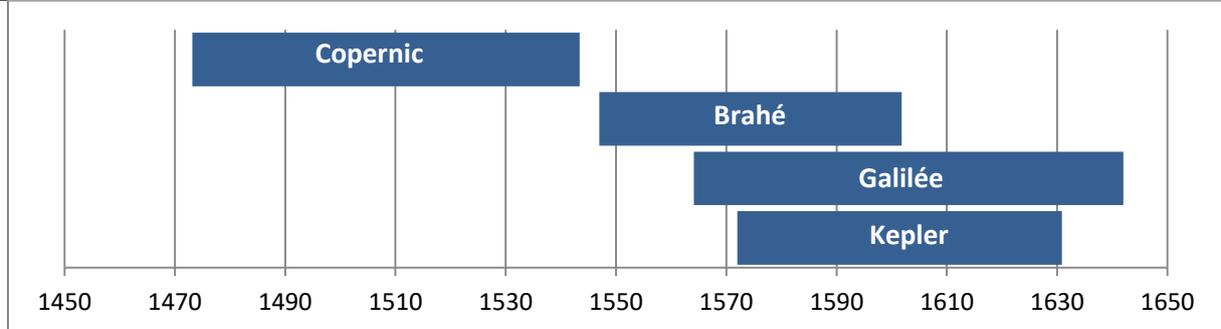


Note sur l'héliocentrisme

Les quatre contributeurs essentiels ont été Copernic, Tycho Brahé, Galilée et Kepler, dans l'ordre de leurs dates de naissance.

Copernic occupe une place à part car il a vécu avant les trois autres.
C'est donc lui le précurseur.



Copernic était polonais et il étudia en Italie, Brahé était danois avant de s'exiler à Prague, Galilée était italien et Kepler autrichien mais aussi Pragois en même temps que Tycho Brahé.

Mais revenons un peu en arrière.

Depuis que l'homme observe le ciel, il constate, comme une évidence, que le Soleil tourne autour de la Terre en une journée.

La nuit, les étoiles tournent autour de la Terre au même rythme que le soleil (photo ci-contre).

La Lune tourne également autour de la Terre mais un peu moins vite que le Soleil et les étoiles.

Au milieu de ce bel ordonnancement, quelques astres tournent également autour de la Terre, mais se déplacent par rapport aux étoiles avec des trajectoires présentant quelques bizarreries, en particulier des marche-arrières surprenantes étalées sur plusieurs mois.



Photo à longue pose réalisée au clair de Lune



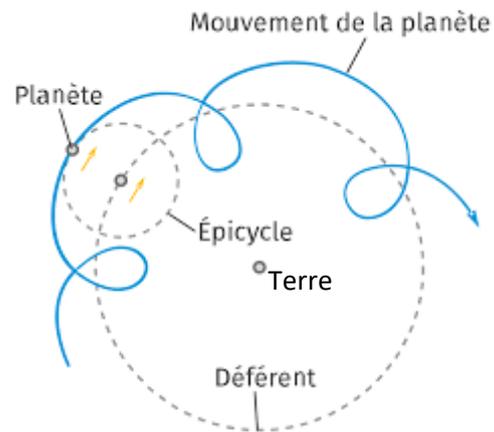
Ci-dessus Mars

Ci-contre Mercure

Ces astres ont été baptisés « planètes » par les Grecs (πλανήτης), ce qui veut dire « errant ».

Dans le système géocentrique de Ptolémée (368 av JC - av JC 283), ces trajectoires étranges étaient expliquées en introduisant des épicycles : une planète tourne autour d'un point qui tourne lui-même autour de la Terre.

La sphère étant la figure « parfaite » selon les Grecs, tout le monde était content puisque les étoiles tournaient sur la « sphère des fixes » (l'ensemble des étoiles) et la description des autres mouvements se faisait à l'aide de cercles qui sont des sections de sphères.



Cependant, ce qui était évident pour tous ne l'était pas pour certains esprits « éclairés ».

