

CHARLES FRANKEL

MAGELLAN



À LA PLAGE

À LA DÉCOUVERTE DE LA TERRE
DANS UN TRANSAT

DUNOD

Crédits iconographiques

P. 20 : © Wellcome Library, London / CC BY 4.0 / Wikimedia. **P. 22** : © akg-images.
P. 42 : domaine public / Wikimedia. **P. 51** : © ESA/GOCE. **P. 60** : Lawrence Oates /
Bibliothèque nationale d'Australie / Wikimedia (domaine public). **P. 66** : © AIP
Emilio Segrè Visual Archives, Gift of Bill Woodward, USNS Kane Collection / CC0 /
Wikimedia. **P. 68** : © Marie Tharp, Bruce Heezen, Heinrich Berann / CC BY-SA 4.0 /
Wikimedia. **P. 71 (haut)** : © Art collection, U.S. Naval History and Heritage Command
website (domaine public). **P. 71 (bas)** : © NOAA Ship Collection (domaine public).
P. 72 : © Alfred Wegener Institute (domaine public). **P. 95** : © MODIS, NASA/GSFC
(Jacques Descloitres). **P. 119** : © Staselnik / CC BY-SA 3.0 / Wikimedia. **P. 131** : © Doug
Bowman / CC BY 2.0 / Wikimedia. **P. 137** : © NASA/GSFC. **P. 159** : © NASA. **P. 168** :
© Bill Anders / NASA. **P. 174** : © NASA/JPL. **P. 175** : © NASA/JPL. **P. 177** : © GMTO/
NoirLab / CC BY 4.0 / Wikimedia.

Direction artistique : Nicolas Wiel
Couverture : Marie Sourd (Atelier AAAAA)
Illustrations : Rachid Marai

NOUS NOUS ENGAGEONS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT :



Nos livres sont imprimés sur des papiers certifiés pour réduire notre impact sur l'environnement.



Le format de nos ouvrages est pensé afin d'optimiser l'utilisation du papier.



Depuis plus de 30 ans, nous imprimons 70% de nos livres en France et 25% en Europe et nous mettons tout en œuvre pour augmenter cet engagement auprès des imprimeurs français.



Nous limitons l'utilisation du plastique sur nos ouvrages (film sur les couvertures et les livres).

© Dunod, 2024
Dunod Éditeur, 11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-085423-3

PROLOGUE



LA TERRE EST UNE SPHÈRE

Vous êtes sur une plage que vous connaissez bien. L'horizon vous est familier, vous savez que l'océan ne s'étend pas éternellement, et vous avez même une vague idée de sa profondeur. Pour connaître votre emplacement précis, il vous suffit de consulter votre portable et de lancer une application. Vous pouvez même dézoomer pour visionner la Terre entière.

Mais comment sait-on tout cela, et depuis combien de temps ? Comment est-on arrivé à comprendre, bien avant sa découverte depuis l'espace, que la Terre est ronde ? Comment a-t-on calculé sa circonférence, plus de 2 000 ans avant que Magellan en fasse le tour ? Voyages de l'esprit et voyages de découverte se sont succédé pour nous révéler le monde où nous habitons.

Fernand de Magellan est l'un des grands symboles de cette exploration, et c'est donc lui qui nous guidera au début de ce livre, son nom étant à jamais associé au premier tour du monde, même s'il a perdu la vie en cours

de route, comme on va le voir. La découverte, c'est aussi cela : en explorant les limites de nos connaissances, savoir repousser nos limites mentales et physiques. Nous allons donc croiser des navigateurs et des explorateurs, des plongeurs et des aéronautes, des astronomes et des astronautes.

Mais avant d'embarquer avec Magellan, l'aventure commence sur la plage, sans même que vous ayez à quitter votre transat. Car la puissance de l'esprit humain, c'est de pouvoir déduire et décrire la réalité du monde par la seule force de la pensée.

On dit souvent que philosophes et savants – et avec eux l'humanité entière – ont longtemps dénigré l'idée que la Terre était ronde, prônant une Terre plate, jusqu'à ce que de grands esprits rebelles comme Christophe Colomb et Galilée imposent enfin la forme sphérique du monde, il y a quatre siècles seulement, à l'humanité ébahie et reconnaissante.

