



1543 : Des révolutions des orbes célestes

Yaël Nazé (FNRS-ULg)

Le langage courant a intégré l'expression « révolution copernicienne », qui est même aujourd'hui utilisée dans les cénacles politiques. Son origine est liée à un livre, un ouvrage très connu mais rarement lu : *De revolutionibus orbium coelestium* écrit par Nicolas Copernic et édité en 1543. Une traduction française, augmentée de commentaires, a été éditée récemment (3 volumes, 2015) par la maison d'édition française « Les Belles Lettres » : c'est l'occasion de se replonger dans ce célèbre classique.

L'auteur

Pour un homme dont on utilise si souvent le nom, bien peu de choses sont connues ! On ne possède pas ses archives personnelles, juste un minimum de correspondance (une poignée de lettres envoyées ou reçues), et la seule biographie écrite de son vivant par quelqu'un l'ayant directement connu (Rheticus) est perdue. Néanmoins, il semble clair que Nicolas Copernic est né le 19 février 1473 à Torun et mort le 24 mai 1543 à Frombork. Bien que ces villes soient situées en Pologne actuelle, Copernic ne parle pas la langue locale – il vient d'une famille germanophone aisée. Son oncle, ecclésiastique, subvient aux besoins

Conversation avec Dieu, Jan Matejko (1873)

de la famille quand le père meurt en 1483. Il pousse le petit Nicolas à faire des études : ce sera d'abord l'université de Cracovie (qu'il rejoint en 1491 et quitte sans diplôme quelques années plus tard), puis l'université de Bologne (1496-1500) et enfin, de 1501 à 1503, les universités de Padoue (pour étudier la médecine) et de Ferrare (où il obtient un diplôme de docteur en droit canon).

Devenu chanoine de Warmie en 1495, il est finalement assigné à Frombork peu après son retour d'Italie. Il reste simple chanoine : contrairement à ce que pensait Galilée, notamment, il se contente des ordres mineurs et ne sera jamais prêtre – une déception pour son oncle qui le voyait déjà évêque ! Durant la seconde moitié de sa vie, Copernic fait de l'astronomie, mais pas seulement : il s'occupe également d'administration, de médecine, de politique monétaire, de cartographie, et même de réforme calendaire !

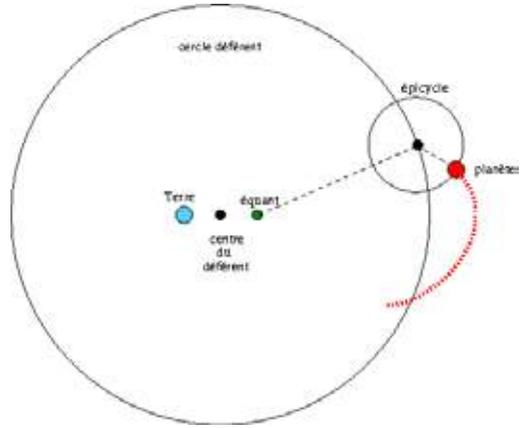
Les prémisses

S'il fait quelques observations astronomiques assez standards, c'est bien évidemment dans ses théories que l'originalité de Copernic se marque. Il semblerait que sa conversion à

l'héliocentrisme date du début des années 1510. À cette époque commencent à circuler quelques copies d'un *Commentariolus* qui expose déjà les principes du futur chef-d'œuvre.

Cet ouvrage commence par relever les problèmes des modèles géocentriques de Ptolémée, soulignant que la solution trouvée (l'équante) ne respecte pas le prescrit aristotélicien¹. Son auteur cherche ensuite une combinaison « plus rationnelle » de cercles, et énonce sept postulats : il n'existe pas de centre unique des orbes célestes ; le centre du monde n'est pas le centre de la Terre, qui est juste la référence pour l'orbe lunaire et les corps *graves* (lourds) ; le centre du monde est voisin du Soleil ; la distance Soleil-étoiles est très grande ; le mouvement du firmament est apparent, et dû au mouvement de la Terre ; le mouvement du Soleil est d'origine similaire, de même que le mouvement rétrograde des planètes. Un dernier ajout termine l'exposé : la Terre présente trois mouvements différents, la rotation sur elle-même, la révolution (autour du Soleil), et le mouvement « d'inclinaison » (qui rend compte de la précession des équinoxes). Cet écrit démontre que son système cosmologique était déjà bien clair dans l'esprit de Copernic trente ans avant la publication du *De Revolutionibus*.

