

CHAPITRE 1

LA FORME DES ASTRES

De la Lune à la Terre

Avant de s'interroger sur la forme de la Terre, c'est semble-t-il au savant grec Anaxagore (env. -500 à -428) que l'on doit les premières réflexions sur la forme de la Lune. Le fait qu'elle apparaisse toujours circulaire, le fait que son côté éclairé soit en permanence tourné vers le Soleil, et le fait que cette portion éclairée soit d'autant plus petite que notre satellite se trouve dans une direction proche du Soleil, tout cela contribuait à assurer que la Lune est un objet sphérique éclairé par le Soleil. Une telle idée n'était pas pour déplaire aux savants grecs qui aimaient la géométrie par-dessus tout, et qui estimaient que le cercle et la sphère étaient les formes géométriques les plus parfaites qui puissent être. Que dans le ciel, domaine des dieux et de la perfection, les astres soient des sphères, voilà qui était plaisant à imaginer.

Si la Nature nous avait dotés d'une meilleure vue, nos ancêtres auraient eu la preuve de la sphéricité de la Lune de façon encore plus immédiate par l'observation directe. Criblée de cratères, la Lune laisse à voir des reliefs dont les ombres varient en fonction de l'éclairement du Soleil, ce que chacun peut, de nos jours, constater avec une simple paire de jumelles.

Si la Lune est sphérique, qu'en est-il de la Terre? Quand j'interviens en milieu scolaire pour des conférences d'initiation à l'astronomie, et que j'interroge des élèves, souvent en fin d'école primaire ou début de collège, sur comment fait-on pour savoir que la Terre est ronde, la réponse ne se fait pas attendre: « On prend une fusée pour voir la Terre de loin. » C'est parfaitement vrai et logique: il est plus facile de connaître la forme de la Lune, que l'on voit de loin, que la forme de notre planète, à la surface de laquelle l'Homme a longtemps été condamné à évoluer. Cependant, l'idée que la Terre puisse être ronde est apparue très tôt dans l'Histoire. La plus ancienne mention écrite remonte à 1500 avant notre ère, dans un texte sacré hindou, le *Rig-Veda*, mais c'est encore aux savants grecs que l'on doit les réflexions les plus abouties sur le sujet, et il semble que ce soient Parménide (env. -515 à -450) ou, plus tôt, Pythagore (env. -572 à -479) qui les aient menées

les premiers. Parménide avait de surcroît compris que si la Terre était sphérique, alors le climat ne pouvait être le même partout: les zones polaires recevaient bien moins de chaleur que les zones tempérées, elles-mêmes moins chauffées que la zone équatoriale. Dans une remarquable intuition, Parménide en concluait que les zones polaires et équatoriale étaient probablement inhabitables car trop froides pour les unes et trop chaude pour l'autre.

Par la suite, ce qui n'était qu'une hypothèse a reçu une confirmation remarquable par le raisonnement. On doit à Platon (env. -428 à -348) puis à Aristote (-384 à -322) les preuves de la rotondité de la Terre, sans que l'on sache s'ils en sont les auteurs ou les simples rédacteurs du savoir de leur époque.

Premièrement, il était connu, sans doute depuis la Préhistoire, qu'au cours de la nuit, les étoiles semblaient se déplacer dans le ciel (le même phénomène se produit bien sûr de jour pour le Soleil). Immobiles les unes par rapport aux autres, elles décrivaient toutes des arcs de cercle concentriques centrés sur une direction précise, qui aujourd'hui correspond à peu près à la position de l'Étoile polaire. Les savants grecs avaient compris que cela indiquait un mouvement global de rotation de la voûte céleste par rapport à la surface de notre planète. Cet axe

était, de plus, incliné par rapport à la verticale, et depuis Athènes, se situait à environ trente-huit degrés au-dessus de l'horizon, mais ces savants n'étaient pas sans ignorer que cet angle dépendait du lieu d'observation. Plus on allait vers le sud, plus l'inclinaison de cet axe augmentait, ce qui faisait que des étoiles, qu'on ne voyait pas depuis Athènes, commençaient à apparaître au-dessus de l'horizon sud depuis Chypre, et que d'autres étoiles encore apparaissaient quand on observait depuis l'Égypte. Si la Terre avait été plate, on aurait dû observer les mêmes étoiles en tout lieu. Le fait que de nouvelles apparaissent à mesure que l'on progresse vers le sud indique que la surface de la Terre est incurvée, au moins dans la direction nord-sud. Mais cette observation ne suffit pas à prouver que la Terre est sphérique. Elle aurait tout autant pu être de forme cylindrique, avec une surface horizontale le long de la direction est-ouest et incurvée selon un axe nord-sud. Pour en avoir le cœur net, il fallait bénéficier d'un autre jeu d'observations.