Copernic (1473-1543) fut un de ceux-ci. Après une solide formation en théologie, médecine et mathématiques en Pologne (Cracovie), il part en Italie en 1497 (Bologne) afin de poursuivre ses études en médecine et théologie. Il a 24 ans. C'est là qu'il devient l'assistant de l'astronome Domenico Mariade Novara (1454-1504). Après un passage à Rome en 1500, sa formation universitaire s'achève en 1503, à Padoue et Ferrare où, à 30 ans, il obtient le titre de docteur en droit canon.

Il retourne alors en Pologne. Chanoine de la cathédrale de Frombrog (au bord de la Baltique, pas très loin de Gdansk), il fait aménager un observatoire sur une tour de la ville. Observatoire relativement sommaire puisque la lunette astronomique ne sera inventée qu'un siècle plus tard, vers 1610. L'astronomie consiste alors à mesurer des angles et des durées avec des instruments plus ou moins précis.

Au début des années 1510, il prend conscience des failles de la théorie géocentrique enseignée depuis Ptolémée. De 1512 à 1514, il écrit un court traité manuscrit dont il réalise quelques copies. Ce document est nommé aujourd'hui le *Commentariolus*. Il constitue la première trace concrète des idées héliocentriques de Copernic. A cause de la faible diffusion du document, la théorie de Copernic ne se répand que très lentement en Europe.

Rhéticus (1514-1576), un astronome et mathématicien peu connu (sauf pour son soutien à Copernic) défend la théorie héliocentrique et en devient le vulgarisateur. Il pousse Copernic à publier un ouvrage plus conséquent. Vers 1541, il semble que des premières copies de *De revolutionibus orbium coelestium* commencent à circuler. La publication définitive intervient en 1543. La légende dit que Copernic en a reçu un exemplaire sur son lit de mort. Il s'éteint le 24 mai 1543, à l'âge de 70 ans.

On sait que les autorités religieuses ne voient pas l'héliocentrisme d'un bon œil. Dès 1539, Luther condamne cette description du mouvement des astres. Copernic est catholique et une dédicace de l'ouvrage destiné au Pape explique qu'il ne fait que révéler l'œuvre divine. Pas de réaction hostile sur le moment. Mais, 40 ans plus tard, le prêtre Giordano Bruno, adepte de l'héliocentrisme, est jugé en 1592 et brûlé vif en 1600 ! En 1616, réaction tardive du pape : soixante-treize ans après la première publication, *De revolutionibus* est mis à l'*Index*.

