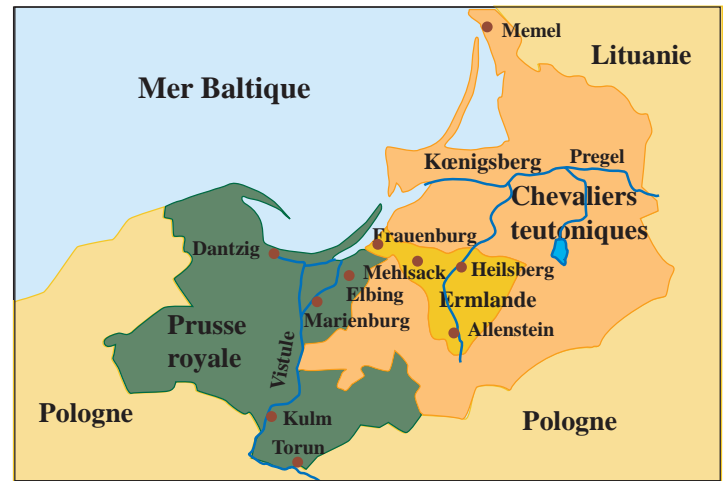


NICOLAS COPERNIC

par : André Ross
 professeur de mathématiques
 Cégep de Lévis-Lauzon



Nicolas Copernic est né le 19 février 1473 à Torun en Pologne et décédé le 24 mai 1543 à Frombork (Frauenburg) en Pologne. Il est le cadet d'une famille de 4 enfants. Le père de Copernic meurt en 1483 alors que Nicolas n'a que dix ans. Le frère unique de sa mère, Lucas Watzenrode qui poursuit une brillante carrière ecclésiastique, et de ce fait jouit de plusieurs bénéfices, vient en aide à sa sœur et à ses neveux. En 1489, il devient évêque de Warmie et fait entrer ses neveux, André et Nicolas, à l'université Jagellon de Cracovie.

En 1495, la mort d'un chanoine ouvre une vacance au chapitre de Frombork et Copernic est élu chanoine de Warmie. Puis, il part étudier en Italie aux universités de Bologne et de Padoue. Il y étudie les sciences mathématiques qui relevaient à l'époque de la médecine, les médecins faisant usage de l'astrologie pour établir les diagnostics et les prescriptions. Il étudia également le grec à Padoue et obtint un diplôme de doctorat en Droit Canon de l'Université de Ferrare.

De retour en Pologne, il y pratiqua la médecine durant quelques années, principalement auprès de son oncle, même si son occupation principale était reliée à sa formation en Droit Canon.

ASTRONOMIE

Durant ses études en Italie, Copernic s'est beaucoup intéressé à l'astronomie. Il aurait été à la fois élève et assistant de l'astronome Domenico Maria Novara (1454-1504). C'est à Bologne qu'il fit sa première observation astronomique, le 9 mars 1497.

Ce n'est pas seulement pour la pratique de la médecine que Copernic s'intéresse à l'astronomie. Le Calendrier julien, en usage à l'époque prend de plus en plus de retard. Le décalage des saisons devenait important, ce qui pose problème pour l'agriculture, mais également pour les dates des fêtes religieuses et la plupart des activités humaines. Un autre problème qui soulève les passions des milieux académiques est celui du point équivalent de Ptolémée que Copernic considère contraire à la nature. Le nombre d'épicycles nécessaires pour décrire les orbites des planètes était devenu un obstacle à toute prédiction à cause de la lourdeur des calculs.

