



Les grands noms de l'astronomie

HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE

L'astronomie, science de l'observation des astres, cherchant à expliquer leur origine, leur évolution et leurs propriétés, est considérée comme la plus ancienne des sciences. Avec plus de 6 000 ans d'histoire, les origines de l'astronomie remontent au-delà de l'Antiquité, dans les pratiques religieuses préhistoriques. Historiquement, l'astronomie consistait principalement en la classification des astres et la description des phénomènes vus dans le ciel : on parle de mécanique céleste. L'astrophysique tentait d'expliquer ces phénomènes et de les différencier à l'aide des lois physiques. De nos jours, cette distinction a presque disparu. En astronomie, les astronomes amateurs peuvent jouer un rôle actif : les plus expérimentés d'entre eux participent à la découverte d'astéroïdes et de comètes. L'astronomie et l'astrologie ont été plus ou moins mêlées pendant plusieurs siècles, mais depuis le siècle des Lumières et la redécouverte de la pensée grecque (la distinction entre la raison et la foi), l'astrologie n'est plus pratiquée par les astronomes.

LES ASTRONOMES DE L'ANTIQUITÉ GRECQUE

ANAXIMANDRE (610 - VERS 546 AV. J.-C.)
Philosophe et astronome, inventeur de la cartographie, il est l'auteur du plus antique ouvrage en prose sur l'Univers et les origines de la vie. Selon lui, l'Univers tire son origine de la séparation de la matière primordiale et forme un système de cylindres concentriques. Il explique comment se forment les quatre éléments (l'air, la terre, l'eau et le feu), la Terre et les êtres. Anaximandre aurait aussi découvert l'obliquité de l'écliptique.

EUDOXE DE CNIDE (405-355 AV. J.-C.)
Astronome, mathématicien et philosophe, disciple de Platon, il fonde une théorie de l'Univers erronée, supposant la Terre centre du monde, avec tous les astres tournant tous autour. Selon sa théorie des sphères homocentriques, le système solaire est composé de planètes sphériques, dont le Soleil, décrivant des trajectoires circulaires autour de la Terre immobile.

ARISTARQUE DE SAMOS (III^e SIÈCLE AV. J.-C.)
Astronome et mathématicien, Aristarque, dans son ouvrage intitulé *Sur les dimensions et les distances*

du Soleil et de la Lune, est le premier à tenter d'évaluer le diamètre du Soleil et de la Lune et leur distance par rapport à la Terre, en introduisant les premières notions de calcul trigonométrique. Il est le premier à imaginer que la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil, ce qui lui vaut une condamnation.

ERATOSTHÈNE (284 - 192 AV. J.-C.)
Astronome, géographe, mathématicien et philosophe, il calcule la circonférence terrestre, qu'il estime à environ 40 000 km grâce à l'observation suivante : au solstice d'été, le soleil est au zénith à Assouan puisque ses rayons pénètrent dans les puits les plus profonds, tandis qu'à Alexandrie, situé sur le même méridien, l'ombre d'un obélisque montre que les rayons solaires sont inclinés par rapport à la verticale.

HIPPARQUE DE NICÉE (II^e SIÈCLE AV. J.-C.)
C'est l'un des astronomes et mathématiciens les plus brillants de l'Antiquité. Parmi ses nombreux travaux : la détermination de la distance Terre-Lune, la mesure précise de la révolution de la Lune, l'explication et la prédiction des éclipses, la détermination de l'inclinaison de la Terre sur l'écliptique, la découverte du

phénomène de précession des équinoxes, l'établissement d'un catalogue d'étoiles, l'invention de l'**astrolabe**, et la première méthode de détermination des longitudes. Il maîtrise parfaitement les problèmes de coordonnées équatoriales et/ou écliptiques.

CLAUDIUS PTOLEMAEUS (APPELÉ PTOLEMÉE) (90 - VERS 168)
Astronome, géographe et astrologue grec, Ptolémée est l'auteur de plusieurs traités scientifiques, dont son œuvre, l'*Almageste*, qui

présente son **système géocentrique** : la Terre, fixe, est le centre du monde, autour de laquelle tournent la Lune, le Soleil et les autres planètes. Les étoiles, accrochées à la dernière sphère céleste, marquent la limite de l'Univers.

