

## ANNEXE 8 : Conceptions de la Terre et de sa position dans l'espace

Nom : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

Depuis très longtemps, les humains observent le ciel et tentent d'expliquer leurs observations. Les monuments mégalithiques (menhirs, dolmens, cromlechs, alignements), les structures orientées (monolithes, tumulus ou cairns) et divers pictogrammes anciens et hiéroglyphes témoignent du fait que les anciens peuples, par exemple les Amérindiens, les Celtes, les Mayas, les Mésopotamiens, les Égyptiens, les Polynésiens, observent les astres et possèdent une certaine compréhension de leur mouvement.

Les Grecs sont la prochaine civilisation à faire avancer l'astronomie. Thalès de Milet (624-537 av. J.-C.), philosophe grec, croit que **la Terre est un disque plat** et immobile qui flotte sur l'eau. La voûte céleste tournerait autour du monde au même rythme, une révolution par 24 heures. Une année compterait 365 jours.

En 530 av. J.-C., Pythagore enseigne dans le Sud de l'Italie lorsqu'il présume que **la Terre est une sphère**. En effet, les navires qu'il observe s'éloigner du rivage deviennent de plus en plus petits avant de disparaître. La coque disparaît d'abord, le mât ensuite. Il conclut que si la Terre était plate, tout le navire disparaîtrait en même temps. Il suppose que si le Soleil et la Lune sont sphériques, la Terre doit l'être aussi.

Aux environs de l'an 450 av. J.-C., à Athènes, en Grèce, Anaxagore considère la Terre comme une sphère. Il explique le clair de Lune par la lumière du Soleil que la Lune réfléchit. À force d'observer la Lune, il conclut que l'interposition de **la Terre entre le Soleil et la Lune éclipse la Lune**. Il constate que la portion non éclairée de la Lune est courbe et conclut que la Terre elle-même est courbe à l'instar de l'ombre qu'elle projette sur la Lune.

Platon (427-347 av. J.-C.) est un étudiant du philosophe grec nommé Socrate. Il croit que l'espace est infini et contient un Univers fini de forme sphérique au centre duquel se trouve la Terre qui, elle aussi, est sphérique. **L'Univers est formé de 9 sphères qui tournent autour de la Terre** et contiennent les astres.

Aristote (384-322 av. J.-C.) est envoyé à l'Académie de Platon à l'âge de 17 ans et y passe 20 ans, premièrement comme élève, puis comme professeur. Il finit par fonder sa propre école. Selon Aristote, la Terre et le cosmos ont des lois naturelles différentes. Sur la Terre, tout est changeable et continuellement soumis à la corruption, tandis que le cosmos est parfait et immuable. **Tous les astres** de la voûte céleste (la Lune, le Soleil, les planètes et les étoiles) **décrivent des cercles parfaits autour de la Terre**, elle-même une sphère. **La terre est au centre de l'Univers et est fixe**.

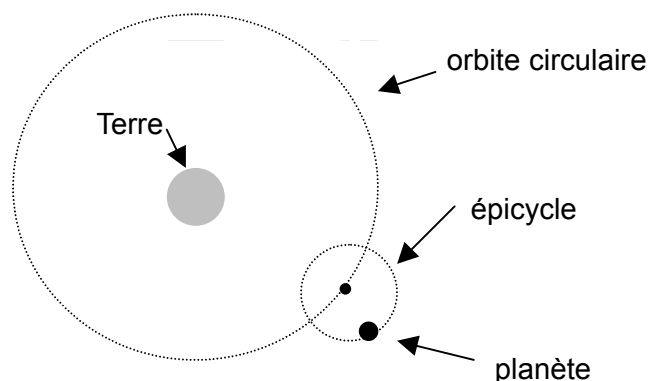
Aristarque de Samos (310-264 av. J.-C.) est un des premiers philosophes qui propose que le mouvement des corps célestes puisse être expliqué avec un modèle selon lequel **le Soleil est au centre de l'univers**, et non la Terre. Il conclut aussi que **la Terre doit subir une rotation sur son axe** pour expliquer le mouvement des étoiles. Ce modèle n'est pas accepté, car si la Terre subit une rotation, pourquoi un objet lancé droit dans l'air retombe-t-il au même endroit? L'œuvre d'Aristarque ne sera connue en Europe qu'après la mort de Copernic.

Aux environs de l'an 225 av. J.-C., à Alexandrie, en Égypte, un bibliothécaire du nom d'Ératosthène est inspiré par la lecture d'un livre dans lequel il apprend que, dans le Sud de l'Égypte, au jour le plus long de l'année et au moment où le Soleil est au zénith, un bâton posé à la verticale ne projette aucune ombre. Il présume qu'il pourrait reproduire le même phénomène dans le Nord égyptien si la Terre était plate. Ératosthène fait l'expérience et constate que le bâton projette une ombre. Il conclut que **la Terre est courbe** parce que le Soleil n'éclaire pas les deux bâtons de la même manière.