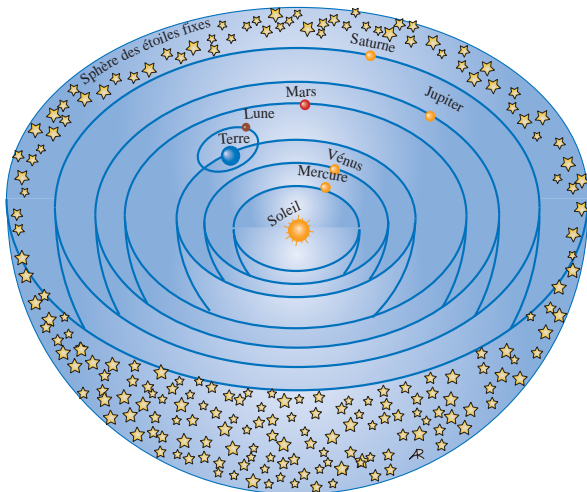
Dans les milieux savants, on se demandait, sans remettre Aristote en question, si le nombre d'épicycles ne serait pas moins important en plaçant le Soleil au centre du système. Aristarque n'avait-il pas proposé un tel système? De plus, on avait constaté que le mouvement des planètes pouvait toujours se décomposer comme la

somme de deux mouvements, celui du Soleil et un mouvement propre à la planète. L'astronome Georges Peurbach qui avait traduit les ouvrages arabes écrit : il est clair que chacune des six planètes partage quelque chose avec le Soleil, et son mouvement est le miroir et la mesure du mouvement des planètes.

À l'époque de Copernic, le modèle géocentrique de Ptolémée présentait certaines faiblesses :

- Il y avait des discordances entre les observations et les prévisions.
- Pour assurer une meilleure concordance, des artifices avaient été introduits par les astronomes grecs : l'excentrique, l'épicycle et le déférent, le point équiant.
- Chacun de ces artifices ternissait l'image d'un ciel parfait et immuable.
- Après plusieurs tentatives d'ajustement de la théorie, de nouveaux modèles vont être proposés.

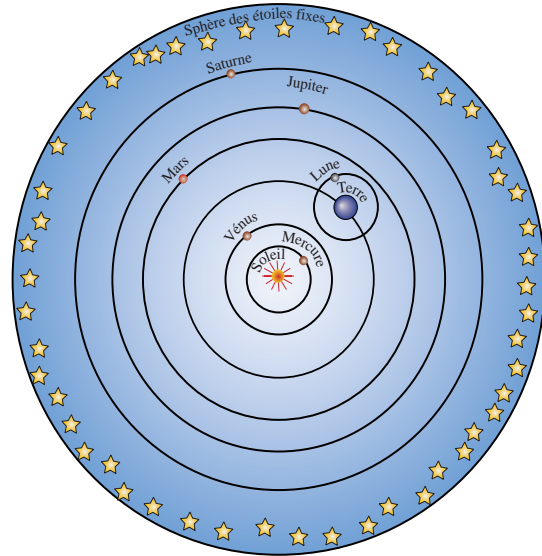
Copernic avait la conviction qu'il fallait préserver la pureté du mouvement circulaire à vitesse constante pour expliquer le mouvement des planètes. Pour y parvenir, il développe un modèle héliocentrique, ce qui signifie que le Soleil est au centre de l'univers.



**REPRÉSENTATION TRIDIMENSIONNELLE
DU MODÈLE DE COPERNIC**

La Terre et les autres planètes sont en orbite autour du Soleil. De plus, la Terre tourne sur elle-même et la

Lune est en orbite autour de la Terre. Ce modèle fut présenté dans l'ouvrage *De Revolutionibus orbium cœlestium* qui fut publié en 1543, à Nuremberg. Copernic aurait reçu une copie de l'ouvrage sur son lit de mort.



**REPRÉSENTATION BIDIMENSIONNELLE
DU MODÈLE DE COPERNIC**

Le modèle de Copernic permettait d'expliquer simplement certains phénomènes qui semblaient étranges dans le modèle ptoléméen. Ainsi, Mercure et Vénus ne peuvent s'observer qu'en début et en fin de nuit alors que Mars, Saturne et Jupiter sont visibles toute la nuit. Dans le modèle de Copernic, cela s'explique simplement par le fait que ces planètes demeurent toujours très proches du Soleil et l'accompagnent dans son mouvement apparent. On ne peut donc les observer qu'au voisinage du Soleil. D'autres avantages sont décrits dans la présentation Astronomie, la révolution copernicienne.

Pour démontrer la supériorité de son modèle, Copernic devait montrer que celui-ci expliquait l'alternance des saisons, l'alternance du jour et de la nuit et prenait en compte les observations faites depuis l'Antiquité.