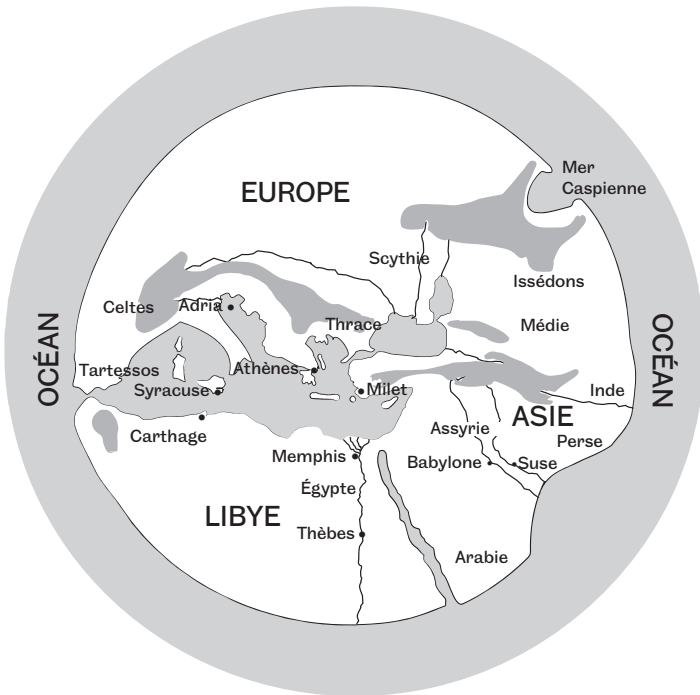
C'est donner bien peu de crédit à l'intelligence humaine. Personne ne sait vraiment quand eut lieu la première démonstration logique de la sphéricité de la Terre, mais les premiers écrits sur la question apparaissent chez les philosophes grecs dès le ^v^e siècle avant notre ère.

Mettez-vous à leur place. Confortablement installé dans votre transat, faites abstraction de tout ce qu'on vous a appris à l'école, et demandez-vous en regardant la mer : qu'y a-t-il au-delà de l'horizon ? Jusqu'où s'étendrait votre univers, si vous preniez un bateau et que vous partiez à l'aventure sur l'océan ? En verriez-vous jamais la fin ? Et si cet océan a une limite, serait-ce une cascade monumentale se déversant dans un précipice ?



COMMENT SAIT-ON QUE LA TERRE EST RONDE ?

On peut être tenté, comme ce fut le cas en Mésopotamie plus de 1 000 ans avant notre ère, de se représenter le monde comme une terre continentale centrale, entourée d'un océan périphérique, ce grand disque lui-même contenu sous cloche : la voûte céleste, portant les astres. Ce beau modèle est d'ailleurs repris par les premiers philosophes et géographes de la Grèce antique, comme Anaximandre et Hécátée de Milet, au VI^e siècle avant notre ère.



La carte du monde, tel que l'imaginait Hécátée de Milet au VI^e siècle avant notre ère.

C'est à la même époque que s'affirme l'autre vague de penseurs, qui a pour premier chef de file connu le philosophe grec Parménide d'Élée – Élée étant une colonie grecque établie au sud de Naples. Aux alentours de l'an 500 avant notre ère, Parménide affirme que la Terre est une sphère, affirmation reprise par Socrate et Platon au cours des deux siècles suivants. Mais c'est surtout le génial Aristote, à l'apogée de la tradition philosophique grecque, qui fournit une démonstration magistrale de la sphéricité de la Terre, vers 340 avant notre ère.¹

Cette démonstration repose sur quatre arguments. Le premier est que la sphère est la forme la plus parfaite en géométrie : la Terre se doit donc d'être sphérique. Admettons, mais ce n'est qu'un point de vue. Le second, c'est que la matière ayant tendance à tomber vers le centre, le résultat final sera nécessairement une boule. C'est déjà plus convaincant, mais contestable, car l'idée même d'un centre admet au départ l'hypothèse d'une boule – un raisonnement quelque peu circulaire...

Le troisième argument tape dans le mille. Aristote souligne que lors d'une éclipse de Lune, c'est-à-dire lorsque la Terre passe devant le Soleil et projette son ombre sur la Lune, la bordure de cette ombre est invariablement circulaire. Une forme d'ombre aussi parfaite n'est possible que si la Terre est une sphère. Si la Terre était un disque aplati, précise Aristote, l'ombre ne serait pas circulaire, mais ovale.