**ANNEXE 8 : Conceptions de la Terre et de sa position dans l'espace (suite)**

L'astronome grec Hipparque de Nicée (190-120 av. J.-C., environ) excelle tant comme observateur que comme théoricien. Il décrit plus de 1000 étoiles, notant leur position précise et décrivant leur mouvement. Comme les orbites circulaires avancées par Aristote ne le satisfont pas, il propose un modèle plus complexe qui explique pourquoi les planètes ne demeurent pas à la même distance de la Terre au cours de leur révolution. (La brillance des planètes change, donc Hipparque conclut que leur distance varie.) Il explique qu'**une planète décrit un petit cercle autour d'un point** qui, lui, tourne en cercle parfait autour de la Terre. Il nomme ces petits cercles des épicycles.



Claude Ptolémée (environ 150 apr. J.-C.), astronome grec, vit à Alexandrie en Égypte. Il croit comme Aristote et Hipparque que **la Terre est fixe et au centre de l'Univers**. D'après lui, **les planètes, la Lune et le Soleil tournent autour de la Terre** selon l'ordre suivant : la Lune, Mercure, Vénus, le Soleil, Mars, Jupiter et Saturne. Inspiré par les travaux d'Aristote et d'Hipparque, il perfectionne le système d'épicycles. Il complète aussi le catalogue d'étoiles d'Hipparque et nomme plusieurs constellations. (C'est pour cela que plusieurs constellations ont des noms venant de la mythologie grecque.) Son système permet de calculer de façon assez précise le mouvement des planètes, de la Lune et du Soleil. Il permet aussi de prédire les éclipses de Lune et de Soleil. La prévisibilité de son modèle, ainsi que sa conformité avec la philosophie du temps, selon laquelle les humains sont faits à l'image de Dieu, supérieurs à toute créature et placés au centre de l'Univers, fait que le système de Ptolémée est accepté jusqu'au 16<sup>e</sup> siècle.

Les astronomes arabes (750-1400) traduisent les ouvrages de Ptolémée et adoptent les théories d'Aristote et de Ptolémée. Ils inventent ou perfectionnent des instruments de mesure sophistiqués (le sextant, l'astrolabe, la boussole) et calculent avec une grande précision le mouvement apparent des planètes. Abd al-Rahman al-Sufi remanie le catalogue d'étoiles d'Hipparque et de Ptolémée et donne des noms arabes à plusieurs étoiles (Bételgeuse, Aldébaran, Altaïr, etc.). L'observation des étoiles est importante pour la navigation, mais les Arabes ne se posent pas beaucoup de questions au sujet de la nature des phénomènes observés dans le ciel. On ne remet pas en question la théorie que la Terre se trouve au centre de l'Univers. Grâce aux Arabes, les découvertes des Grecs sont réintroduites en Europe lors des Croisades.

Nicolas de Cusa (1401-1464), astronome, théologien et philosophe allemand, propose que **la Terre tourne autour du Soleil** et que l'Univers est infini, sans centre ni surface. Il croit aussi que **les étoiles sont d'autres soleils avec leurs propres planètes** (comme le croient les astronomes modernes) et que ces planètes extrasolaires peuvent être habitées.



## ANNEXE 8 : Conceptions de la Terre et de sa position dans l'espace (suite)

L'astronome polonais Nicolas Copernic (1473-1543) veut simplifier le système d'épicycles de Ptolémée. Il est au courant du modèle d'Aristarque et l'applique au mouvement des planètes, y compris la Terre. Il remet en question le modèle de Ptolémée et propose que **la Terre est une planète** et qu'**elle tourne autour du Soleil**. De plus **la Terre serait en rotation autour de son axe**, et le Soleil serait très rapproché de la Terre comparativement aux autres étoiles. Il croit encore cependant que **les orbites des planètes sont circulaires**. Copernic publie sa théorie seulement quelques semaines avant sa mort. Sa théorie est vivement contestée par les astronomes et par l'Église. Giordano Bruno (1548-1600), diffuseur des idées de Copernic et de de Cusa, est excommunié et brûlé vif à Rome en 1600 pour cause d'hérésie, l'Inquisition ne pouvant tolérer que la Terre ne soit pas au centre d'un Univers clos et seul berceau de la vie.

Tycho Brahé (1546-1601) est passionné par l'astronomie dès le jeune âge et est le dernier grand astronome à faire ses observations à l'œil nu. Il observe en 1572 une supernova (en latin, « nova stella » veut dire nouvelle étoile) et cette découverte lui démontre que la voûte céleste n'est pas immuable dans le temps. Appuyé par le roi danois qui lui fait construire un observatoire sur l'île de Hveen (près de Copenhague, l'île est aujourd'hui suédoise et s'appelle Ven), Brahé démontre que la trajectoire d'une comète n'est pas circulaire comme l'aurait prédit Copernic, rédige un catalogue stellaire (sans télescope!) et mesure avec beaucoup de précision le mouvement des planètes. Brahé vient à croire que **les planètes tournent autour du Soleil**, mais que **celui-ci tourne autour de la Terre**. Il ne peut pas concevoir un Univers où la Terre n'occupe pas le centre.