¹ Si l'on considère que les planètes parcourent de simples cercles centrés sur la Terre, on ne peut expliquer les observations, en particulier les mouvements rétrogrades (des demi-tours planétaires) et les changements de brillance. Pour résoudre ces problèmes, les philosophes grecs aristotéliciens imaginent combiner les mouvements circulaires : la planète se déplace sur un cercle appelé épicycle, dont le centre se déplace sur un autre cercle, appelé déférent. Toutefois, pour « coller » aux observations, Ptolémée ajoute l'équante : les mouvements circulaires ne sont pas uniformes autour du centre du cercle, ni autour de la Terre excentrée, mais autour du point équante, symétrique de la Terre par rapport au centre du cercle ! Une subtilité géométrique qui permet d'obtenir une solution plus correcte, mais qui viole les principes d'Aristote : la Terre n'est pas au centre du système, et les mouvements circulaires ne sont pas parfaits (c'est-à-dire référencés par rapport au centre des cercles).



Dans le modèle de Ptolémée, les planètes tournent sur un épicycle dont le centre parcourt un autre cercle appelé déférent. Ce dernier n'est pas centré sur la Terre et le mouvement du centre de l'épicycle est supposé uniforme par rapport au point équante, symétrique de la Terre par rapport au centre du déférent.

L'auteur de ce *Commentariolus* est officiellement anonyme (même si son identité semble un secret de polichinelle) et l'écrit est clairement destiné à rester dans un cercle d'amis, probablement par prudence. Cette diffusion restreinte n'empêche pas que les théories en question soient présentées devant le pape Clément VII en 1533. Selon de nombreux historiens, il semblerait que la bonne réception papale ait incité le chanoine polonais à se lancer dans un ouvrage détaillé (et ce serait aussi pour cela que l'ouvrage final est dédié au pape).

Entre-temps, le jeune savant Rheticus a rejoint Copernic et il fait largement circuler en 1540 un *Narratio Prima* où il expose les idées coperniciennes. Ce résumé annonce également la publication imminente d'un ouvrage plus important. Ce succès d'édition (deux impressions en un an !) augmente l'attente envers l'ouvrage copernicien mais ce dernier n'est finalement terminé qu'en 1542. L'impression commence immédiatement, pour se terminer en mars 1543, alors que la santé de Copernic décline déjà.

L'ouvrage

Copernic envisage « modestement » son ouvrage comme un nouvel *Almageste*, le célèbre chef-d'œuvre de Ptolémée. Pour le souligner, il utilise une structure similaire, commençant par une section cosmologique établissant son nouveau modèle (livre I).