« Tout cela ne montre pas seulement que la Terre est ronde, mais encore qu'elle a la forme d'une sphère de modeste dimension ; autrement, on n'apercevrait pas si vite les effets d'un déplacement si court. »²

Aristote (384-322 avant notre ère)



Le quatrième argument fait appel aux étoiles. On connaît la ronde des constellations familières dans notre ciel. Nous ne cherchons pas à savoir si la Terre tourne sur elle-même ou si c'est le ciel étoilé qui fait le tour d'une Terre fixe, ceci est une autre histoire, réglée bien plus tard par Copernic. Toujours est-il qu'Aristote fait remarquer qu'en se déplaçant, vers le nord ou vers le sud, on ne voit pas les mêmes constellations. Elles sont donc cachées à l'observateur par la courbure de la Terre, ce qui implique bien que celle-ci est une sphère.

Une petite pause s'impose, sur votre transat. Regardez autour de vous, pour embrasser un horizon aussi vaste que possible. Voyez-vous, de vos propres yeux, la courbure de cet horizon ? Vous pourriez bien le croire, mais vos attentes ne trompent-elles pas votre objectivité ? Vos yeux ne pourraient-ils pas vous tromper ? Ne serait-ce pas la courbure de votre œil qui crée un effet d'optique ?

De fait, on admet aujourd'hui que pour voir la courbure du globe, il faut s'élever suffisamment – c'est-à-dire s'éloigner – de son objet d'observation. Il faut effectuer un

vol en avion à haute altitude pour avoir une chance de la constater, et disposer de surcroît d'une vue panoramique sur une soixantaine de degrés au moins, ce que votre misérable hublot ne permettrait sans doute pas. Devenez plutôt pilote, vous aurez une vue imprenable à travers le cockpit. Ou bien astronaute : spectacle garanti.

Gravir l'Everest ne serait pas d'une grande utilité non plus, épargnez-vous l'effort. L'altitude vous donnerait le recul nécessaire, mais l'horizon serait tellement encombré de pics et de creux qu'aucune conclusion ne serait possible.

Il y a plus simple. Redescendez sur votre transat, et regardez la mer. Là se joue devant vos yeux le célèbre argument du navire qui s'éloigne à l'horizon. On le trouve déjà rapporté dans l'œuvre de Cléomède, philosophe grec du tout début de notre ère : « Quand un navire quitte la terre, sa coque est cachée en premier, tandis que son mat est encore visible ». Son contemporain romain Pline l'Ancien tient le même argument : « quand un bateau s'éloigne au loin, si quelque chose qui brille est attaché à l'extrémité du mat, elle est vue descendre peu à peu et à la fin être cachée. »³

En effet, la rotondité de la Terre doit, avec la distance, soustraire de la vue le bas des objets, avant le haut : une simple question de géométrie. Mais vous, dans votre transat, pouvez-vous observer le phénomène ? Il faut une mer parfaitement plate et une bonne visibilité ; toutefois, dans les meilleures conditions, vous

pourrez effectivement observer cette disparition de bas en haut d'un navire à l'horizon à l'œil nu. À une distance de 5 kilomètres – l'horizon visible à une personne sur une plage – les 5 mètres les plus bas du vaisseau auront disparu derrière la courbure de la Terre. Votre œil a une résolution suffisante pour détecter cette différence à une telle distance, mais tout juste. D'où l'intérêt, la prochaine fois que vous venez sur la plage, d'apporter des jumelles.

Les chevaliers de la Terre plate

Une idée reçue veut qu'au Moyen Âge et même à la Renaissance, nombre d'érudits, et notamment les hauts personnages de l'Église catholique, soutenaient que la Terre était plate : une « *fake news* » entretenue par les réformistes protestants, entre autres, pour souligner le dogmatisme de leurs rivaux. En réalité, depuis Aristote, la sphéricité de la Terre n'a jamais été mise en doute par les savants. Que cette sphère tourne sur elle-même, ou non, est une autre histoire.

