih décrit en 1116, dans son *Pên Tshao Yen I* (Explication de la signification de la pharmacopée), l'ancêtre de la boussole « humide » : une aiguille flottant sur l'eau. Chhen Yuan-Chhing, dans



son *Shih Lin Kuang Chi* (Guide à travers la forêt des affaires) rédigé vers 1136, décrit deux dispositifs dont l'ancêtre de la boussole « sèche » : une petite tortue en bois contenant de la magnétite et tournant sur un pivot constitué d'un bambou effilé. J. Needham conclut : « Nous pouvons maintenant faire le point sur la question. Aucune référence européenne, arabe ou indienne ne peut chronologiquement rivaliser avec celles de Tsêng Kung-Liang, Shen Kua et Chu Yu (respectivement datées de 1040, 1080 et 1113) et l'existence du compas à fer magnétisé peut être démontrée dans la zone culturelle chinoise deux siècles au moins avant qu'elle apparaisse ailleurs. Il n'y a aucun doute qu'en Chine on se servit du compas magnétique en géomancie bien avant qu'il ait été utilisé à la mer, mais le compas de marine en est véritablement l'exploitation par les Chinois un peu avant le XI^e siècle et peut-être bien avant. Ainsi une vaste vue d'ensemble fait apparaître en Chine une longue et lente période de progression suivie par une apparition et un développement plus rapide en Occident. »

À une époque beaucoup plus ancienne, la direction nord-sud était déjà vénérée en Chine : le chapitre XVIII du *Chou li*, concernant les attributions du maître de cérémonies religieuses, décrit les objets destinés à rendre hommage aux quatre points cardinaux ; chacun de ces objets est en jade d'une couleur symbolique : le rouge pour le sud, le noir pour le nord, le blanc pour l'ouest et le vert pour l'est. La littérature légendaire chinoise mentionne aussi que les guerriers ou voyageurs se dirigeaient dans la nuit ou dans le brouillard grâce à l'existence de chars indicateurs du sud. Certains, voulant croire que les vertus du magnétisme ont permis cette première invention du robot, pensent que les Chinois ont disposé, très tôt, de puissants aimants qui leur seraient tombés du ciel : des météorites possédant la propriété de la pierre d'aimant.

UN DÉBUT D'EXPLICATION SCIENTIFIQUE

LA LETTRE de Petrus Peregrinus de Maricourt : *Epistola de Magnete*⁸, écrite en 1269, est le premier document sur le magnétisme présentant un caractère scientifique. L'auteur observe que l'extrémité d'une aiguille en fer, ayant acquis la vertu magnétique après avoir été au contact d'une pierre d'aimant, se dirige vers le nord. Disposant de deux aiguilles aimantées, l'une flottant à la surface de l'eau contenue dans une jarre, l'autre tenue à la main, Pierre le Pèlerin constate l'attraction des pôles opposés et la répulsion des pôles de même nature. Pierre le Pèlerin aurait été le premier à utiliser ce terme de pôle. Dans la deuxième partie de cet étonnant document pour l'époque, l'auteur assimile une pierre d'aimant de forme sphérique au globe terrestre et conclut que l'aiguille s'oriente dans la direction des pôles célestes. Il mentionne la construction de deux boussoles, l'une flottant sur l'eau, l'autre munie d'un pivot.



Le huang, objet en jade noir semi-circulaire rendant hommage à la région du Nord.

B. Laufer, Field Museum of Natural History, Chicago, 1912.



À la fin de sa lettre, Pierre le Pèlerin décrit une roue dont les dents sont sans cesse attirées par une pierre d'aimant fixe, ce qui le conduit à revendiquer la découverte du mouvement perpétuel. Des copies de cette lettre ont circulé durant le Moyen Âge. Il faudra attendre 1558 pour qu'elle soit publiée.

UNE AIDE INDISPENSABLE AUX NAVIGATEURS

UNE LÉGENDE veut que la boussole ait été rapportée en Europe par Marco Polo (1254-1324). Mais dans le récit de ses aventures, on ne trouve aucune trace de cette allégation. Il est probable que les Chinois, au cours de leurs voyages aux Indes et dans le golfe Persique, ont transmis aux Arabes cette invention, laquelle aurait été importée en Europe par l'intermédiaire des Vénitiens depuis les comptoirs du Levant.