NICOLAS COPERNIC

Né en Pologne, chanoine, médecin et astronome, Copernic (1473-1543) fait ses études en mathématiques et astronomie à Cracovie, puis en Italie. En 1512, il publie un ouvrage, peu diffusé, divulguant sa conception héliocentrique de l'univers : le Soleil, fixe, est au centre de l'Univers, tandis que la Terre et les planètes tournent autour. En 1539, après 25 ans d'observations, il rédige un traité sur les mouvements planétaires, *De revolutionibus orbium coelestium*, mais ne le publie pas, craignant les réactions de l'Église. Dans cet ouvrage, Copernic tente de mettre fin au système géocentrique de Ptolémée en lui

substituant l'**héliocentrisme** préconisé par Pythagore et Aristarque. Selon Copernic donc, la Terre est animée de deux mouvements : l'un journalier sur elle-même et l'autre annuel autour du Soleil, qui rend compte du mouvement quotidien du ciel. Les autres planètes tournent aussi autour de cet astre, en des durées plus ou moins longues. Copernic résout des difficultés non expliquées par le système de Ptolémée, comme l'écart de Mercure et Vénus par rapport au Soleil qui s'explique si Mercure et Vénus tournent autour du Soleil avec un rayon orbital inférieur à celui de la Terre.



Copernic n'explique pas comment ces idées lui sont venues. On sait qu'il subit une forte influence métaphysique qui l'incite à donner au Soleil une place primordiale. En ce qui concerne le mouvement ou le repos de la Terre, il lui semble irrationnel de faire mouvoir un corps grand (la sphère des étoiles) au lieu d'un corps petit (la Terre). De plus, accepter les mouvements de la Terre rend le monde plus simple, plus logique, que dans le système de Ptolémée. Plus l'astre est loin, plus son mouvement apparent est lent ; et les étoiles, qui sont fixes, sont plus éloignées que les planètes. En 1540, le disciple de Copernic, Rheticus, publie un compte-rendu de l'ouvrage de son maître, qui obtient

un vif succès. Cela pousse alors Copernic à accepter la publication de son œuvre intégrale, en 1543, l'année de sa mort. Dès le début, les idées de Copernic sont combattues farouchement par les protestants, partisans d'une lecture littérale de la Bible. Il est inacceptable pour eux que la Terre ne soit plus le centre de l'Univers et devienne une planète comme les autres. Quant à l'Église romaine, si elle ne réagit pas immédiatement, l'ouvrage est cependant mis à l'Index en 1616 jusqu'en 1846 ! Les conséquences de cette théorie - changement profond de point de vue scientifique, philosophique et social - sont parfois baptisées Révolution copernicienne.

TYCHO BRAHÉ

Danois issu d'une famille aristocrate, **Tycho Brahé** (1546-1601) est attiré très jeune par l'astronomie. En 1572 une étoile très brillante apparaît, c'est une supernova, une étoile venant

d'exploser. Le concept d'immuabilité des cieux s'effondre. Cela donne deux idées à Brahé : celle que l'étoile nouvelle se trouve bien plus loin que les autres planètes, dans le domaine des étoiles, et celle d'établir un catalogue précis d'étoiles. Ces doutes furent confirmés en 1577, lorsque Tycho Brahé observe le passage d'une comète et analyse son mouvement. La comète se trouve au-delà de l'orbite de notre satellite, bien que jusque là les comètes aient été considérées comme des phénomènes atmosphériques. Grâce au roi du Danemark Frédéric II qui lui fait don en 1576 de l'île de Hveen, près de Copenhague, il fait construire au centre de l'île

deux **observatoires**, Uraniborg, et Stellanborg qu'il équipe des instruments les plus grands et les plus précis de l'époque. Il passe plus de 20 ans à effectuer des mesures de la position précise des planètes et des étoiles les plus brillantes. Bien que le télescope et la lunette astronomique restent à inventer, il réussit à obtenir des résultats d'une précision inégalée pour l'époque et établit un catalogue de 777 étoiles. Mais surtout, il met au point un ensemble d'observations précises du mouvement des planètes dans le ciel qui sert de base à notre

compréhension définitive des orbites planétaires. Tycho Brahé marque profondément les débuts de l'astronomie moderne par la masse et la précision de ses observations. En 1597, il quitte le Danemark et se réfugie à Prague, comme astronome de l'empereur d'Autriche Rodolphe II. Après sa mort en 1601, il lègue ses observations à Kepler.