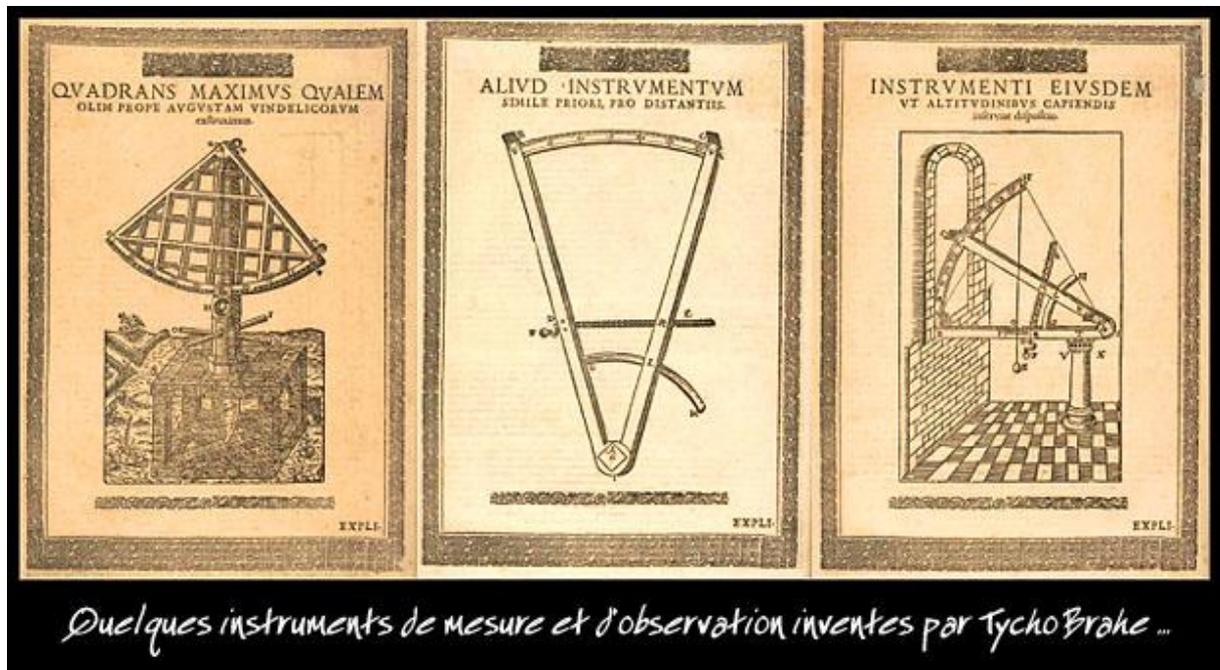
D'un point de vue purement scientifique, la production de Copernic n'est pas exempte de tout reproche. Elle s'appuie en effet sur un nombre réduit d'observations. Par ailleurs, les orbites circulaires de toutes les planètes autour du soleil constituent des approximations, tout comme l'orbite circulaire de la Lune autour de la Terre. Les forces justifiant ces mouvements sont encore

totallement inconnues. Le seul mérite de l'héliocentrisme est sa simplicité par rapport au système de Ptolémée.

Tycho Brahé, Galilée et Kepler, les trois autres personnages évoqués dans cette affaire, ont tous les trois vécu à peu près à la même époque. Kepler a été « employé » par Tycho Brahé, de 25 ans son aîné. Il a également correspondu avec Galilée.

Je me contente dans cette note de résumer l'apport de chacun d'eux. Les détails de la vie et l'œuvre de ces personnages sont complexes et passionnants, mais ça nous entrainerait trop loin. Une littérature abondante permet d'en savoir beaucoup plus. Demandez à votre moteur de recherche préféré.

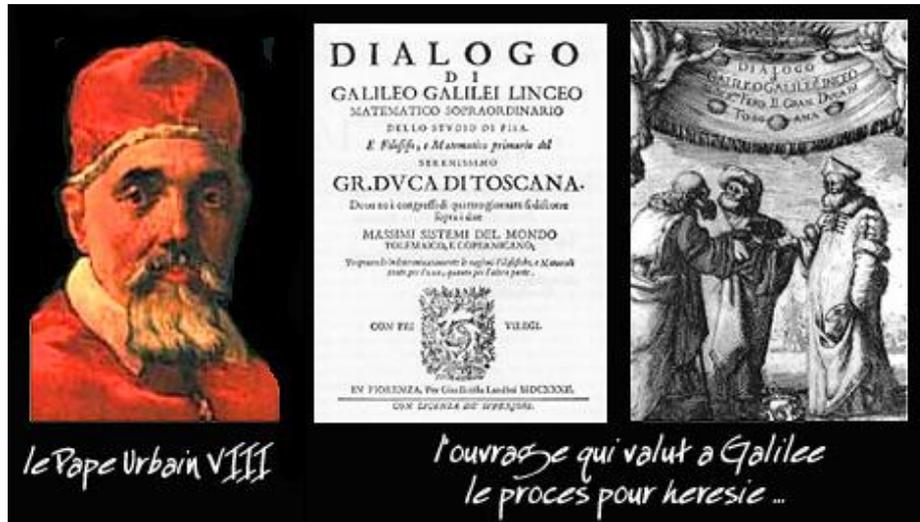
Tycho Brahé (1546-1601) a surtout été un excellent observateur. Comme Copernic, il n'a jamais utilisé de lunette astronomique puisqu'il est mort en 1601, une dizaine d'années avant l'invention de cet instrument. Mais il a considérablement amélioré les instruments de mesure d'angle utilisés à l'époque. Il a réalisé, entre autres, un quadrant de 2m30 de rayon.