La présence de la boussole est attestée en Europe dans la pièce satirique : *la Bible Guiot* composée vers 1190. Le poète Guiot de Provins décrit le processus de fabrication d'une boussole : l'aiguille est aimantée — elle est *touchée* (ou *alumée*) avec la *mannète* (la pierre d'aimant) — puis *fichiée* dans un *festu* de paille afin qu'elle puisse flotter à la surface d'un récipient rempli d'*ève* (eau). La boussole peut ainsi guider les navigateurs en leur indiquant la direction de l'*estoile* (l'étoile polaire) lorsque celle-ci n'est pas visible.

À la même époque, le troubadour Guillaume de Normandie évoque dans *La complainte d'amour* la vertu de l'aimant.

Les marins, constatant que cette aiguille aimantée indique la direction de l'étoile autour de laquelle la voûte céleste accomplit sa révolution, lui attribuent un pouvoir magique. Il faut noter que l'étoile polaire s'est considérablement rapprochée du pôle Nord. À l'époque de l'astronome grec Hipparque (II^e siècle av. J.-C.), l'étoile polaire est éloignée de 12° du pôle nord géographique ; une conséquence du mouvement lent de l'axe de la Terre autour de celui de l'écliptique, mouvement qui engendre le phénomène de précession des équinoxes.

L'inventaire de bord du *Saint-Nicolas*, daté de 1294, mentionne les deux termes *calamita* et *bussola de ligno*. *Bussola* (petite boîte en italien) a donné boussole et *calamita* indique que le support de l'aiguille est constitué d'un brin de roseau (*calamus* en latin). Rabelais (v. 1494-1553) mentionne la calamite dans *Le Tiers Livre* : « Chascun se retira en sa neuf et en bonne heure feirent voile au vent grec du Levant selon lequel le pilot principal, nommé Jamet Brayer [Jacques Cartier ?] avait désigné la route et dressé la calamite de toutes les boussoles. »

Vers 1480, apparaît une invention : une rose des vents, comportant 32 secteurs angulaires appelés *rumbz*, solidaire d'une aiguille aimantée mobile autour d'un pivot ; le tout constituant, comme le dit T. de Bessard, une *boëste nautique* qui sera si utile aux navigateurs pour traverser la *Mer Océane* (océan Atlantique).

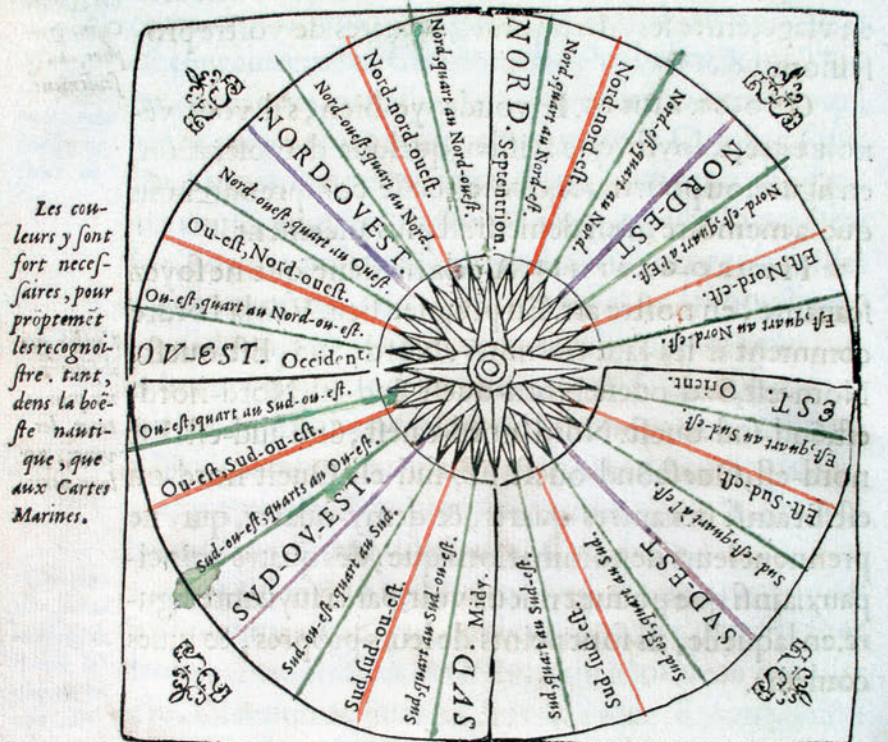
Le poète Guiot de Provins décrit le processus de fabrication d'une boussole.

