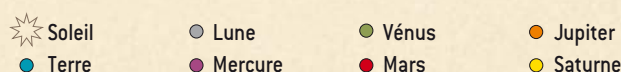


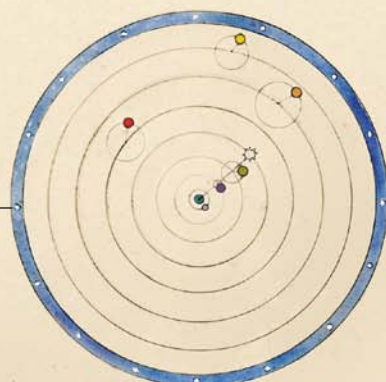
Les cosmographies anciennes

Les astronomes du XVII^e siècle avaient trois modèles pour décrire l'Univers. Dans le modèle géocentrique, la Terre était immobile au centre, et le Soleil, la Lune, les planètes et les étoiles tournaient autour. Les astronomes rendaient compte du mouvement rétrograde des planètes en introduisant des « épicycles », de petits cycles se superposant aux orbites principales. Le système héliocentrique (le Soleil au centre) de Nicolas Copernic était plus simple en apparence, mais il soulevait de nouvelles difficultés ; par exemple, les étoiles devaient se trouver à des distances difficiles à concevoir. Le modèle géo-héliocentrique de Tycho Brahe était intermédiaire : le Soleil, la Lune et les étoiles tournaient autour de la Terre centrale, tandis que les planètes tournaient autour du Soleil, ce qui permettait que les étoiles soient à des distances acceptables pour l'époque.

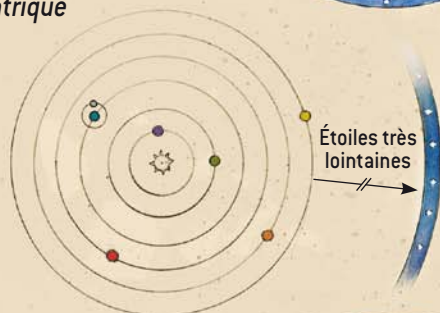


Modèle géocentrique

Sphère céleste (étoiles)



Modèle héliocentrique



Étoiles très lointaines

Modèle géo-héliocentrique



Les planètes et orbites ne sont pas à l'échelle

au passage des ondes lumineuses à travers une ouverture circulaire telle qu'une lunette astronomique ou la pupille de l'œil.

Mais à l'époque, les astronomes ne savent rien de la nature ondulatoire de la lumière. Utilisant la géométrie élémentaire, Brahe calcule que si les étoiles se trouvent à des distances coperniciennes, leur largeur devrait être comparable à celle de l'orbite terrestre proposée par Copernic. Même à côté de la plus petite des étoiles, le Soleil serait minuscule. Difficile à croire ! Pour Brahe, ces étoiles titanesques sont absurdes.

Plutôt que d'abandonner leur théorie devant de tels arguments physiques, les coperniciens invoquent l'omnipotence divine. « L'étendue de l'Univers et la taille des étoiles peuvent être aussi grandes que vous le voulez – cela sera toujours peu de chose pour le Créateur infini », écrit le copernicien Christoph Rothmann dans une lettre à Brahe.

Ne se laissant pas influencer par de tels arguments, Brahe propose son propre système : le Soleil, la Lune et les étoiles tournent autour d'une Terre immobile, comme dans le système ptoléméen, tandis que les planètes tournent autour du Soleil, comme dans le système copernicien.

Ce système conserve les avantages du géocentrisme. Avec lui, pas de mouvement de la Terre à expliquer ni de problème de parallaxe annuelle exigeant des étoiles géantes extrêmement lointaines : les étoiles du système de Brahe sont juste un peu plus lointaines que les planètes, et de taille tout à fait raisonnable. Mais concernant les planètes, les systèmes de Brahe et de Copernic sont mathématiquement identiques. Ainsi, le système de Brahe conserve aussi l'élégance copernicienne qu'il admire.

Quand Galilée scrute les cieux avec sa lunette, il fait plusieurs découvertes qui contredisent la cosmographie de Ptolémée. Il observe que Jupiter a des lunes, ce qui prouve que l'Univers peut présenter plusieurs centres de mouvement. Il observe aussi les phases de Vénus, montrant qu'elle tourne autour du Soleil. Ces découvertes ne sont cependant pas comprises comme des preuves que la Terre tourne autour du Soleil, puisqu'elles restent compatibles avec le système de Brahe.

Au milieu du XVII^e siècle, l'astronome italien Giovanni Battista Riccioli publie *Almagestum Novum*, une évaluation encyclopédique des systèmes cosmographiques. Il pèse les arguments pour et contre le système copernicien, qu'ils aient trait à l'astronomie, à la physique ou à la religion. Néanmoins, il juge que deux arguments font pencher la balance en défaveur de Copernic. Tous deux reposent sur des objections scientifiques liées aux idées de Brahe. Aucun ne sera tranché avant plusieurs centaines d'années.