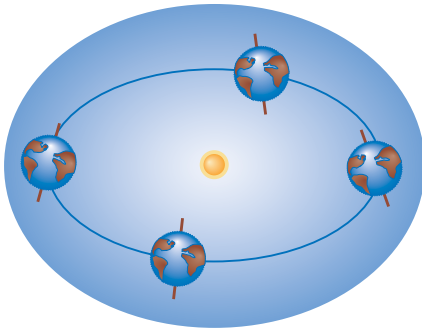
Pour y parvenir, il donne à la Terre trois types de mouvements :

- Une rotation autour du Soleil.
- Une rotation sur elle-même.
- Un mouvement conique de son axe.

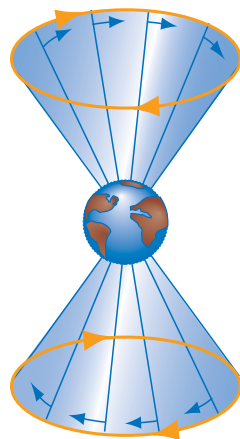
Par la rotation autour du Soleil, Copernic explique l'alternance des saisons. Par la rotation de la Terre sur elle-même, il explique l'alternance du jour et de la nuit. Le dernier mouvement vise à compenser le mouvement orbital de l'axe terrestre.

MOUVEMENT ORBITAL DE L'AXE

Dans le système copernicien, c'est la rotation de la Terre sur elle-même qui explique le mouvement circulaire apparent des étoiles sur 24 heures. L'axe de la Terre doit toujours être dirigé vers le centre de ces mouvements circulaires des étoiles. Cet axe doit donc être animé d'un mouvement puisque la Terre se déplace dans son mouvement annuel autour du Soleil.

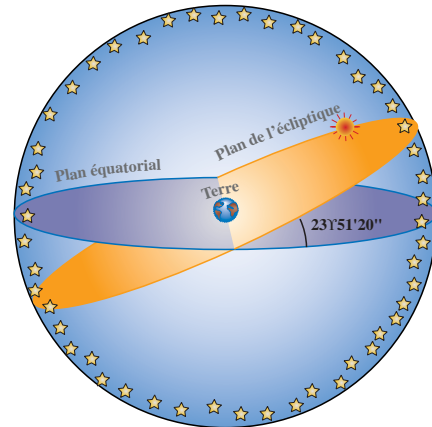


Pour que l'axe de la Terre soit dirigé vers le centre des mouvements circulaires des étoiles, cet axe doit être animé d'un mouvement conique. L'axe de la Terre doit toujours être dirigé vers le centre de ces mouvements circulaires des étoiles. Cet axe doit donc être animé d'un mouvement.



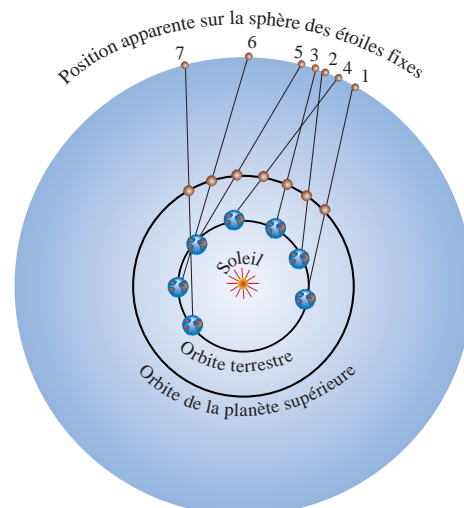
L'ÉCLIPTIQUE

Une sphère céleste représente le ciel tel qu'il est vu de la Terre. Que le système du monde soit géocentrique ou héliocentrique, l'observation se fait toujours à partir du sol terrestre. Le plan équatorial est la projection de l'équateur terrestre sur la sphère céleste et le plan de l'écliptique, incliné à $23,5^\circ$, est le cercle dessinant la course apparente du Soleil durant une année.