*Un art font qui mentir ne puet,
Par la vertu de la mannète.
Une pierre laide et brunète,
Où li fers volontiers se joint,
Ont : si esgardent e droit point,
Puis qu'une aiguille l'ait touchié,
Et en un festu l'ont fichié,
En l'ève la mettent sans plus,
Et li festu la tient dessus ;
Puis se torne la pointe toute
Contre l'estoile, si sans doute,
Que jà por rien ne faussera.
Et mariniers nul doutera.
Quand la mer est obscure et brune
Qu'on ne voit estoile ne lune,
Donc font à l'aiguille alumer,
Puis n'ont-il garde d'esgarer :
Contre l'estoile va la pointe ;
Par ce sont li marinier cointe
De la droite voie tenir...*





Les 32. Rumbz de Vent, selon les Naugateurs.



Les couleurs y sont fort nécessaires, pour proprement les reconnaître. tant, dans la boëste nautique, que aux Cartes Marines.

Ceste figure monstre les noms des vents, comme les navigateurs de la Mer Oceane, les appellent. Ensemble leur ordre, tant en leurs Rumbz, demy-rumbz, que quarts, & demy-quarts. ainsi qu'ils les faut poser en la boëste nautique : mesmes les tirer aux Cartes marines, pour en avoir tel usage qu'il sera monstré, & discoursu, cy apres, par ordre.

GEO-GRAPHIE.

Planche extraite de l'ouvrage
Dialogue de la longitude Est-Ouest
de T. de Bessard d'Auge de Normandie, 1574.
Service historique de la Défense département
Marine Brest.

La complainte d'amour.
Guillaume de Normandie

*La tresmontaigne clère et pure
... Est-elle encor de tel nature
Qu'à l'aimant fait le fer traire,
Si que par forche et par droiture
Et par riule qui tousjours dure
Sevent le liu de son pere,
Quand li temps n'a de clarté goutte
Tout chil qui font ceste maitrise.
Quar une aiguille de fer boute
Si qu'ele pere (parait) presque toute
En un poi de liege et l'atise (attire)
La pierre d'aimant bien bise
S'en un vaissel plein d'aiaue est mise
Si que nus hors ne la déboute.
Si tost come l'iau s'aserise
Gardons quel part là pointe vise
La tresmontaigne est la sans doute*



tresmontaigne : l'étoile polaire ;
traire : tirer ;
vaissel : vase ;
iaue : eau.

L'inventeur est-il le Vendéen Pierre Garcie, dit Ferrande, auteur du *Grat routtier et pilotage et encrage de mer* dont le manuscrit fut dédié en 1483 puis imprimé à Poitiers vers 1520 par privilège de François 1^{er} ?

Rhumb (ou rumb) désigne un secteur angulaire de la rose des vents. L'orthographe varie d'un auteur à l'autre et parfois sur une même page d'un ouvrage ancien ; cette imprécision ne facilite pas la recherche de l'origine de ce mot.

ROSES DES VENTS

DES GRECS ET DES ROMAINS,

COMPARÉES

À LA ROSE DES MODERNES.