La déviation des corps en chute libre

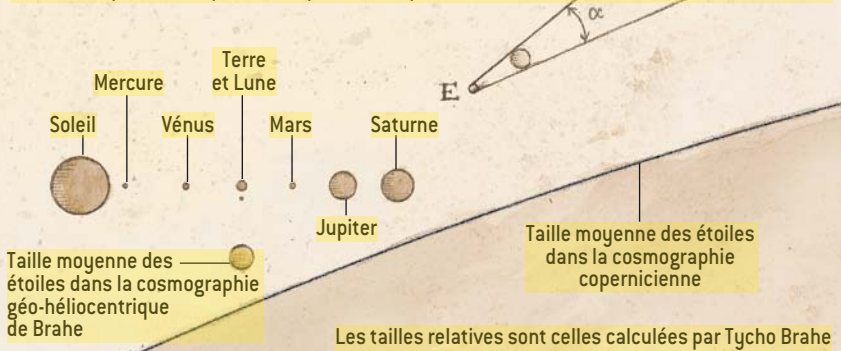
Le premier argument est fondé sur l'incapacité à détecter les effets qu'une planète tournant sur elle-même devrait, explique Riccioli, exercer sur les projectiles et les corps en chute libre. Reprenant une idée d'Aristote, Brahe pensait qu'une Terre en rotation devrait dévier la trajectoire d'un tir rectiligne de projectile. Mais il faudra attendre le XIX^e siècle pour observer une déviation des projectiles et des corps en chute libre et pour que le mathématicien français Gustave Coriolis donne une description mathématique complète de cet effet de la rotation de la Terre.

L'autre argument est celui de Brahe concernant la taille des étoiles, que Riccioli actualise avec des observations à la lunette. Ayant mis au point une procédure reproductible pour mesurer le diamètre des étoiles, il trouve que les étoiles semblent plus petites que ne le pensait Brahe. Mais la lunette augmente aussi la sensibilité à la parallaxe annuelle sans pour autant la détecter, ce qui implique que les étoiles doivent être encore plus lointaines que ne l'avait supposé Brahe. Finalement, les étoiles paraissent toujours aussi titanesques que dans la représentation de Brahe.

Riccioli se plaint que les coperniciens en appellent à l'omnipotence divine pour contourner ce problème scientifique. Prêtre jésuite, Riccioli ne nie pas la puissance de Dieu, mais il rejette cette approche, déclarant que « même si cette idée fausse ne peut être réfutée, elle ne peut satisfaire l'homme prudent ».

Le problème de la taille des étoiles

L'argument le plus cinglant contre l'Univers copernicien fut celui de la taille des étoiles. Quand nous regardons une étoile dans le ciel, elle semble avoir une certaine largeur, petite et fixe. Cette largeur et la distance de l'étoile connues, des calculs géométriques simples révèlent la taille de l'étoile (à droite). Dans les modèles géocentriques de l'Univers, les étoiles sont situées juste au-delà des planètes, ce qui implique que la taille des étoiles est comparable à celle du Soleil (ci-dessous). Mais dans la théorie héliocentrique de Copernic, les étoiles sont extrêmement éloignées. Le même calcul géométrique implique alors qu'elles aient une taille absurde, des centaines de fois supérieure à celle du Soleil (en bas). Les coperniciens ne pouvaient pas expliquer ces données anormales autrement qu'en faisant appel à l'intervention divine. En réalité, les étoiles sont lointaines, mais leur largeur apparente est une illusion, un artefact du comportement de la lumière quand elle pénètre dans la pupille de l'œil ou dans une lunette, comportement que les scientifiques ne comprendront que 200 ans plus tard.



Les tailles relatives sont celles calculées par Tycho Brahe

BIBLIOGRAPHIE

C. M. Graney, *Stars as the armies of God : Lansbergen's incorporation of Tycho Brahe's star-size argument into the Copernican theory*, *Journal of the History of Astronomy*, vol. 44, pp. 165-172, 2013.

C. M. Graney, *The telescope against Copernicus : Star observations by Riccioli supporting a geocentric universe*, *Journal of History of Astronomy*, vol. 41, pp. 453-467, 2010.

A.-M. Lombardi, *Kepler*, Belin-Pour la Science, 2003.

E. Bellone, *Galilée*, Belin-Pour la Science, 2003.

Si le système copernicien a tardé à être accepté, c'est donc à cause du manque de preuves scientifiques solides confirmant les ordres de grandeur stellaires et cosmiques qu'il implique. Personne n'enregistra de façon convaincante la parallaxe stellaire annuelle avant Friedrich Bessel en 1838. À peu près à ce moment, George Airy donna la première explication théorique de la taille apparente des étoiles et Ferdinand Reich détecta pour la première fois la déviation des corps qui tombent due à la rotation de la Terre, en attendant la spectaculaire expérience du pendule de Foucault en 1851. La physique d'Isaac Newton avait alors depuis longtemps expliqué comment la Terre se meut.

Mais aux époques de Galilée et de Riccioli, ceux qui s'opposaient à Copernic avaient pour eux des arguments scientifiques respectables, cohérents et fondés sur l'observation. Si la science leur a donné tort, ils n'étaient pas de mauvais scientifiques pour autant. La réfutation rigoureuse des arguments solides des autres était et reste une partie du défi et du plaisir de faire de la science. ■