

du moment. Ce sont les données de Brahe sur Mars que Johannes Kepler, un de ses assistants, utilisera plus tard pour découvrir la nature elliptique du mouvement des planètes.

Brahe a été impressionné par l'élégance du système copernicien, mais certains aspects le gênent. Notamment, il manque au modèle de Copernic une explication physique du mouvement de la Terre (l'explication ne viendra qu'un bon siècle plus tard, avec la physique newtonienne). D'un diamètre estimé à plusieurs milliers de kilomètres, cette boule de roches et de terre doit avoir une masse énorme. Qu'est-ce qui pourrait faire tourner un tel corps autour du Soleil, alors qu'il est déjà difficile de tirer un chariot chargé ?

En revanche, le mouvement des corps célestes tels que les étoiles et les planètes est facile à expliquer : depuis l'époque d'Aristote, les astronomes postulent que les astres sont constitués d'une substance spéciale dite éthérée, qui n'existe pas sur Terre. Cette substance tend à adopter un mouvement circulaire rapide, de la même façon que le chariot a tendance à s'arrêter si on ne le tire pas énergiquement. Selon Brahe, le système copernicien « évite savamment et entièrement tout ce qu'il y avait de superflu ou de discordant dans le système de Ptolémée. [...] Mais il attribue à la Terre, à ce corps grossier, paresseux, inhabile au mouvement, un mouvement tout aussi rapide qu'à ces flambeaux éthérés » (*Opera omnia*, vol. 4).

Un autre aspect dérange Brahe dans le système copernicien : la taille des étoiles. Ptolémée a dit que la sphère des étoiles est « incommensurablement grande » parce qu'on ne détecte aucune parallaxe diurne, c'est-à-dire aucune modification notable de la position apparente des étoiles lorsque, au fil de la nuit, l'angle et la distance d'observation changent avec la course des étoiles dans le ciel. Le diamètre de la Terre est donc négligeable comparé aux distances stellaires : la Terre est « comme un point », écrivait Ptolémée.

Mais Copernic sait qu'on ne détecte même pas de parallaxe annuelle, c'est-à-dire un changement des positions relatives apparentes des étoiles dû au déplacement de la Terre sur son orbite. Or si la Terre tourne autour du Soleil, l'absence de parallaxe annuelle implique que le diamètre de son

LES AUTEURS

Dennis DANIELSON
est professeur d'anglais
à l'Université de Colombie-
Britannique, au Canada.

Christopher GRANEY
est professeur de physique
et d'astronomie au *Jefferson*
Community and Technical
College de Louisville,
dans le Kentucky (États-Unis).

orbite est lui-même insignifiant, « comme un point » comparé aux distances stellaires. La taille de l'Univers devient alors un nouvel « incommensurablement grand », d'échelle difficile à concevoir.

Cette conséquence concerne aussi la taille des étoiles. Quand on regarde le ciel nocturne, chaque étoile semble avoir une certaine largeur angulaire, qui a été mesurée par Ptolémée comme par Brahe. On sait aujourd'hui que les étoiles lointaines sont des sources ponctuelles de lumière, et que ces largeurs apparentes sont un artefact lié

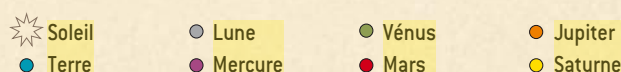


COPERNIC, vu par l'artiste Kirk Caldwell.

Toutes les illustrations sont de Kirk Caldwell

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.