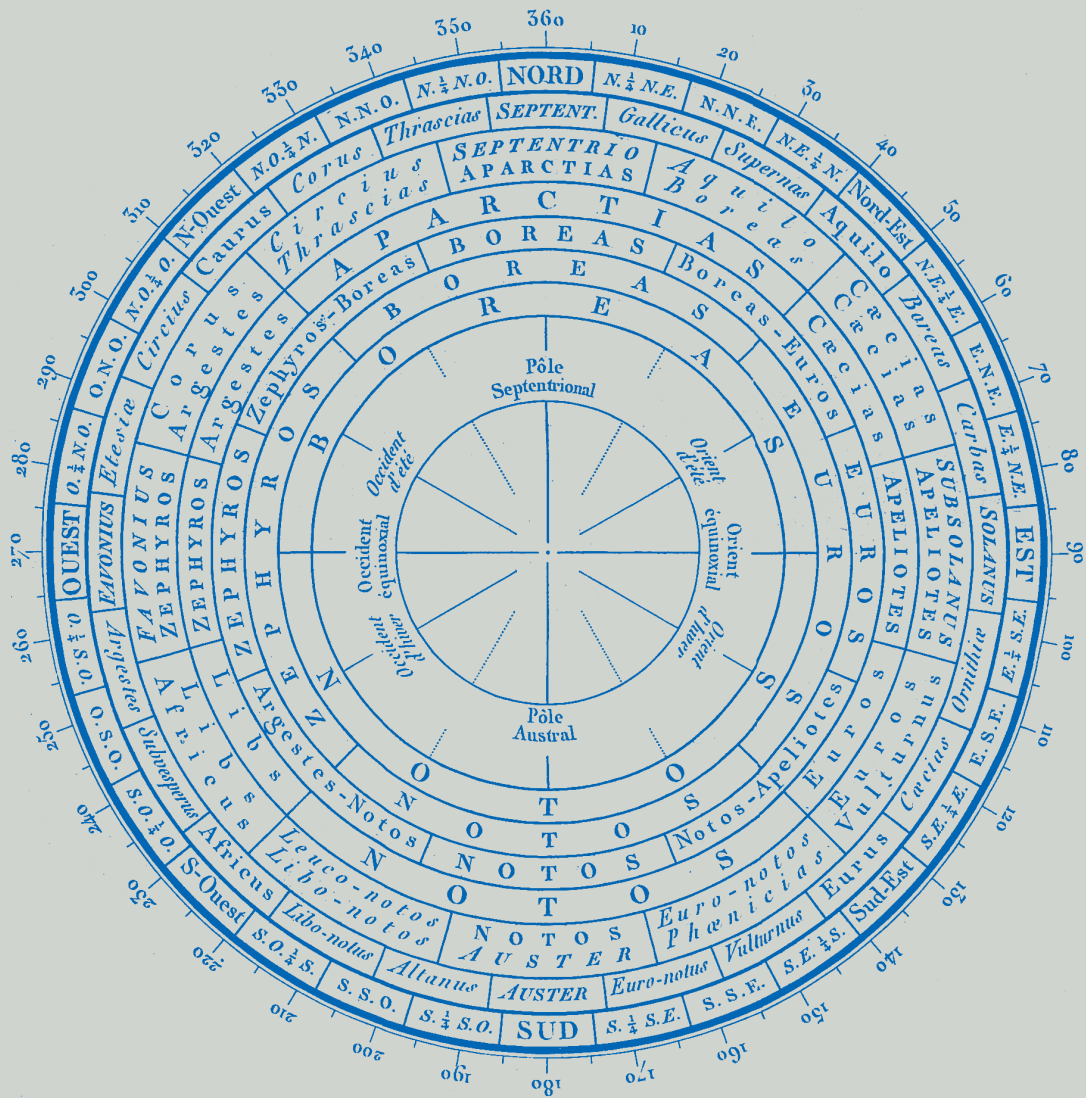


Planche extraite de l'ouvrage *Recherches sur la Géographie des Anciens*, Imprimerie impériale, 1813.



La notion de rose des vents est fort ancienne. Dans l'*Odyssée* (lib. v vers 294-295), Homère évoquant une tempête parle de quatre vents : « Ensemble s'abattaient l'Euros [vent d'Est], et le Notos [vent du Sud], et le Zéphir [vent d'Ouest] hurlant, et le Borée [vent du Nord] qui naît dans l'azur et qui fait rouler la grande houle. » Plus tard, on ajouta quatre vents secondaires, placés entre les précédents, en leur donnant des noms composés : les Boreas-Euros entre les *Boreas* et les *Euros*, les Notos-Apeliotes entre les *Notos* et les *Apeliotes* (autre nom pour *Euros*), les *Argestes-Notos* entre les *Argestes* (autre nom pour *Zephyros*) et les *Notos*, les *Zephyros-Boreas* entre les *Zephyros* et les *Boreas*.

Pascal Gosselin (1751-1830), l'auteur de l'ouvrage *Recherches sur la géographie des Anciens* (tome IV, 1813) mentionne sur la figure ci-contre les versions successives de cette rose des vents chez les Grecs puis chez les Romains ; ces versions comportent parfois des divisions inégales. Les marins désignèrent d'abord les zones cardinales en fonction de la provenance des vents puis, beaucoup plus tard, en fonction des directions selon lesquelles soufflent ces vents ; ce changement de convention sera source de confusion.

CHRISTOPHE COLOMB DÉCOUVRE L'AMÉRIQUE ET LA DÉCLINAISON

EN FAISANT miroiter la possibilité d'accéder aux richesses des Indes par l'ouest, Christophe Colomb (1474-1506) réussit à obtenir des souverains espagnols Isabelle (1451-1504) et Ferdinand (1452-1516) le financement de trois caravelles avec lesquelles il quitte Palos, le 3 août 1492.