Il y montre que les mouvements observés pour des astres peuvent être expliqués par différents modèles (Terre immobile et Terre en mouvement). Il explique aussi qu'un modèle où la Terre bouge permet de simplifier fortement les choses : plus besoin de faire tourner chaque planète et la « sphère des fixes » en 24 heures – tous ces mouvements sont « pris en charge » par la Terre, éliminant donc de nombreuses sphères célestes. Copernic réfute également les arguments avancés contre un mouvement terrestre. Ainsi, il assure qu'il est plus difficile de mouvoir à grande vitesse quelque chose de grand et massif, comme la sphère des fixes, que de faire bouger à plus faible vitesse une petite sphère comme la Terre. Il se demande d'ailleurs s'il est vraiment plus logique, philosophiquement parlant, de faire tourner le contenant (le ciel) que le contenu (la Terre). Contre la « preuve » classique des projectiles lancés en l'air qui retombent au même endroit (et non plus loin si le sol bougeait), Copernic avance le fait que l'air proche de la Terre pourrait tout simplement être entraîné avec elle : le projectile lancé verticalement participerait lui aussi à la danse, et pourrait donc retomber là d'où il est parti alors que la Terre tourne. De plus, il montre que les géocentristes utilisent la même idée pour expliquer les promenades cométaires, qui combinent un mouvement propre à une rotation diurne classique. En effet, pour intégrer ce dernier point, les modèles géocentriques supposent que les comètes sont entraînées par l'« éther » baignant le système. La similarité, voilà un argument habile : si l'éther entraîne les comètes dans son mouvement, pourquoi la Terre ne pourrait pas entraîner l'air ? – les géocentristes ne peuvent en effet pas reprocher à Copernic d'utiliser un phénomène qu'ils appliquent eux aussi ! Un autre argument intéressant concerne la question de « place

naturelle » : chez Aristote, la Terre doit être au centre du monde pour pouvoir expliquer les mouvements observés (un caillou coule, un objet lourd lancé en l'air retombe – s'il y avait plusieurs centres, vers lequel se diriger ?) ; Copernic avance, au contraire, qu'une observation locale, faite sur Terre, ne peut pas nécessairement être généralisée à l'ensemble du monde. Que les pierres proches de la Terre soient attirées par elle, soit, mais cela n'implique pas forcément que cette attraction s'applique à tous les corps, quelle que soit leur distance à la Terre : plusieurs « centres » pourraient donc être possibles, chacun attirant les corps qui leur sont proches.

Après avoir fait tourner la Terre sur elle-même, il s'attaque ensuite à son mouvement autour du Soleil, qu'il place près du centre du Système. Il indique aussi l'ordre des planètes et montre que son modèle permet d'expliquer naturellement diverses observations. En effet, tout se tient : plus une planète est lointaine, plus sa période est longue, plus ses rétrogradations et ses changements de luminosité sont faibles. De plus, le fait que Vénus et Mercure restent proches du Soleil s'explique naturellement par la position de la Terre, troisième planète. Toutes ces observations posaient beaucoup de problèmes aux modèles géocentriques, qui durent se compliquer fortement pour coller aux observations ; de plus, les auteurs anciens ne s'accordaient pas sur l'ordre des planètes, qui ne découlait naturellement d'aucune observation (on ne pouvait lier distance à la Terre et période observée, par exemple). Toutefois, pour expliquer l'absence de parallaxe, Copernic est obligé d'ajouter une hypothèse forte : les étoiles doivent se trouver très loin. Il existe d'ailleurs aussi des vides importants entre planètes. Ce sont là deux idées radicales et innovantes, qui rompent clairement les liens avec le cosmos compact de l'Antiquité. De plus, pour expliquer le fait que la Terre garde son axe dans la même direction tout au long de sa révolution autour du Soleil, il se dit qu'il faut ajouter un troisième mouvement, qui lui permet aussi d'expliquer la précession.

Copernic note cependant aussi une raison philosophique pour le placement central

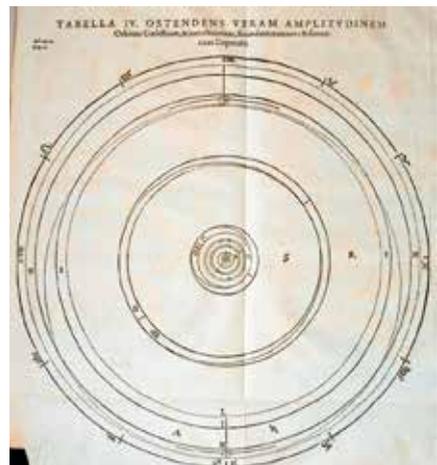
du Soleil : son caractère proche du divin – « *Quant au Soleil, il repose au milieu de tous. En effet, dans ce temple suprêmement beau qu'est le monde, qui choisirait de poser le luminaire dans un lieu autre ou meilleur que celui d'où il peut illuminer le tout simultanément? Et ce n'est pas à tort que certains le nomment « lampe du monde », d'autres « intelligence du monde », d'autres encore « gouverneur du monde », Hermès Trismégiste l'appelle un « dieu visible », et Électre, chez Sophocle, « celui qui voit tout ». C'est ainsi, assurément, que le Soleil, assis comme sur un trône royal, gouverne la famille des astres qui tournent autour de lui.* »