C'est au milieu du XIX^e siècle que l'idée d'une Terre plate est devenue populaire, sous l'impulsion de l'auteur et utopiste anglais Samuel Rowbotham (1816-1884). Celui-ci assure que la Terre est un disque – légèrement bombé, il est vrai – centré sur le pôle Nord. Les océans périphériques seraient cernés par un haut mur de glace. Et c'est un siècle plus tard, en 1956, que naît la Flat Earth Society (Société de la Terre plate), fondée par l'Anglais Samuel Shenton. Elle atteint

3 500 membres, avant de fortement décliner à l'ère spatiale, malgré les assurances de son président que les photographies sont truquées et les astronautes hypnotisés. Une organisation homonyme reprend le flambeau en 2009, qui compte aujourd'hui près de 500 membres.

C'est peu, mais ces petites organisations officielles sont l'arbre qui cache la forêt. Un sondage, mené par l'IFOP en 2018, indique que 9 % des Français (environ 6 millions de personnes) croient « possible que la Terre soit plate », un ratio qui atteint 18 % chez les 18-24 ans. Un sondage au Royaume-Uni affiche des nombres comparables, et aux États-Unis, ceux qui expriment le même doute sont à peine moins nombreux (6 %).

Il faut bien sûr faire la part des choses. D'abord, la formulation exacte de la question posée : exprimer un doute quant à la sphéricité de la Terre n'est pas la même chose qu'affirmer sans retenue qu'elle est plate. En second lieu, il est impossible d'estimer la part d'ironie ou de malice exprimée dans la réponse.

Cela étant, l'adhésion à la théorie de la Terre plate semble influencée par deux courants de pensée : le créationnisme, d'une part, opposé à la science en général, et le conspirationnisme ou théorie du complot, d'autre part, qui soutient qu'un petit groupe de gens puissants contrôle nos pensées et nous désinforme, en l'occurrence les agences spatiales, les fabricants de systèmes GPS, et les contrôleurs aériens.

MESURE DE LA CIRCONFÉRENCE DU GLOBE

La Terre est donc une sphère, soit. Mais grande comment ? Quel est son tour de taille ?

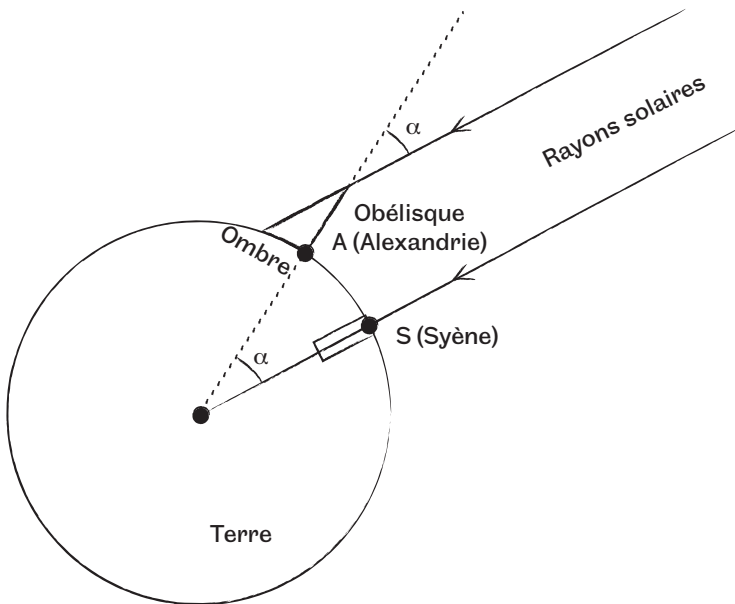
Estimer la circonférence de la Terre – mesure qui dévoile du même coup son rayon, sa surface et son volume – est un problème géométrique brillamment résolu par le philosophe et mathématicien grec Ératosthène, né à Cyrène dans l'actuelle Lybie vers l'an 276 avant notre ère, soit un siècle environ après Aristote.

Ératosthène est considéré par ses pairs comme le plus grand savant de son temps. Directeur de la prestigieuse bibliothèque d'Alexandrie du royaume d'Égypte, ce grand pratiquant de la géométrie a su profiter, en plus de son intellect, d'une situation rêvée pour s'atteler au calcul de la circonférence terrestre. Alexandrie se trouve en effet positionnée sur une ligne nord-sud qui parcourt le royaume – la vallée du Nil – depuis la Méditerranée jusqu'en Haute-Égypte, et notamment Syène (aujourd'hui Assouan), non loin du tropique du Cancer.