Bartolomé de Las Casas (1474-1566) recueillit les notes rédigées par Christophe Colomb qu'il appelle l'*amiral*. Le marin et historien Martin-Fernandez de Navarrete (1765-1844) publie ces notes en 1825 dans un ouvrage qui est traduit en français sous le titre *Collection des voyages et des découvertes des Espagnols* ; nous en donnons quelques extraits relatifs au premier voyage au cours duquel Colomb découvre que l'écart entre la direction du nord (déterminée en observant l'étoile polaire) et celle indiquée par ses boussoles change progressivement au cours de sa traversée de l'Atlantique.

Jeudi 13 septembre. Pendant le jour et la nuit, la petite flottille, suivant sa route, qui était à l'ouest, fit trente-trois lieues, et l'amiral en comptait trois ou quatre de moins. Les courants leur étaient contraires. Au commencement de la nuit les boussoles nord-ouestèrent, et le lendemain, au point du jour, elles nord-ouestèrent encore un peu.

À bord se trouvaient donc plusieurs boussoles probablement de simples aiguilles montées sur pivot. Cette date du 13 septembre 1492 serait ainsi celle de la découverte de la *déclinaison* : un phénomène dont les savants chercheront en



vain, pendant plusieurs siècles, la loi de variation en fonction des coordonnées géographiques.

Lundi 17 septembre. On navigua en suivant toujours la direction de l'ouest, et on fit, entre le jour et la nuit, cinquante lieues et plus ; l'amiral n'en compta que quarante-sept... les pilotes prirent la direction du nord, qu'ils marquèrent, et ils trouvèrent que les aiguilles nord-ouest étaient un grand quart. Les marins étaient craintifs et chagrins, et ne disaient pas pourquoi : l'amiral s'en étant aperçu, leur ordonna de marquer de nouveau le nord dès l'aube du jour, et ils trouvèrent que les aiguilles étaient bonnes. La cause de ce phénomène provenait de ce que l'étoile qui paraît se meut, tandis que les aiguilles restent fixes.

Craignant une mutinerie provoquée par l'annonce d'une défaillance de l'aiguille aimantée — on parlera plus tard d'une *maladie de l'aiguille* — Colomb n'hésite pas à accuser l'étoile polaire. Pour viser cette étoile, le navigateur génois possédait peut-être un quadrant gradué en degrés. À cette époque, la polaire décrivait un petit cercle autour du pôle céleste avec un écart angulaire de 3,5°.

L'historien de Navarette écrit : « L'ingénieur Colomb, qui fut le premier observateur de la variation de la boussole, tâchait de dissiper les craintes de son équipage, en leur expliquant d'une manière spacieuse la cause de ce phénomène ». Cet historien, ardent défenseur de Colomb, réfute les opinions de confrères : « Il est donc bien singulier que l'opinion que Sébastien Cabot a observé le premier les déclinaisons de l'aimant, se soit répandue. Ce marin ne partit cependant pour aller faire des découvertes, qu'en 1497, avec la permission du roi d'Angleterre Henri VII, et ne publia cette observation qu'en 1549. Il n'est pas moins étonnant que d'autres l'attribuent à un dénommé Crignon, pilote de Dieppe, vers 1534... C'est ainsi qu'on s'est efforcé de rabaisser le mérite de Colomb jusque dans les observations qui étaient la conséquence de sa situation, et qui furent le fruit de son savoir et de ses méditations. »

D'autres navigateurs revendiquèrent la découverte de la déclinaison ; comme Christophe Colomb, ils ignoraient que celle-ci était déjà connue des Chinois.

LA BOUSSOLE ET LE PARTAGE DU MONDE

DÉPUIS que Bartolomeu Diaz (v. 1450-1500) a franchi le cap de Bonne-Espérance, le Portugal revendique toutes les terres situées au sud des Canaries. La boussole va alors prendre une importance considérable car le pape Alexandre VI (1431-1503), ayant imposé son arbitrage, a partagé le monde entre le Portugal et l'Espagne par une ligne de démarcation passant à 370 lieues à l'ouest des îles du Cap-Vert.

En 1518, le Portugais Magellan (v. 1480-1521) est introduit auprès du jeune roi d'Espagne Charles 1^{er} (1500-1558), le futur Charles Quint. Il bénéficie de la caution



scientifique de l'astrologue Rui Faleiro (?-v. 1523) ; celui-ci prétend pouvoir déterminer la longitude d'après les variations de la déclinaison (chapitre II). Magellan s'engage à démontrer que les îles Moluques, dont les épices font la richesse des Portugais, se situent dans la partie du monde attribuée à l'Espagne. Il s'engage aussi à trouver une route permettant d'atteindre ces îles sans emprunter celle des Portugais.