La seconde partie de la *De Revolutionibus* s'attache à l'astronomie, c'est-à-dire au calcul pratique des éphémérides célestes dans ce nouveau système : le livre II discute d'astronomie sphérique et présente un catalogue stellaire (simple recopiage de celui de Ptolémée, après correction de la précession), le livre III présente les variations lentes, attribuant à la Terre les mouvements habituellement donnés à la sphère des fixes, le livre IV s'attache à la Lune, alors que les livres V et VI exposent les mouvements planétaires en longitude et latitude. Copernic s'avère ici bien plus suc-

cinct que Ptolémée, et il dépend souvent sur ces sujets de son prédécesseur, apportant peu d'innovations.

Au final, si l'on tente de faire un bilan objectif, il est mitigé. Au niveau des points forts, il faut souligner bien sûr la simplification de la cosmologie, avec un ordre logique pour les planètes (liant distance et période), et un modèle lunaire bien meilleur que celui de Ptolémée (ce dernier prédisait un changement de diamètre lunaire trop important). Mais il faut aussi avouer que Copernic ne fait pas mieux que Ptolémée sur de nombreux points. Ainsi, il n'élimine pas les épicycles : toutes les planètes possèdent un épicycle, et la Lune

Le modèle héliocentrique, dans l'ouvrage de Copernic (gauche) et dans le *Mysterium Cosmographicum* de Kepler (droite). La figure de Kepler est en fait bien plus proche du modèle décrit par Copernic que celle du *De Revolutionibus* : la sphère des étoiles fixes est grande et il y a beaucoup d'espace entre les planètes. À ce niveau, la figure de Copernic semble contredire le texte la décrivant, en étant étrangement proche du modèle aristo-ptoléméen, très compact et sans « vide » (la distance maximale d'une planète correspond à la distance minimale de la planète suivante). À noter cependant, dans les deux cas : la disparition de l'empyrée, partie du ciel censée accueillir le(s) dieu(x).



en possède même deux. La simplification connaît donc des limites, et les auteurs de la nouvelle traduction française reconnaissent, démonstration à l'appui, qu'il n'y a pas de progrès qualitatif par rapport à Ptolémée à ce niveau. De plus, le centre du système n'est pas véritablement le Soleil, corps physique, mais un point théorique, le « Soleil moyen », que d'aucuns rapprochent de l'équateur ptoléméen ! Pire : pour expliquer les mouvements en latitude des planètes, Copernic reprend les mécanismes ptoléméens, ce qui conduit à avoir les plans des orbites planétaires qui passent par... le Soleil moyen et non le Soleil vrai, tandis que la variation de leur inclinaison est liée... à la Terre ! En quelque sorte, la cosmologie copernicienne n'est pas véritablement, totalement *héliocentrique*. Enfin, pour déterminer les paramètres des modèles mathématiques, il faut des observations. Ici, Copernic n'apporte que peu d'observations personnelles, mais surtout il ne remet jamais en doute les observations anciennes, et ne discute pas leur précision. Parfois, cela permet d'améliorer la précision des modèles, grâce à l'établissement d'une moyenne précise. À d'autres moments, par contre, cela le conduit à la faute : Copernic élabore ainsi des modèles complexes pour le troisième mouvement de la Terre, pour expliquer des variations d'obliquité... qui n'existent pas !