Il a connu la théorie de Copernic mais ne partageait pas totalement ses idées. Il est l'auteur d'un système mixte, géo-héliocentrique, dans lequel la Lune et le Soleil tournent autour de la Terre, mais les planètes tournent autour du Soleil. Tycho Brahé quitte le Danemark. Il s'installe à Prague en 1599. C'est là qu'il rencontre et emploie le jeune Kepler âgé alors de 28 ans. Comme on le verra ci-dessous, ce sont les mesures de Tycho Brahé (qu'il ne révélait pas facilement) qui ont permis à Kepler d'énoncer les trois lois portant son nom.

Galilée (1564-1642) avait déjà 56 ans quand il fabriqua lui-même ses premières lunettes astronomiques. Il n'en est pas l'inventeur qui est d'ailleurs inconnu. Ses observations des montagnes de la Lune, des phases de Vénus, des anneaux de Saturne et, surtout, des satellites de Jupiter montrent que le système de Ptolémée basé sur la perfection géométrique de la sphère est caduc. Il connaît les travaux de Copernic et correspond avec Kepler entre 1597 et 1611. Mais l'héliocentrisme est fortement combattu par l'Église et il faut rester prudent. En 1616, l'ouvrage fondateur de Copernic est mis à l'index et Galilée reste silencieux pendant plusieurs années. Il faut attendre 1632 et l'autorisation du nouveau pape Urbain VIII pour voir la parution de « *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* » qui, comme son titre l'indique, est une comparaison entre le géocentrisme et

l'héliocentrisme. Mais Galilée est accusé de ne pas avoir respecté les termes du « contrat » avec le pape. A l'âge de 70 ans, il doit abjurer les thèses héliocentristes. Il termine quand même par son célèbre « E pur si muove ! » : « Et pourtant elle tourne ». Son apport dans le domaine de la physique, en particulier sur la chute des corps et les référentiels, est nettement plus important que dans celui de l'héliocentrisme où Copernic avait déjà fait le plus gros du travail.



Kepler (1571-1630) fait des études de théologie (protestante) mais apprend aussi les mathématiques et la physique. Bien que la doctrine officielle du mouvement des astres soit celle du géocentrisme de Ptolémée, il est initié vers 1592 au système héliocentrique de Copernic et en devient un fervent partisan.

En 1600, pendant la contre-réforme, il refuse de se convertir au catholicisme et se réfugie à Prague où il devient l'assistant de Tycho Brahé. Collaboration orageuse et de courte durée puisque ce dernier décède en 1601. Du point de vue psychologique, Kepler est un être complexe et torturé, très mystique, ce qui n'est pas compatible, a priori, avec un comportement rationnel. Pourtant grâce à la précision des mesures de Tycho Brahé, il établit les tables Rudolphines (du nom de l'empereur Rodolphe II, son protecteur) qui décrivent et prédisent le mouvement des astres. Il vérifie que les planètes tournent bien autour du soleil, comme l'avait indiqué Copernic, mais pas sur une orbite circulaire, ce qui est contraire à ses convictions religieuses. En effet, même si le Créateur n'a pas mis la Terre au centre de l'Univers, il aurait « dû » les faire tourner sur des cercles, synonymes de perfection divine. Mais les orbites planétaires sont très légèrement elliptiques.



Les lois de Kepler décrivent précisément le déplacement des planètes sur les ellipses. Les deux premières sont publiées en 1609 et la troisième en 1619. Elles sont totalement empiriques puisqu'à cette époque on n'a aucune idée des forces qui gouvernent ces mouvements. Il faudra attendre 1687 et la découverte des lois de la gravitation par Newton pour accéder à une justification physique de ces phénomènes.