Si les historiens bénéficient de l'existence du journal de bord de Christophe Colomb, rédigé par un compagnon du navigateur génois, ils ont également la chance de disposer de plusieurs écrits concernant le voyage de Magellan.

Le voyage de Magellan (1519-1522), récemment paru dans la Collection magellane⁹, regroupe la relation d'Antonio Pigafetta (v. 1491-1534) et autres témoignages.

Pour la réussite de cette expédition, dont le but est économique, la *Casa de la Contratación de las Indias* n'a pas lésiné sur les fournitures de boussoles ; les navigateurs ont pour habitude d'en embarquer plusieurs dont ils réactivent périodiquement l'aimantation de l'aiguille avec la pierre d'aimant. Trente-cinq boussoles sont attribuées à l'escadre constituée de cinq navires ; Magellan s'en réserve dix-sept dont deux lui appartenant.

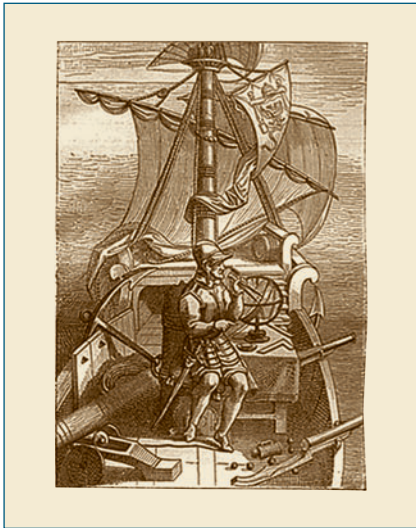
Lors de sa progression dans la *mer Pacifique*, Magellan constate que l'aiguille des boussoles devient « paresseuse » :

« Mercredi 28 novembre 1520, nous saillimes hors du dudit détroit et entrâmes en la mer Pacifique... Durant ces trois mois et vingt jours, nous allâmes en un golfe où nous fîmes bien 4 000 lieues. Notre calamite un peu tirait toujours à son pôle Arctique. Néanmoins elle n'avait point tant de forces... Et pourtant quand nous étions en ce golfe, le capitaine général demanda à tous les pilotes, allant toujours à la voile, par quel chemin naviguant nous ponctuions¹⁰ sur les cartes. Il répondit qu'ils ponctuèrent faussement (chose qui était ainsi) et qu'il convenait d'ajuster [frotter avec la pierre d'aimant] l'aiguille du navigateur pour ce qu'elle ne recevait pas tant de force comme de sa part. »

Magellan constate aussi que l'aiguille aimantée continue à indiquer le nord dans l'hémisphère Sud :

« Ils firent 10 000 lieues de chemin, mais selon leur compte ils en parcoururent 14 000, parce que ceux qui vont en droite route n'en font pas tant que ceux qui découvrent en errant sans cesse. Ils firent quantité de tours de part et d'autre, et quoiqu'ils perdissent quelquefois le nord, ils ne se laissèrent pas de s'y régler toujours, car l'aiguille le pointait aussi fixement par 40° S qu'elle l'eût fait en Méditerranée, quoique quelques-uns disent qu'elle perd là-bas quelque peu de sa force. »

Des cinq navires, qui prennent part à cette expédition, seule la *Victoria* va connaître la célébrité pour avoir accompli le premier tour du monde. L'Espagnol El Caño (1476-1526) rejoint Séville, le 8 septembre 1522, avec seulement 18 hommes à bord



Magellan et ses instruments de navigation.

Extrait de : *Découverte de la Terre*,
J. Verne, Hetzel, 1882.

de la *Victoria* sur laquelle se trouvent les boussoles qui ont permis d'apporter la preuve irréfutable de la rotondité de la Terre.

En 1558, dans son ouvrage *Les Singularitez de la France antarctique, autrement nommée Amérique*, André Thevet (v. 1504-1592), cosmographe de quatre rois (de Henri II à Henri IV) et ami de Rabelais, insiste sur le fait que la boussole conserve sa vertu sur l'ensemble des mers du globe : « Cest instrument est aussi tant subtil et prime, qu'avec un peu de papier ou parchemin, comme la paume de la main, et avecques certaines lignes marquées, qui signifient les vents, et un peu de fer, duquel se fabrique cest instrument, par sa seule naturelle vertu, qu'une pierre lui donne et influe, par son seul mouvement, et sans que nul la touche, monstre ou est l'Orient, l'Occident, le Septentrion, et le Midy : et pareillement tous les trente deux vents de la navigation, et ne les enseigne pas seulement en un endroit, ains en tous lieux de ce monde. »

DE LA NATURE DE LA PIERRE D'AIMANT

LA PIERRE d'aimant, qui bénéficie parfois d'un montage richement décoré, est l'outil indispensable des navigateurs : elle permet, par contact, de magnétiser périodiquement l'aiguille de leurs boussoles. Elle sera d'un usage courant bien après l'apparition des aimants artificiels.