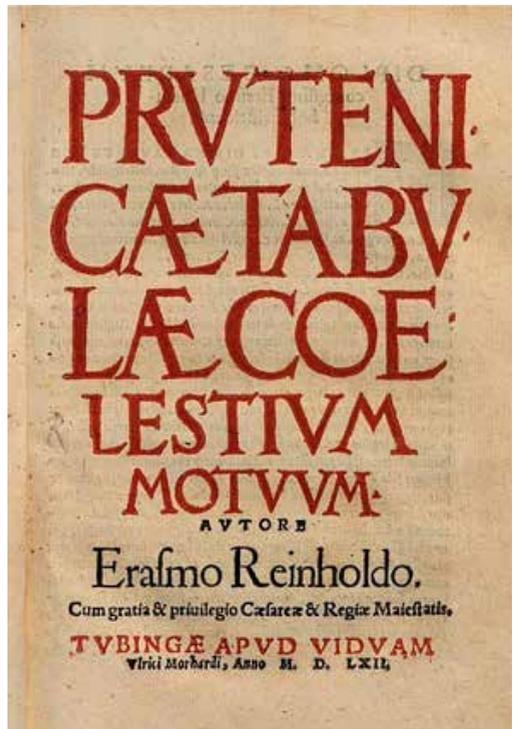
L'accueil

Attendu depuis tant d'années, l'ouvrage de Copernic ne pouvait que faire sensation... mais cela ne veut pas dire qu'il fit l'unanimité ! Il faut ici séparer deux aspects, l'un pratique et l'autre philosophique.

Côté pratique, la simplification du système facilite certains calculs, et de nombreux savants vont donc utiliser l'hypothèse héliocentrique juste comme convention de calcul. Cet aspect aura beaucoup de succès, surtout après 1551. C'est cette année-là qu'Erasmus Reinhold sort les premières tables astronomiques basées sur les modèles coperniciens, les

fameuses *tables pruténiques*. Celles-ci ne reprennent pas simplement les valeurs de Ptolémée mais utilisent les quelques observations nouvelles de Copernic, ce qui permet de recalculer les modèles sur le ciel réel de l'époque considérée, améliorant forcément les résultats. Il faut aussi préciser que l'ouvrage de Reinhold comble certaines lacunes du *De Revolutionibus*, avec l'ajout de détails et des développements plus complets. Toutefois, ces tables ne sont pas parfaites et systématiquement meilleures, les tables basées sur les modèles ptoléméens s'avérant préférables pour certaines choses (éclipses de Lune, position des planètes inférieures). En effet, il ne s'agit pas seulement d'avoir la forme correcte d'une équation, tirée d'un modèle, encore faut-il les bons paramètres de celle-ci. Pour les obtenir, des observations sont nécessaires, des obser-

Frontispice des tables pruténiques de Reinhold (1551).



vations répétées et précises. C'est dans cette aventure que se lancera Tycho Brahe, et cela conduira à la révolution képlérienne. Avant qu'on n'y arrive, les deux possibilités – tables ptoléméennes et tables coperniciennes – vont coexister durant des années.

Côté philosophique, les choses sont claires, ça coïncide : la cosmologie héliocentrique est rejetée partout en Occident comme contraire à la Bible. Dans le monde protestant, il faut cependant noter deux choses : tout d'abord, le compromis géo-héliocentrique² de Tycho Brahe n'aura guère de succès, et d'autre part, l'absence d'autorité centrale empêchera toute interdiction formelle de la doctrine héliocentrique. Dans le monde catholique, la situation est bien différente, par contre. Malgré la dédicace au pape, il flotte comme un air de souffre au-dessus du *De Revolutionibus*. Tout d'abord, l'ouvrage a été publié à Nuremberg, par un luthérien. De plus, il commence par une préface où Copernic attaque les théologiens « ignorants en mathématiques » qui « détournent » des passages de l'Écriture, un jugement qui ne sera guère apprécié de ces doctes (et surtout puissantes) personnes. Il n'y a finalement que quelques hommes d'église qui défendent publiquement l'héliocentrisme : Diego de Zuñiga, Benedetto Giustiniani, Paolo Antonio Foscarini, Giordano Bruno, Tiedemann Giese, Nicolas Schönberg...