Si on accepte que la Lune doit son éclat au fait qu'elle est éclairée par le Soleil, il est facile de comprendre le mécanisme des éclipses. Une éclipse de Lune, qui se produit systématiquement au moment de la pleine Lune, est due au fait que la Terre s'interpose entre le Soleil et son satellite, privant

celui-ci de sa source de lumière pendant deux ou trois heures. La Lune se trouvant dans l'ombre de la Terre pendant l'éclipse, le début et la fin de l'éclipse voient la première pénétrer puis ressortir de l'ombre de la deuxième, et donnent donc à voir la forme de cette ombre. Or l'observation de toutes les éclipses de Lune connues révèle que la portion d'ombre de la Terre projetée sur la Lune est toujours systématiquement arrondie, quelle que soit l'heure où elle est observée, c'est-à-dire quelle que soit l'orientation de la Terre par rapport au Soleil. Ce dernier point suffit alors à assurer que notre planète, projetant toujours une ombre circulaire quelle que soit la direction par laquelle elle est éclairée, est forcément sphérique.

C'est donc il y a un peu plus de 2 300 ans que l'on a déterminé la forme générale de la Terre. Fin de l'histoire ? Bien sûr que non. La science est une quête perpétuelle de connaissance, et ce n'est pas parce que l'on détient la réponse à une question fondamentale – la forme de la Terre – que l'on a épuisé le sujet. Au contraire, pourrait-on dire, une fois résolue cette question, le cadre est posé, et on peut alors mieux appréhender tout ce qui reste à découvrir : quelle est la taille de la Terre ? Comment se compare-t-elle à celle de la Lune ? Ou du Soleil ? À quelle distance de ces deux astres se situe-t-elle ? Le mouvement

apparent du Soleil est-il effectivement dû à un déplacement du Soleil, ou bien de la Terre ? L'apparente immuabilité des cycles du jour et de la nuit est-elle d'une régularité parfaite ? Et puis, la Terre est-elle vraiment ronde, ou a-t-elle une forme légèrement différente ?

La première mesure

Dans sa démonstration de la sphéricité de la Terre, Aristote indiquait sa circonférence : quatre cent mille stades, soit aux alentours de soixante-quatre mille kilomètres, mais il ne précisait pas comment il arrivait à ce résultat, et il n'est pas clair que celui-ci résulte d'une mesure objective, ou de la simple constatation. Cela étant, quelques semaines de voyage selon un axe nord-sud, comme une traversée de la Méditerranée ou une navigation le long du Nil, suffisent à observer la lente variation de l'inclinaison de l'axe de rotation de la voûte céleste. Preuve s'il en est que la courbure de la Terre se manifeste sur des échelles de distance humainement accessibles.

S'il est un nom indissociable de la forme et surtout de la taille de la Terre, c'est celui d'Ératosthène de Cyrène (-276 à -194). Lui, le premier, a mis au point une méthode pour déterminer la circonférence

terrestre. Ératosthène avait remarqué qu'il suffisait de mesurer une portion de cette circonférence si on avait préalablement déterminé à quelle fraction de la circonférence elle correspondait. Inutile de mesurer la totalité de la circonférence terrestre, il suffisait par exemple de connaître la distance du pôle à l'équateur et de multiplier le résultat par quatre. Mais une telle distance était encore bien trop grande, sans parler du fait que le pôle était à l'époque totalement inaccessible – il le resterait d'ailleurs pendant plus de deux mille ans. Ératosthène avait compris qu'il avait seulement besoin de déterminer l'inclinaison de l'axe de rotation de la voûte céleste en deux lieux, ce qui permettrait de connaître leurs latitudes respectives. En pratique, il préféra procéder autrement, en opérant non pas de nuit, mais de jour. On sait depuis la Préhistoire que chaque jour le Soleil se lève à l'est, culmine au sud et se couche à l'ouest. La direction exacte du lever et du coucher du Soleil, tout comme son point culminant, dépend de la saison. Pour un lieu situé au nord du Tropique du Cancer, cette hauteur est maximale le jour du solstice d'été. Dans la ville égyptienne de Syène (aujourd'hui Assouan), située sur ce tropique, le Soleil était en réalité au zénith ce jour-là. Aucune colonne, aucun obélisque ne projetait d'ombre, et l'on pouvait voir le reflet de l'astre