Le Père Fournier (1595-1652), qui fait partie de l'ordre des jésuites, énumère dans son ouvrage considéré comme l'un des meilleurs manuels d'instruction pour les aspirants de marine, *Hydrographie contenant la theorie et la pratique de toutes les parties de la Navigation* (1642), les endroits où l'on peut se procurer cette pierre d'aimant.

« Cette pierre se trouve en toute sorte de mines, spécialement de cuivre et de fer, il s'en trouve en Bengala, en Arabie, dans les Isles du Pont-Euxin, spécialement en l'Isle de Serfo, ou on vous en presentera des poches entieres à fort vil prix, aussi n'est-il pas des meilleurs, en Italie, en l'Isle d'Elve [Elbe] : en Espagne, dans les Pirenées : en France à l'embouchure de Loire ; mais spécialement en Norvegue, d'où viennent la plupart des bons Aymants qu'on voit en Europe. Les bons pour l'ordinaire sont peu poreux, fort solides, homogenes, et sans meslange d'aucune matiere estrangere, de couleur d'eau ou d'un noir luisant. Les plus genereux que j'aye veu estoient d'un noir un peu roux. »

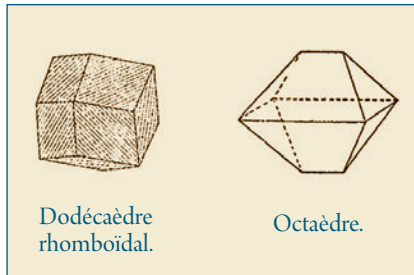
Il évoque ensuite ce qui peut conserver ou gaster un Aymant. Parmi les causes pouvant détériorer les propriétés de la pierre d'aimant, Fournier dit, mais sans trop y croire : « Je sçais un Havre fort celebre où on montre une excellente pierre ; de laquelle on touchoit toute les aiguilles de ces quartiers-là, qu'on tient avoir esté entierement gastée pour avoir esté halenée et touchée d'une fille qui estoit en ses purgations. »



Dans le même chapitre intitulé *De la Boussole, et des vertus admirables de l'aymant*, Georges Fournier rend hommage à cette pierre. « L'Aymant est entre les pierres la plus charmante, et celle qui jusqu'à présent a le plus occupé les beaux Esprits, pour en connoître les effets et les propriétés admirables... Nous la nommons communément Aymant, pour l'amour que luy portent tous ceux qui en connoissent les effets du tout prodigieux, ou parce que se tournant toujours vers le pôle, elle témoigne avoir de l'inclination et amour pour cette partie du monde, plus que pour toute autre, et que semblablement elle est toujours en inquiétude, et n'a point de repos qu'elle ne se soit intimement conjointe aux choses Magnetiques qui luy sont représentées... »

Parmi les nombreux témoignages de voyageurs ayant fait la connaissance d'un gisement de pierres d'aimant, citons celui du poète comique Jean-François Regnard (1655-1709) qui s'aventura, en 1681, jusqu'en Laponie où il visita une mine de fer : « Nous admirâmes avec bien du plaisir les effets surprenants de cette pierre, lorsqu'elle est encore dans le lieu natal : il fallut faire beaucoup de violences pour en tirer des pierres aussi considérables que celles que nous voulions avoir, et le marteau dont on se servait, qui était de la grosseur de la cuisse, demeurait si fixe en tombant sur le ciseau qui était dans la pierre, que celui qui frappait avait besoin de secours pour le tirer. Je voulus éprouver cela moi-même, et ayant pris une grosse pince de fer pareille à celle dont on se sert à remuer les corps les plus pesants, et que j'avais de la peine à soutenir, je l'approchai du ciseau, qui l'attira avec une violence extrême, et la soutenait avec une force inconcevable. Je mis une boussole au milieu du trou où était la mine, et l'aiguille tournait continuellement d'une vitesse incroyable. » (*Œuvres* de Regnard, tome I, page 185).