Dans les décennies qui suivent la publication, les opinions s'expriment, y compris celles soutenant Copernic, et il n'y a aucun rejet officiel par Rome. Le silence papal prendra cependant fin suite au retentissement des livres de Galilée et Foscarini au début du 17^e siècle. Le 25 février 1616, le pape Paul V et

les cardinaux inquisiteurs déclarent l'héliocentrisme contraire à l'écriture – mais ils évitent de le déclarer hérétique. Le 5 mars 1616, l'index indique l'interdiction de l'ouvrage de Foscarini et de tous les livres enseignant l'héliocentrisme, ainsi que la suspension des écrits de Copernic et Zuñiga – en attente de leur « correction ». Celle-ci consistera à déclarer la cosmologie hypothétique – un simple artifice de calcul : une fois cette correction appliquée, les deux livres pourront circuler sans problème. L'interdiction générique des livres héliocentriques sera levée dans l'index de 1758, l'interdiction d'impression et publication devra attendre 1822, et Copernic, Zuñiga, Foscarini, Kepler et Galilée seront, eux, nommément retirés de l'index en 1835.

Origines : la question qui fâche

Comment Copernic en est-il donc arrivé à mettre le Soleil au centre du système ? Il n'a pas laissé de longue confession sur le sujet, juste quelques indications. Cela n'a pas empêché de débattre de la question, les savants se séparant en deux camps. D'un côté, ceux qui voient en Copernic un diamant dans le désert, un génie extraordinaire d'une originalité sans bornes, qui n'a été influencé par rien ni personne : le héros scientifique dans toute sa splendeur. C'est la thèse clairement défendue par les auteurs de la nouvelle traduction française. De l'autre, tout aussi caricatural, il y a ceux qui voient en Copernic un simple copieur, sans aucune originalité sinon celle d'avoir réussi un gros succès d'édition. Au mieux, on le considère comme un suiveur, qui a su terminer le chemin débroussaillé par d'autres avant lui. Comme souvent, la vérité se trouve probablement entre les deux positions extrêmes. Examinons donc calmement la question des sources.

Déloger la Terre du centre du monde n'est pas une idée neuve. Parmi les Anciens, les Pythagoriciens l'avaient fait : à ce niveau, le modèle de Philolaos est bien connu, mais il faut noter que le Soleil n'est pas le « feu central » de cet univers-là. Il y a aussi le cas d'Aristarque, qui place bien le Soleil au centre

² Dans ce compromis, les planètes tournent autour du Soleil qui lui-même tourne autour de la Terre : au niveau cinématique, ce modèle ne peut être distingué de l'héliocentrisme pur. Rappelons que les preuves que la Terre bouge effectivement ne seront apportées que très récemment : rotation au 19^e siècle (trajectoires de chute dans les puits de mines en 1800-2 en Allemagne, pendule de Foucault en 1851), révolution en 1725 (découverte de l'aberration par Bradley) et en 1838 (premières mesures de parallaxe par Bessel sur 61 Cyg). Avant ces dates, le modèle de Tycho Brahe n'était pas falsifié, juste moins cohérent « philosophiquement »...

du système, et ce pour une raison très simple (quoique différente des préoccupations de Copernic) : ses observations et ses calculs l'ont amené à découvrir que le Soleil est plus grand que la Terre, et il s'ensuit logiquement selon lui, que la Terre ne peut être au centre. Ces deux cas sont connus de Copernic. En effet, il mentionne formellement les auteurs anciens qui acceptent la révolution de la Terre : Philolaos, Hicétas, Ecfhante, et Héraclide du Pont dans le *De Revolutionibus* ; Aristarque s'y ajoute dans l'autographe, le manuscrit préliminaire du *De Revolutionibus* (mais ce ne sera pas repris dans la version finale, imprimée). Bien sûr, il s'agit d'un procédé rhétorique classique : montrer que ce que l'on propose n'est pas si innovant pour réduire la classique opposition à la nouveauté, et utiliser des auteurs illustres pour obtenir une caution en vertu du principe d'autorité. Cependant, les choses vont plus loin car Copernic assure lui-même que ces auteurs l'ont « mis sur la voie de la découverte ». Ses contemporains et successeurs immédiats feront d'ailleurs, eux aussi, le lien entre les deux, estimant que Copernic a remis en lumière une vérité oubliée.

