

Astronomes célèbres et astronomes moins connus (3)

Hipparque

Hipparque de Nicée, surnommé aussi Hipparque de Rhodes, est un astronome grec qui vécut pendant le II^e siècle av. J.-C. (ca. 161 - 127). La tradition la plus répandue le fait naître à Nicée, en Bithynie (aujourd'hui Iznik, en Turquie), mais Pline le surnomme « le Rhodien » parce que c'est dans cette ville qu'il réalisa l'essentiel de ses observations astronomiques. On ne connaît pas précisément la date de sa naissance ni celle de sa mort mais on sait, grâce à Ptolémée, qu'il travaillait encore avec plein d'enthousiasme pendant les années 128 et 127 avant notre ère.



Certains historiens affirment qu'il a séjourné et observé à Alexandrie, mais ce n'est pas une certitude qu'il se soit établi ou ait travaillé dans cette prestigieuse cité. Il était cependant en contact avec des astronomes de cette ville et, probablement aussi, avec ceux de Babylone. Ce qui est certain, c'est qu'il tira le meilleur parti non seulement de ses observations personnelles, mais aussi de celles de ses prédécesseurs grecs, comme Timocharis (IV^e - III^e siècle av. J.-C.), et de celles des astronomes babyloniens.



Nicée, la ville qui a probablement vu naître Hipparque, était située dans l'actuelle Turquie.

L'essentiel de l'œuvre d'Hipparque a disparu ; elle est connue essentiellement au travers des écrits de Ptolémée, l'auteur de l'*Almageste* ou *La Grande Syntaxe*. Un ouvrage cependant – création de sa jeunesse – nous est parvenu. Il s'agit du *Commentaire sur le poème d'Aratus de Soles et*

d'Eudoxe. Parmi les oeuvres à jamais perdues de ce grand astronome, on peut mentionner *Description du ciel étoilé*, *Des grandeurs et des distances du Soleil et de la Lune*, *Des ascensions des douze signes*, *Du mouvement de la Lune en latitude*, *Du mois lunaire*, *De la longueur de l'année*, *De la rétrogradation des points équinoxiaux et solsticiaux*, *Critique de la Géographie d'Ératosthène*, *Représentation de la sphère sur un plan*, *Table des cordes du cercle en douze livres* et *Traité des levers et des couchers des étoiles*. On voit d'après ces

titres que l'illustre observateur s'est intéressé à des problèmes nombreux et très divers d'astronomie d'observation et d'astronomie mathématique.

Soucieux de la qualité des observations qu'il utilisait, Hipparque, qui fut un savant pleinement représentatif de l'époque alexandrine, réalisa un certain nombre de découvertes astronomiques essentielles qui sont détaillées ci-après. Il s'affirme comme le plus grand astronome de l'Antiquité, non seulement par les progrès qu'il fit faire à la connaissance du ciel, mais aussi par la perfection de la méthode utilisée qui associe la qualité des observations astronomiques et la rigueur du raisonnement.

Hipparque utilisa, pour consigner ses observations, les coordonnées stellaires équatoriales qui nous sont maintenant familières, appelées *ascension droite* et *déclinaison*, et il imagina des méthodes pour transformer ces coordonnées en longitude et latitude célestes ou coordonnées écliptiques : c'est à ce titre qu'on lui doit l'invention de la trigonométrie sphérique, qui permet d'effectuer les laborieuses transformations entre ces systèmes de coordonnées. Pour se soustraire autant que faire se peut à ces calculs, il fit usage du fameux « astrolabe plan » appelé aussi « instrument universel », à l'aide duquel les longitudes et les latitudes des astres peuvent être déterminées directement.

La découverte majeure d'Hipparque – qui assurément immortalisa son nom – est celle de la *précession des équinoxes*. C'est en comparant la longitude et la latitude d'étoiles qu'il observait avec des coordonnées stellaires, plus anciennes d'un siècle et demi environ, dues notamment à Timocharis, qu'il réalisa que l'équinoxe n'était pas fixe mais qu'il rétrogradait de l'Orient vers l'Occident, et que les étoiles restaient toujours à la même distance de l'Écliptique tandis que leur déclinaison ou leur distance à l'équateur était variable. Ces observations étaient explicables par le déplacement annuel des points équinoxiaux, intersections de l'Écliptique et de l'équateur, déplacement qui porte le nom de précession des équinoxes¹. L'équinoxe de printemps, qui se trouvait dans la constellation du Taureau à l'époque de l'Empire babylonien, occupait celle du Bélier au temps d'Hipparque et, depuis cette époque, elle a rétrogradé dans la constellation des Poissons. En fait, il s'est opéré, depuis Hipparque, un déplacement de l'ordre de 28° de la position du point vernal² (le fameux « point γ ») par rapport aux constellations – soit un peu moins d'un signe de Zodiaque –, ce qui a engendré un décalage correspondant d'approximativement une unité entre les constellations zodiacales et les signes correspondants. Selon Ptolémée, le mouvement de précession, d'après les observations d'Hipparque, était supérieur à 36", ce qui est conforme à la réalité puisqu'on sait aujourd'hui qu'il vaut 50,39". C'est Newton qui fournira la théorie de

¹ Suite à la précession des équinoxes, l'intervalle temporel entre deux passages du Soleil par l'équinoxe vernal – qui correspond à l'année tropique – est moindre que l'année sidérale, c'est-à-dire l'intervalle de temps nécessaire pour que la longitude écliptique du Soleil, comptée à partir d'un point fixe, s'accroisse de 360°.