Le tropique est une ligne très spéciale, parallèle à l'équateur, où l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre fait que le jour du solstice d'été, le 21 juin, le soleil passe à la verticale du lieu – le zénith – à midi. On était bien conscient à Syène de l'emplacement très particulier de la cité, car en ce jour de solstice, le Soleil éclairait à midi le fond des puits, preuve que l'astre du jour était au plus haut dans le ciel.

Or, le même jour à Alexandrie, le Soleil ne passait pas à la verticale du lieu, car le fond des puits restait

dans l'ombre. On pouvait même mesurer la différence d'angle par rapport à la verticale, en mesurant la longueur de l'ombre projetée par un piquet : 7,2 degrés d'arc (ou « un cinquantième de cercle », comme l'exprimaient les géomètres à l'époque). Faisant appel à la géométrie, Ératosthène démontra qu'il s'agissait là de la différence de latitude entre les deux villes. Il suffisait donc de mesurer à pied la distance entre Syène et Alexandrie, et de la multiplier par 50 ($50 \times 7,2$ degrés = 360 degrés) pour obtenir la circonférence du globe terrestre.⁴



C'est en mesurant l'écart angulaire de latitude entre Alexandrie et Syène, en Égypte, et la distance au sol entre les deux villes, qu'Ératosthène a calculé la circonférence de la Terre au III^e siècle avant notre ère.

Restait à mesurer cette distance étalon au sol. En l'occurrence, c'est un chameau qui aurait servi d'étalon, d'après la légende, car la route nord-sud d'Alexandrie à Syène est fort empruntée par les marchands et autres chameliers. Avec un bon chameau, dont on sait combien de stades il parcourt par jour (le stade étant l'unité de distance de l'époque, qui vaut 157,5 mètres), on compte le nombre de jours de voyage pour rallier Syène depuis Alexandrie, et on en déduit la distance entre les deux villes.

Le « chameau-mètre » ne fut peut-être pas la méthode utilisée – Ératosthène aurait pu simplement faire appel aux arpenteurs officiels du royaume –, toujours est-il qu'il trouva une distance de 5 000 stades environ. En multipliant cette valeur par 50 pour obtenir un cercle complet nord-sud autour de la Terre, le mathématicien obtint 250 000 stades, soit 39 375 kilomètres en unités modernes, ce qui est très proche de la valeur reconnue aujourd'hui, qui est de 40 007 kilomètres – une différence de moins de 2 %. Pas mal pour l'époque...



« L'arc [qui va de Syène à Alexandrie] est la cinquantième partie d'un cercle. Il faut donc nécessairement que la distance de Syène à Alexandrie soit la cinquantième partie du cercle de la Terre. Et elle est de 5 000 stades. Le cercle dans sa totalité fait donc 250 000 stades. Voilà la méthode d'Ératosthène. »⁵

Cléomède (1^{er} siècle), astronome grec

CHRISTOPHE COLOMB TENTE LE COUP

Avec une Terre sphérique, le voyage vers les archipels « indiens » aux précieuses épices, ainsi que vers la Chine et le Japon, peut s'envisager en faisant route plein ouest depuis l'Europe, plutôt que par les longues et périlleuses caravanes à travers le Moyen-Orient, ou par le trajet maritime tout aussi long, en contournant l'Afrique et en remontant l'océan Indien.

C'est le projet qu'échafaude le navigateur génois Christophe Colomb et qu'il propose au roi du Portugal dès 1484, projet rejeté, tout comme il l'est 2 ans plus tard en Espagne, où Christophe Colomb a émigré, espérant un accueil plus favorable. Ce n'est pas que la commission réunie en 1487 pour juger le projet mette en doute la rotondité de la Terre, mais les caisses du royaume sont vides, et surtout la commission estime fausses les distances avancées par le Génois, qui pèchent par optimisme. Colomb sous-estime la circonférence du globe, pourtant si bien mesurée par Ératosthène près de 2 000 ans auparavant. En reprenant les cartes du cardinal et cosmographe français Pierre d'Ailly, le navigateur adopte des unités de conversion optimistes entre milles marins et lieues marines, qui raccourcissent les distances. De la sorte, Colomb se persuade que la circonférence de la Terre n'est pas de 40 000, mais plutôt de 30 000 kilomètres. Reprenant en outre de faux calculs estimant que les Terres habitées, d'Europe jusqu'au Japon, couvriraient 225 degrés d'arc, plutôt que 130 comme on le sait aujourd'hui, Colomb estime