Johannes Kepler naît le 27 décembre 1571 en Allemagne. Il vient d'une famille très pauvre, mais reçoit une bourse pour étudier à l'université où il découvre les travaux de Copernic. Il est embauché par Tycho Brahé qui flaire son génie et lui donne l'orbite de Mars à calculer. Tycho meurt en 1601, un an après avoir embauché Kepler. Kepler continue ses travaux à l'aide des données de Tycho Brahé. Cela lui prend six ans et des milliers de pages de calculs avant de résoudre le problème de l'orbite de Mars! Il constate que l'erreur de ses premiers essais était de demeurer accroché au concept des orbites parfaitement circulaires. Il propose en 1609 un modèle dans lequel **les planètes (y compris la Terre) tournent autour du Soleil dans une orbite elliptique et non circulaire**. Le modèle de Kepler n'est pas beaucoup plus précis que celui de Ptolémée, mais finit par être adopté par les scientifiques à cause de sa simplicité. Il prédit aussi bien que le modèle de Ptolémée, mais est beaucoup plus facile à utiliser. Les lois de Kepler sur le mouvement orbital sont encore utilisées aujourd'hui pour calculer, par exemple, la trajectoire des sondes spatiales.

Galileo Galilei (Galilée) naît en 1564 en Italie. Il est le premier astronome à observer le ciel à l'aide du télescope, invention hollandaise. Grâce à ce télescope, qu'il utilise pour la première fois en hiver 1609-1610 et qui ne grossit que trois fois, Galilée découvre dans le ciel plus de phénomènes en quelques mois que tout ce qui a été observé au cours des 25 siècles précédents : les montagnes lunaires, les taches solaires (Les astres ne sont pas des sphères parfaites.), les lunes de Jupiter (Tout ne tourne pas autour de la Terre.), les innombrables étoiles de la Voie lactée (plus de nouvelles étoiles que toutes celles déjà observées). Il perfectionne son télescope jusqu'à un agrandissement de 30 fois, et les découvertes qu'il publie secouent l'idée que les gens se font de leur monde. La notion de taches solaires paraît particulièrement scandaleuse aux yeux des champions de l'astre solaire parfait. À 70 ans, l'inquisition tente un procès contre lui et le force, sous peine de mort, à une humiliante rétraction de **ses idées de Soleil comme centre de l'Univers**. Galilée meurt en 1642, à l'âge de 78 ans.



## ANNEXE 8 : Conceptions de la Terre et de sa position dans l'espace (suite)

Isaac Newton (1642-1727) est un physicien anglais qui développe des lois expliquant le mouvement, dont la loi de gravitation universelle. Il démontre que **tout mouvement d'objets sur la Terre peut être expliqué avec trois lois** et que les lois de Kepler peuvent être expliquées par ces lois du mouvement si **une force existe entre tous les objets dans l'Univers ayant une masse**. Cette force gravitationnelle serait la force fondamentale qui contrôle le mouvement de tous les corps célestes et **causerait les orbites elliptiques des planètes**. Ses lois lui permettent de prédire encore plus précisément le mouvement des étoiles et des planètes autour du Soleil.

### Questions

1. Thalès de Milet croyait que la Terre était plate. Quelles observations auraient pu lui permettre de tirer cette conclusion?
2. Pythagore, Anaxagore et Ératosthène croyaient tous que la Terre était une sphère. Quelles sont les observations qui leur ont permis de tirer cette conclusion?
3. Selon Aristote, où se situe la Terre?
4. Imagine que tu vis en Grèce il y a 2500 ans. Tu observes le ciel durant un beau soir d'été. Quelles observations pourraient te mener à croire que la Terre ne bouge pas et que les étoiles et les planètes tournent autour d'elle?
5. Aristarque de Samos propose une nouvelle théorie au sujet de la position de la Terre dans l'espace. Quelle est cette théorie et pourquoi n'a-t-elle pas été acceptée? Aurais-tu cru à cette théorie si tu avais vécu à ce temps? Pourquoi?
6. Pourquoi le système de Ptolémée est-il le modèle accepté jusqu'au 16<sup>e</sup> siècle?
7. Les arabes n'ont pas offert beaucoup de théories au sujet de la nature des phénomènes observés dans le ciel. Cela veut-il dire qu'ils n'ont pas contribué à l'astronomie? Explique.
8. Décris une découverte importante de Kepler.
9. Comment le développement d'une nouvelle technologie a-t-il mené Galilée à croire que la Terre ainsi que les autres planètes tournent autour du Soleil?
10. Quelles ont été les contributions de Newton à l'astronomie?