GALILEO GALILEI

Copernicien convaincu, astronome, physicien, ingénieur, Galileo Galilei (1564-1642), dit Galilée, est né à Pise. Il est l'un des fondateurs de la mécanique moderne. En astronomie, il introduit l'usage de la lunette et commence ses observations en 1609. Il découvre les phases de Vénus. En observant la Lune, il constate que sa surface est inégale, comme celle de la Terre. Par conséquent, cette dernière, comme la Lune pourrait bien être en mouvement ! Il découvre également des satellites de Jupiter. Galilée publie ses *Sidereus nuncius* (le messager des étoiles) et tire de cette découverte des arguments contre le géocentrisme et pour l'héliocentrisme : il existe des corps célestes qui ne tournent pas autour de la Terre. La Terre n'est plus seule à posséder un satellite. La Lune est un satellite de la Terre. De plus, en défendant l'idée du mouvement de la Terre, Galilée œuvre en tant que physicien. Aristote affirmait que si la Terre tournait, un corps lancé verticalement vers le haut retomberait à l'ouest du point de départ. Galilée répute cette idée dans le *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (1632), ouvrage qui marque la naissance de la mécanique classique. Un boulet lâché du sommet du mât d'un bateau en mouvement rectiligne uniforme tombe au pied du mât, comme si le bateau était immobile. Galilée applique le même raisonnement à un corps lâché du sommet d'une tour : il tombe à long de la tour et touche terre à son pied et non pas à l'ouest. Bref, si Galilée ne peut prouver le mouvement de la Terre, il démolit l'objection présentée contre ce mouvement. Cependant l'Église catholique refuse le mouvement de la Terre et, en 1633, à l'issue d'un **procès**,



Quelques noms

Ptolémée
(90 - v. 168)

Copernic
(1473-1543)

Tycho Brahé
(1546-1601)

Galilée
(1564-1642)

Kepler
(1571-1630)

Cassini
(1625-1712)

Newton
(1642-1727)

Halley
(1656-1742)

Laplace
(1749-1827)

Hubble
(1889-1953)

Hubble



nommé ainsi en l'honneur de l'astronome Edwin Powell Hubble (1889-1953)

l'astronome est emprisonné puis mis en résidence surveillée, ses œuvres sont mises à l'index. Il doit également renier publiquement que la Terre tourne. C'est en cette occasion qu'on lui prête la phrase célèbre : « *E pur, si muove !* » (et pourtant, elle tourne !). Il conserve cependant ses convictions.

Il faut attendre 1822 pour que la publication des ouvrages favorables au mouvement de la Terre soit officiellement autorisée. Et, en 1992, le pape juge positivement les positions prises par Galilée quant à l'interprétation de la Bible, mais n'annule pas, malgré tout, sa condamnation de 1633.

JOHANNES KEPLER

Allemand, contemporain de Galilée, copernicien convaincu, virtuose mathématique et très habile dans le maniement des



modèles astronomiques.

Kepler (1571-1630) est le créateur de l'astronomie moderne. Il étudie et

confirme l'héliocentrisme avancé par Copernic. Poursuivi pour ses idées et sa religion (protestante), il se réfugie à Prague vers 1600 et étudie les observations de Tycho Brahé (il poursuit ses recherches à ses côtés, et lui succède en 1601 comme astronome de l'Empereur d'Autriche). Grâce aux observations léguées par Brahé relatives à la trajectoire de la planète Mars, Kepler découvre les célèbres lois sur le mouvement des planètes (1609-1619).

Les lois de Kepler :

1 - Les planètes décrivent des ellipses et non des cercles. Chaque planète décrit dans le sens direct une ellipse dont le Soleil occupe un des foyers.

2 - La loi des aires : le mouvement de la Terre n'est pas parfaitement uniforme, il est d'autant plus rapide que la Terre est proche du Soleil. Kepler croit que la planète est poussée par une force magnétique émanant du Soleil et que l'intensité de cette force est inversement proportionnelle à la distance planète-Soleil. Il arrive à la conclusion théorique que la vitesse de la planète est inversement proportionnelle à la distance Soleil-planète.

3 - Les carrés des temps des révolutions sidérales des planètes sont proportionnels aux cubes des grands axes de leurs orbites.