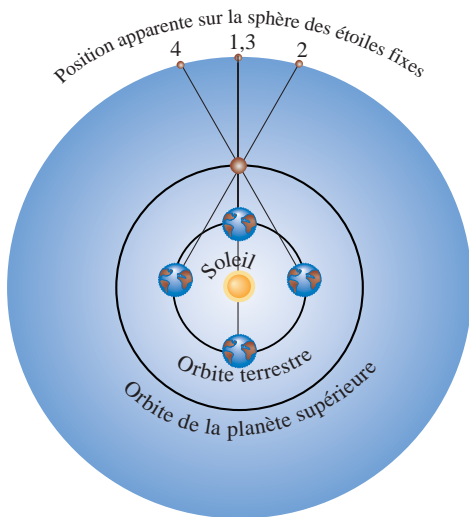
MOUVEMENT RÉTROGRADE

Vues de la Terre, les planètes semblent se déplacer de l'ouest vers l'est. Mais, lors de leur parcours de l'écliptique, elles reviennent périodiquement en arrière, vers l'ouest. Les Grecs expliquaient ce phénomène par les épicycles et les déférents. Pour Copernic, ce n'est qu'un mouvement apparent dû au fait que les planètes se déplacent à des vitesses différentes sur des cercles.



Les planètes s'écartent légèrement de l'écliptique, mais leur course apparente est assez proche de celle-ci. Il est assez intrigant de constater que, vue de la Terre, une planète ne prend pas toujours le même temps pour parcourir l'écliptique. Cela signifie que la planète parfois plus de temps et parfois moins de temps pour effectuer un tour complet. Comment concilier cette observation avec l'idéal du mouvement circulaire à vitesse constante? Les modèles précédents nécessitaient l'utilisation des épicycles et déférents pour répondre à cette question. Dans le modèle copernicien, ce phénomène s'explique simplement par le mouvement de la Terre autour du Soleil.

Considérons une planète supérieure qui, vue de la Terre, se projette en position 1 sur la sphère des étoiles fixes. Supposons de plus que la planète fait un tour de l'écliptique pendant que la Terre fait un tour et quart. Lorsque la planète a effectué un tour complet, la Terre a fait un tour et quart. De la Terre, la planète est vue en position 2. Elle ne semble pas avoir effectué un tour.



C'est le changement de position de la Terre qui explique ce retard apparent. Lorsque la planète a effectué un second tour complet, de la Terre, elle est vue en position 3. Cette fois, la planète semble avoir effectué plus qu'un tour et c'est le changement de position de la Terre qui explique cette avance apparente. Lorsque la planète a effectué un troisième tour complet, de la

Terre, elle est vue en position 4. Au tour suivant, le cycle recommence. Le mouvement de la Terre autour du Soleil permet donc d'expliquer de façon simple le problème de l'irrégularité des temps de parcours de l'écliptique.

OBJECTIONS AU MODÈLE HÉLIOCENTRIQUE

La théorie héliocentrique qui impliquait différents mouvements de la Terre était considérée comme impossible par les contemporains de Copernic ainsi que par la grande majorité des astronomes et savants des générations suivantes, et ce, jusqu'au milieu de XVII^e siècle.

Plusieurs arguments ont été présentés pour démontrer l'impossibilité de ce modèle. Certaines de ces objections étaient des raisonnements par l'absurde et montraient que le système copernicien n'est pas compatible avec la théorie aristotélicienne du mouvement.

OBJECTION AU MOUVEMENT HÉLIOCENTRIQUE

Dans la physique d'Aristote, chaque corps a une vitesse innée. Plus un corps est lourd, plus sa vitesse innée est grande. Des objets de poids différents se déplacent à des vitesses différentes. On observe facilement, en lançant une pierre et une plume d'un même geste que la pierre voyage plus vite et plus loin. Dans la théorie du mouvement d'Aristote cela s'explique par le fait que les corps lourds ont une vitesse innée plus grande. Cette conception du mouvement permet d'élever l'objection suivante :