Malgré cela, les défenseurs de la thèse du « génie isolé » persistent, quitte à se contredire ! Ainsi, on retrouve, en p. 539 du volume I (consacré aux commentaires, chapitre « la question des précurseurs ») de la récente réédition française, un étonnant paragraphe : « *En conclusion sur ce point, vouloir faire de Pythagoriciens – dont les intuitions de nature cosmologique n'ont été transmises à la postérité que de façon fragmentaire et parfois contradictoire –, mais aussi d'Aristarque de Samos – duquel Copernic n'a pas pu connaître les idées, même sous la forme succincte rapportée par Archimède –, des précurseurs de l'héliocentrisme du De Revolutionibus, n'est pas une thèse historiquement soutenable. Ce qui n'enlève rien à l'efficacité du mythe de l'ascendance pythagoricienne de sa doctrine auquel Copernic lui-même a pu croire, suivi en cela par certains de ses disciples, qui y ont parfois ajouté la dette qu'il aurait contractée envers Aristarque* ». Il faut ici remarquer deux contradictions flagrantes, minant le raisonne-

ment et rendant la conclusion invalide. Tout d'abord, les auteurs notent ici que Copernic ne connaît pas les idées d'Aristarque ; or ils mentionnent quelques pages plus tôt (p. 525), que Copernic le cite explicitement dans son autographe : comment soutenir qu'il ignore tout du Grec s'il le cite pour soutenir la thèse de la mobilité de la Terre ? En outre, si Copernic lui-même avoue une influence pythagoricienne, en quoi celle-ci serait-elle un mythe, une thèse insoutenable ? Bien sûr, cela n'implique pas que Copernic a simplement « recopié » un modèle ancien – juste que son modèle ne tombe pas du ciel (si l'on peut dire, vu le contexte).

Faire tourner la Terre sur elle-même n'est pas non plus inédit. On retrouve l'idée tant dans l'Antiquité qu'au Moyen-Âge (chez Nicolas de Cues, Jean Buridan, ou Nicole Oresme). Les raisons sont parfois clairement détaillées. Ainsi, dans son *Livre du ciel et du monde*, Nicole Oresme réfute les arguments classiques en faveur de l'immobilité terrestre. Il montre qu'on ne peut rejeter la rotation de la Terre ni sur base de l'expérience, ni sur base de la raison, ni sur base de l'autorité biblique ! Parmi ses arguments, il faut mentionner l'économie (ou rasoir d'Occam : la rotation terrestre simplifie le modèle en éliminant des sphères, ce qui est préférable), le sort possiblement distinct des parties et du tout, ainsi que l'entraînement de l'air pour expliquer les chutes d'objets – des arguments que l'on retrouve aussi chez Copernic.

Les choses vont plus loin encore : dans le *De Revolutionibus*, Copernic reconnaît sa dette envers Martianus Capella (et Vitruve). Cet auteur peu connu mentionne un modèle où Vénus et Mercure tournent autour du Soleil, même si cela contredit Aristote (pour lequel il n'y a qu'un centre de rotation dans l'Univers), parce que cela explique facilement et naturellement pourquoi ces deux astres ne s'éloignent pas du Soleil. Vu ce qu'il écrit, il semble que Copernic se soit demandé ce qui se passerait s'il appliquait la même solution aux autres planètes... ce qu'il fit avec le succès que l'on sait.