Dans les dernières années de sa vie, Kepler se consacre à l'élaboration de tables précises de positions des planètes. Les *Tables Rudolphines* seront publiées en 1627 et permettront de prévoir un passage de Mercure devant le Soleil ainsi qu'un transit de Vénus en 1631. Il faudra près d'un demi-siècle pour que les astronomes s'intéressent

vraiment aux ellipses de Kepler. Elles ne seront vraiment acceptées qu'après la confirmation par Newton.

JEAN-DOMINIQUE CASSINI



Astronome français d'origine italienne, Cassini (1625-1712) fonde l'observatoire de Paris en 1672. Il découvre l'existence d'une

division dans l'anneau entourant Saturne, ainsi que quatre des satellites de Saturne : Japet (1671), Rhéa (1672), Téthys et Dioné (1684). Sa Carte de la Lune, achevée en 1679, reste sans rivale jusqu'à l'apparition de la photographie au *xix^e* siècle. Cassini énonce également les lois de la rotation de la Lune. On lui doit enfin la détermination de la période de



rotation de *Jupiter* (en 1665), dont il découvre aussi la grande tache rouge, ainsi que celle de Mars et Vénus (en 1666). En 1673, il fait la première mesure précise de la distance de la Terre au Soleil, grâce à un transit de Vénus devant le Soleil.

ISAAC NEWTON

Illustre physicien, philosophe et mathématicien anglais renommé, professeur de mathématiques,



lorsqu'en 1665, Newton (1642-1727) obtient sa licence à Cambridge, la peste qui règne à Londres le contraint de retourner à

Woolsthorpe, sa ville natale. La légende raconte que là, un jour, assis sous un pommier et voyant tomber un de ses fruits, il attire son attention sur la pesanteur et conçoit la théorie de la gravitation universelle. En tous cas, c'est pendant cette période de deux ans que l'on situe ses premières avancées spectaculaires en mathématiques, physique et, plus particulièrement, en optique : Newton comprend que la lumière blanche est la somme de lumières colorées.

À son retour à Cambridge, il succède au maître à la chaire de mathématiques.

En 1672, il entre à la Royal Society de Londres suite à la fabrication d'un *télescope* à miroir sphérique dépourvu d'aberration chromatique, bien supérieur en



qualité d'observation à la lunette astronomique de Galilée. Il publie en 1687 *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, principes mathématiques de philosophie naturelle. Cet ouvrage marque les débuts de la mathématisation de la physique. Il comporte les fondements de la mécanique classique : égalité de l'action et de la réaction, principe d'inertie et, surtout, il établit la loi de la gravitation universelle : les corps célestes s'attirent entre eux suivant une force d'intensité proportionnelle à leurs masses et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare.

En mathématiques, Newton est considéré comme le co-inventeur du calcul infinitésimal, appelé alors méthode des fluxions. Newton régnait à communiquer aux autres scientifiques ses découvertes, ce qui lui vaudra quelques querelles de priorité avec Hooke (pour la gravitation universelle) et Leibniz (au sujet du calcul infinitésimal). Anobli en 1705, il décède le 19 mars 1727 à Londres et il est inhumé à l'abbaye de Westminster, aux côtés des rois d'Angleterre. En hommage à ses travaux, il laisse son nom à une unité de mesure de force utilisée en physique, le newton.

EDMOND HALLEY

Ingénieur, astronome anglais et ami de Newton, Halley (1656-1742) étudie principalement les comètes. Dans son *Synopsis d'astronomie cométaire*, publié en 1705, il compare les comètes apparues entre 1531 et 1607 à celle qu'il découvre en 1682 et établit qu'il s'agit d'une seule comète périodique, dont il détermine la période à 76 ans. Il prédit son retour en 1758 : on la nommera alors *comète de Halley*.



En expédition sur l'île de Sainte Hélène, il passe de longs mois à établir le premier catalogue des étoiles du ciel austral. De 1720 à 1742, astronome royal, il dirige l'observatoire de Greenwich.

PIERRE-SIMON LAPLACE



Mathématicien, astronome et physicien français, Laplace (1749-1827) est l'un des principaux scientifiques de la période napoléonienne.

L'un des scientifiques les plus influents de son temps, Laplace donne l'impulsion finale à l'astronomie mathématique reprenant et étendant le travail de ses prédécesseurs dans son

œuvre en cinq volumes *Mécanique Céleste*.