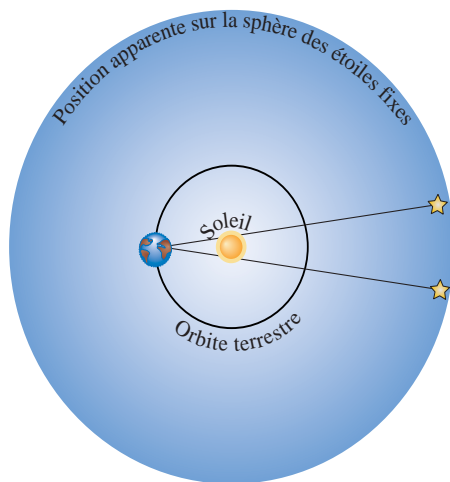
Supposons que la Terre est en mouvement autour du Soleil. Puisque les corps lourds ont une vitesse innée plus grande que les corps légers, il s'ensuit que la Terre peut se déplacer à une vitesse plus grande que les objets à sa surface. Par conséquent, les objets et les gens devraient tomber dans le sillage de la Terre. Or, ils ne tombent pas. La Terre ne se déplace donc pas et elle ne peut être en orbite autour du Soleil.

Cette objection, qui est un raisonnement par l'absurde, fait clairement ressortir le fait que le modèle héliocentrique est incompatible avec la théorie du mouvement d'Aristote.

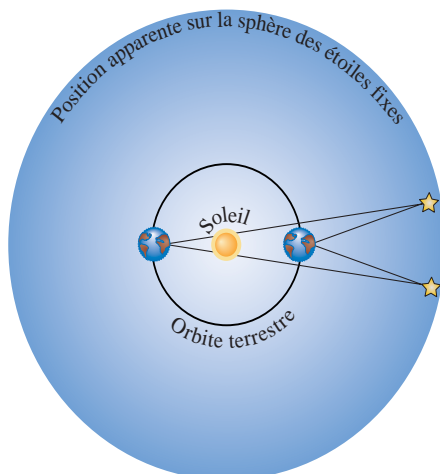
ABSENCE DE PARALLAXE

Dans le système de Ptolémée, on considérait que la sphère des étoiles fixes était contiguë à celle de Saturne, ce qui n'est pas possible dans un modèle héliocentrique. Car alors, on percevrait un phénomène de parallaxe, ce qui n'était pas le cas. L'absence de parallaxe était une objection importante au mouvement annuel de la Terre.

Considérons deux étoiles fixes observées de la Terre.



Lorsque celle-ci se déplace sur son orbite, la position apparente de ces étoiles devrait changer. Un tel changement n'est pas perceptible à l'œil nu. Pour expliquer cela, Copernic doit éloigner la sphère des fixes à une distance incommensurable. Il introduit alors un vaste espace vide ou inoccupé dont l'existence était très difficile à admettre sans remettre en question la physique d'Aristote.



Aristote avait démontré, dans des raisonnements par l'absurde, qu'il était impossible d'envisager l'existence du vide car celui-ci était incompatible avec sa théorie du mouvement. En situant la sphère des fixes à une distance presque infinie, Copernic expliquait l'absence de parallaxe, mais cela signifiait l'existence d'un grand espace vide, ce qui était inconcevable pour ses contemporains.

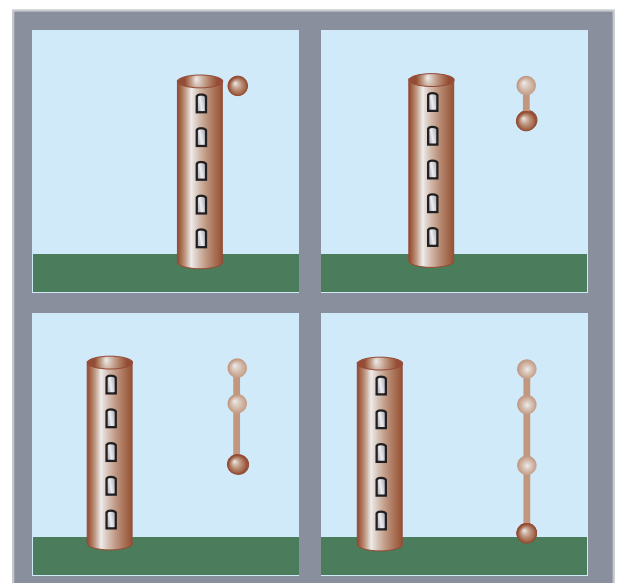
OBJECTION AU MOUVEMENT DIURNE

Les objections au mouvement diurne ont plus nombreuses car elles font plus facilement appel au sens commun. Certaines de ces objections avaient déjà été formulées par Jean Buridan et Nicole Oresme, c'est le cas de la suivante :

Si la Terre était animée d'un mouvement de rotation sur elle-même nous devrions toujours sentir un vent d'est. Or, il n'en est rien. La Terre n'est donc pas en rotation sur elle-même.