Enfin, les modèles ptoléméens (et leur équivalent) ont été longuement débattus, en particulier par les astronomes arabo-musulmans



Almagestum Novum : frontispice du « Nouvel Almageste » de Riccioli (1651) – on y voit le modèle géocentrique gisant à terre, et les deux modèles cosmologiques restant en lice : l'héliocentrique de Copernic/Kepler et le géo-héliocentrique de Brahe, que favorise Riccioli. En haut, les découvertes de l'époque : phases de Vénus et Mercure (à gauche), anneau de Saturne, lunes de Jupiter, cratères de la Lune (à droite).

médiévaux, et leurs reproches sont similaires à ceux de Copernic. Ces savants ont en outre tenté d'apporter des solutions, qui s'avèrent aussi similaires à celles de Copernic. Par exemple, le modèle lunaire d'Al-Shatir comporte deux épicycles et est identique à celui de Copernic. Par ailleurs, Al-Tusi a utilisé des combinaisons de mouvements circulaires pour obtenir un mouvement rectiligne (le célèbre « couple d'Al-Tusi ») permettant d'améliorer

les modèles planétaires, à l'instar du Polonais. À noter : le même Al-Tusi mentionne lui aussi la solution de l'air entraîné par la Terre pour expliquer les chutes d'objets, tandis que d'autres chercheurs occidentaux, comme Fracastor, sont aussi arrivés au mécanisme du couple d'Al-Tusi (indépendamment).

Bien sûr, les contextes diffèrent : Aristarque et Copernic n'ont pas les mêmes raisons de considérer un Soleil central, les arabo-musulmans travaillent dans un contexte uniquement géocentrique, Martianus Capella n'envisage pas de faire tourner d'autres planètes autour du Soleil, et Nicole Oresme fait tourner la Terre sur elle-même mais pas autour du Soleil.

Bien sûr, il est loin d'être certain que Copernic ait eu accès à ou lu en détail tous ces travaux. Il n'y a donc pas de preuve formelle qu'il reprend certaines choses. Cependant, lors de son voyage en Italie, on sait qu'il a pu connaître certaines discussions ou constructions arabes puisque ces travaux y circulaient alors. À Padoue, il a aussi pu s'imprégner des débats entre Ptoléméens et les savants Achillini et Nifo qui soutenaient l'idée de sphères homocentriques, rejetant l'équant. De plus, même s'il avait laissé une autobiographie et avait été totalement honnête (ne cachant pas ses sources, sachant que les révéler pourrait diminuer son prestige), aurait-il mentionné tous les livres lus, toutes les idées entendues, tous les débats vus, etc. ?

En résumé, il semble clair qu'il n'y a pas de précurseur de Copernic « au sens strict » : on ne retrouve pas ailleurs exactement le même modèle, dans ses moindres détails et avec les mêmes raisonnements d'appui. Par contre, il est tout aussi évident que Copernic ne travaille pas dans le vide : l'immobilité de la Terre, et même sa position centrale, ont déjà été remises en cause, de même que les trouvailles géométriques de Ptolémée. L'Histoire frémissait déjà de prémisses révolutionnaires. Accepter que Copernic ait été influencé ou inspiré, ainsi qu'il l'avoue *lui-même*, n'est donc pas une « thèse insoutenable » mais plutôt une réalité respectueuse. Son génie a été, non de naître du vide, mais de sauter le pas en menant les débats à leur conclusion logique : installer le Soleil au cœur du système planétaire.



Cité Miroir

Le livre sera présenté dans la section sciences de l'exposition qui se déroulera à la Cité Miroir du 21 avril (vernissage le 20 avril) au 20 juillet. Le titre de l'exposition est *Empreintes - Patrimoine écrit témoin de l'Histoire*. L'exposition montrera à travers huit grands thèmes comment l'écrit a servi à

construire notre histoire et façonné nos identités culturelles. Une centaine de documents, dont la plupart sont issus des bibliothèques de l'ULiège, illustreront les différentes thématiques depuis l'Antiquité jusqu'au xx^e siècle.

Le prix de l'exposition est de 7 euros.