Laplace passe une grande partie de sa vie à travailler sur l'astronomie mathématique. Il établit seul l'hypothèse de la *nébuleuse* :



le système solaire se serait développé depuis une masse de gaz incandescent. En refroidissant, cette masse se serait réduite et quelques anneaux se seraient détachés et se seraient condensés en planètes. Le Soleil représenterait le noyau central de la nébuleuse qui, resté encore incandescent, continue à irradier. L'idée, avec quelques importantes modifications, est acceptée encore aujourd'hui.

Laplace est aussi un des premiers scientifiques à concevoir l'existence des trous noirs et la notion de collapsus gravitationnel. Il montre qu'il pourrait y avoir des étoiles dotées d'une gravité si grande que la lumière elle-même n'aurait pas une vitesse suffisante pour en sortir. Laplace suppose enfin que certaines étoiles de la nébuleuse ne font pas partie de la Voie lactée mais qu'elles sont elles-mêmes des galaxies. Laplace anticipe d'un siècle la grande découverte de Hubble.

ALBERT EINSTEIN

Einstein (1879-1955) n'est pas astronome mais ses travaux révolutionnent l'astronomie et la compréhension que nous avons de notre Univers. Physicien allemand naturalisé américain en 1940, il est l'auteur de nombreux travaux de physique théorique. En 1905, il publie sa théorie de la relativité restreinte et aboutit au concept du photon. Il élabore ensuite la théorie de la relativité générale en 1916 : une théorie qui revoit les notions d'espace et de temps et introduit une conception nouvelle de la gravitation. Par ses travaux sur l'effet photoélectrique, il contribue également à la construction de la mécanique quantique. Albert Einstein reçoit le Prix Nobel de Physique en 1921.

EDWIN POWELL HUBBLE

Astrophysicien américain, Hubble (1889-1953) étudie principalement les *galaxies*. En s'appuyant sur le



décalage vers le rouge des raies spectrales de plusieurs galaxies, il

formule, en 1929, une loi empirique selon laquelle les galaxies s'éloignent les unes des autres à une vitesse proportionnelle à leur distance (loi de Hubble). C'est ce qu'on appelle aussi l'expansion de l'Univers.

Il permet également d'améliorer la compréhension de la nature de l'Univers en démontrant l'existence d'autres galaxies en dehors de notre Voie lactée.

SUBRAHMANYAN CHANDRASEKHAR

Astrophysicien et mathématicien indien, Chandrasekhar (1910-1995)



est considéré comme le premier scientifique à appliquer les lois de la relativité restreinte à l'astrophysique et à l'étude de la structure interne des étoiles. La principale conclusion de ses travaux est que les naines blanches ne peuvent excéder une certaine masse : au-delà, la pression de dégénérescence des électrons ne peut contrer l'effet de la gravité.

Il publie près d'une dizaine de monographies dont des travaux sur l'évolution stellaire, le transfert radiatif, l'hydrodynamique, les configurations d'équilibre des ellipsoïdes et les trous noirs. Il obtient un prix Nobel. Le dernier sujet auquel s'intéresse Chandrasekhar est celui des trous noirs. Sa contribution majeure repose sur l'étude mathématique des perturbations autour des solutions de type trou noir des équations d'Einstein.

ET AUSSI...

- Jeremiah Horrocks (anglais, 1619-1641) est le premier à observer le transit de Vénus et améliore les estimations concernant la distance Terre-Soleil ainsi que la taille de Vénus et d'autres planètes.
- William Herschel (anglais, 1738-1822) découvre deux satellites d'Uranus : Titiana et Oberon, et, en 1789, deux satellites de Saturne : Encelade et Mimas. Herschel est considéré aujourd'hui comme le fondateur de l'astronomie stellaire moderne.
- Arthur Eddington (anglais, 1882-1944) calcule la luminosité maximale que peut avoir une étoile.
- Henrietta Swan Leavitt (américaine, 1868-1921) catalogue les Céphéïdes dans les Nuages de Magellan. En 1912, elle découvre la relation entre la luminosité et la périodicité des Céphéïdes.
- Ejnar Hertzsprung (danois, 1873-1967) détermine la distance de nombreuses Céphéïdes.
- Bernard Lyot (français, 1897-1952) invente le coronographe solaire et étudie pour la première fois les protubérances solaires en dehors des éclipses.