Un argument de poids est celui de la pierre qu'on laisse tomber d'une tour.

Si la Terre était animée d'un mouvement de rotation sur elle-même, une pierre tomberait d'une tour en s'éloignant de celle-ci. Or, il n'en est rien. La Terre n'est donc pas en rotation sur elle-même.



Dans la physique d'Aristote, l'état naturel est le repos. Pour mettre un corps en mouvement, il faut lui appliquer une force et si cette force cesse d'agir, le mouvement s'arrête. Pour que la Terre soit en mouvement, il faudrait donc concevoir une force très grande qui s'exercerait continuellement.

La Terre est un corps très lourd. Pour le mettre en mouvement, il faudrait une force considérable. La sphère des étoiles, faite de cristal, est très légère. La mettre en mouvement suppose une force beaucoup moins grande. Il est donc naturel de penser que c'est la sphère des étoiles qui est en rotation plutôt que la Terre.

Dans cette objection, on se bute encore à la théorie du mouvement d'Aristote. Il est de plus en plus manifeste qu'il sera impossible d'implanter un nouveau modèle de l'univers sans revoir la théorie du mouvement.

CONCLUSION

Copernic a contribué de façon importante à l'astronomie en étudiant en profondeur l'hypothèse d'un système héliocentrique. Copernic a contribué de façon importante à l'astronomie en étudiant en profondeur l'hypothèse d'un système héliocentrique.

À sa parution, l'ouvrage de Copernic n'eut pas beaucoup d'impact en dehors des milieux universitaires. La complexité mathématique de l'ouvrage et la préface de Osiander à l'effet qu'il ne fallait pas considérer ce modèle comme vrai mais seulement comme une méthode de calcul plus simple ont certainement nui à la reconnaissance de l'ouvrage.

Dans sa version initiale à sept cercles, le système copernicien ne permet pas de prédire les positions des planètes avec autant de précision que le modèle de Ptolémée. Copernic est donc obligé de modifier son modèle et réintroduire les notions d'excentrique, d'épicycle et de déférent, ceux-ci centrés cependant sur le

Soleil. Le système de Copernic sera finalement aussi compliqué que celui de Ptolémée sans être plus précis.

Copernic n'est pas le premier à avoir envisagé que la Terre puisse être en mouvement. Aristarque de Samos (~310-~230) avait déjà avancé cette idée, ce qui le fit accuser d'impiété. Jean Buridan (1295-1358) et Nicole Oresme (1320-1382), deux maîtres de la scolastique, avaient également discuté cette idée à laquelle ils avaient alors formulé plusieurs objections. Le modèle copernicien simplifie l'explication de certains phénomènes célestes. Cependant, il ne fournit aucune explication des mouvements du monde sublunaire. En rejetant la théorie d'Aristote on gagne une meilleure explication des phénomènes célestes, mais ce gain ne compense pas la perte de l'explication du mouvement. C'est Galilée qui s'attaquera à ce problème.

BIBLIOGRAPHIE

- Astronomy before the telescope, Édité par Christopher Walker, The trustees of the British Museum St.Martin press, New-York.
- Les génies de la science, Pour la science, Kepler, Le musicien du ciel, Trimestriel août 2001– novembre 2001.
- Les génies de la science, Pour la science, Galilée, novembre 1999.
- Les cahiers de Science et Vie, Les pères fondateurs de la science, Kepler, hors série N°21, juin 1994.
- Les cahiers de Science et Vie, Révolutions scientifiques, Nicolas Copernic, hors série N°39, juin 1997.
- Les cahiers de Science et Vie, Dossier, Galilée, un génie redécouvert, février 2001.