La pierre d'aimant n'a pas été l'objet de recherche chez les alchimistes. Nous n'avons relevé qu'un seul témoignage, d'ailleurs fort tardif puisqu'il date de 1773. Ce témoignage figure dans un compte-rendu de l'Académie des sciences de Rouen. Il relate les tentatives de Louis Guillaume de La Folie (1739-1780). Celui-ci, après avoir obtenu un mélange à base de chaux et de vitriol de Mars (ce terme désigne toute préparation à base de fer), déclare : « J'enfermai cette mixtion dans un creuset recouvert d'un autre creuset renversé et luté avec l'argille. Je soumis ces creusets à un feu de fusion très-violent pendant l'espace d'un quart-d'heure ; et les ayant ensuite cassés, je trouvai une masse très-noire et assez dure... L'apparence assez conforme de ce minéral factice avec la pierre d'aimant, me conduisit à faire l'expérience suivante : j'avais en vain présenté la limaille de fer à ce composé, il n'en enlevait aucunes parties. » Notre alchimiste ne s'avouant pas vaincu conclut : « Sachant que l'on trouve quelquefois de faibles pierres d'aimant qui, n'étant point armées¹¹, peuvent à peine soutenir la limaille-de-fer... Alors je demeurai convaincu que ce composé étoit en effet une pierre d'aimant que j'avois formée. »



La pierre d'aimant est constituée d'un oxyde naturel de fer : la magnétite, un minerai principalement composé d'oxyde de formule $\text{Fe}_3 \text{O}_4$ et dont la couleur, généralement gris foncé avec des éclats métalliques, dépend de la proportion d'un autre oxyde de fer et de substances tel le quartz. On la trouve dans les terrains anciens métamorphiques, dans le granite, le gneiss mais aussi dans les schistes et les calcaires.

Cette magnétite cristallise en dodécaèdres rhomboïdaux et en octaèdres. Elle constitue l'un des rares corps ferromagnétiques. Ceux-ci sont caractérisés par la très grande valeur d'aimantation qu'ils acquièrent et surtout qu'ils conservent. Ils peuvent ainsi devenir des aimants permanents, ce qui n'est pas le cas pour le fer à l'état pur ; ce dernier, pour conserver une *vertu magnétique*, doit être combiné avec d'autres éléments comme le carbone et le phosphore.

Restons un moment dans le domaine de la cristallographie, pour évoquer un mystère actuellement non résolu. Les Vikings, bien qu'ignorant l'usage de la boussole, ont découvert l'Amérique avant Christophe Colomb. Des hypothèses sont avancées pour expliquer leur technique de navigation. L'une d'elles s'appuie sur des textes empreints de légendes où il est fait mention de *Pierres du soleil*. S'agit-il du spath d'Islande qui aurait permis d'observer la hauteur du soleil par temps couvert ?

Le spath d'Islande est un minéral incolore, transparent, cristallisant sous forme de rhomboèdre. On peut lui donner une forme géométrique car il se clive très facilement. En 1670, le Danois Érasme Bartholin (1625-1698) est fort surpris en constatant que les objets vus à travers un tel cristal se dédoublent ; un phénomène d'optique auquel on a donné le nom de *double réfraction*¹².

Les Vikings auraient tiré parti de ce phénomène de *double réfraction* : quand on observe un objet lumineux à travers un spath d'Islande, deux images distinctes apparaissent, l'une dite *ordinaire* suit les lois de la réfraction, l'autre dite *extraordinaire* tourne autour de la précédente lorsqu'on imprime un mouvement de rotation dans un plan donné.

Une deuxième hypothèse est avancée : celle de l'utilisation de la cordiérite, un silicate d'alumine, de fer et de magnésie que l'on trouve en Norvège. Cette cordiérite se présente sous la forme d'un prisme à six pans dérivé d'un prisme orthorhombique ; elle fait partie des cristaux dont la couleur change suivant la direction des rayons lumineux qui les frappent, une propriété qualifiée de polychroïsme.

Il faut toutefois reconnaître, que même en l'absence d'instrument de navigation, les Vikings pouvaient réussir dans leurs entreprises. Ils n'avaient à parcourir, pour se rendre de la Norvège au Groenland, que des étapes de trois à quatre cents kilomètres alors que, sans l'aide de la boussole, Christophe Colomb aurait été dans l'impossibilité de maintenir un cap durant un parcours long de plusieurs milliers de kilomètres.