² Voir *Balade sur la sphère céleste*, *Galactée* n°14, avril 1999.

la précession dans les *Principia mathematica* (1687). En fait, on sait que l'axe de rotation de la Terre décrit un cône en 25 800 ans environ ; il en résulte une rotation du point vernal sur l'Écliptique, par rapport aux étoiles, avec la même période.

Pour mesurer le diamètre apparent du Soleil et de la Lune et leurs variations, Hipparque inventa un nouveau dioptré qui améliorait celui utilisé par Archimède. C'était un instrument de visée comportant un support horizontal, long de quatre coudées et supportant deux plaques verticales ; l'une de ces dernières était fixe et percée d'un trou sur lequel on appliquait l'œil, tandis que l'autre, coulissante, comportait deux ouvertures superposées. Lorsqu'on visait un astre, on déplaçait la plaque mobile de manière à voir les deux trous dans l'alignement des bords inférieur et supérieur du luminaire visé. Ptolémée (ca. 100 – ca. 170) fit encore usage de cet instrument, semble-t-il.

Hipparque introduisit également en Grèce la division du cercle en 360 degrés³, les degrés étant eux-mêmes subdivisés en soixante minutes et ces dernières, en soixante secondes, conformément au système sexagésimal des Babyloniens. En divisant le diamètre d'un cercle en 120 parties, il détermina les valeurs des cordes du cercle correspondant à ces divisions. Pour rendre plus commodes les calculs astronomiques mettant en œuvre les différentes valeurs de ces cordes, il établit une table détaillée de celles-ci (en utilisant les demi-degrés).

Hipparque observa avec beaucoup de soin les mouvements de la Lune et du Soleil. Fidèle à la pensée hellénistique, il a cherché à rendre compte des apparences par un système de mouvements circulaires ou uniformes. Pour expliquer les observations dont il disposait et les particularités propres au mouvement de chaque astre, il appliqua la théorie des *épicycles*⁴ et celle des *excentriques*⁵ au cas du Soleil en soulignant leur équivalence. L'une et l'autre permettaient d'expliquer l'anomalie liée à cet astre, à savoir l'inégalité des saisons.

Il construisit également des tables détaillées donnant la position précise du Soleil pour de nombreuses années (600, selon Plin l'Ancien). Les résultats qu'il obtint dans le cas de la Lune furent, si l'on en croit Ptolémée, beaucoup moins fructueux : son analyse des anomalies de la trajectoire lunaire conduisait à des résultats différents selon que l'on faisait appel à la

³ Certains historiens prétendent que ce système aurait été introduit en Grèce peu de temps avant Hipparque.

⁴ La théorie des épicycles fera loi jusqu'à Copernic. Selon celle-ci, la Lune et le Soleil gravitent autour de la Terre sur des orbites circulaires. Les planètes décrivent de petits cercles, les épicycles, d'un mouvement uniforme, tandis que le centre de l'épicycle est entraîné sur une orbite circulaire, le déférent. En choisissant convenablement les différents paramètres, on peut alors rendre compte des principales irrégularités du mouvement de chaque planète, et ce avec une très bonne approximation.

⁵ Selon ce concept astronomique, la Terre n'est pas exactement au centre des orbites circulaires concentriques parcourues par le Soleil et les planètes.

théorie des épicycles ou à celle des excentriques, malgré le fait qu'il utilisait des observations de bonne qualité dues notamment à l'astronome babylonien Kidinnu.

Hipparque s'est intéressé à la détermination du diamètre du Soleil et de sa distance à la Terre. Il a notamment raffiné les valeurs obtenues par Aristarque de Samos en proposant pour le Soleil un diamètre égal à $12 \frac{1}{3}$ fois celui de la Terre (au lieu de $6 \frac{3}{4}$), et une distance Terre-Soleil égale à 1 245 fois le diamètre de celle-ci (au lieu de 180), valeurs qui seront améliorées ultérieurement par Posidonius.

Ce qui a aussi immortalisé Hipparque c'est sa tentative de compter les étoiles et d'en laisser les positions observées et le dénombrement à la postérité. Hipparque a en effet établi un des premiers catalogues stellaires, comportant plus de 800 étoiles, qui nous a été conservé grâce à Ptolémée. Cette tentative, dit Plin, ne peut être assez louée, car c'est entreprendre « une chose difficile même à un Dieu » que de compter les étoiles. Plin prétend en outre – mais cette hypothèse a été réfutée par certains – que le but de la publication de ce catalogue était de montrer aux générations futures que les étoiles ne sont pas invariables mais qu'elles naissent, qu'elles évoluent et puis qu'elles meurent ! En fait, étayant les hypothèses de Plin, les annales chinoises mentionnent l'existence d'une nova dans le Scorpion en 134 av. J.-C. Hipparque n'est certes pas le premier à avoir tenté de dénombrer les luminaires célestes puisque les anciens Orientaux en avaient fait de même ; Ératosthène nous a aussi laissé une description du ciel dans laquelle les étoiles de chaque constellation sont comptées – il en trouva un peu plus de 700.

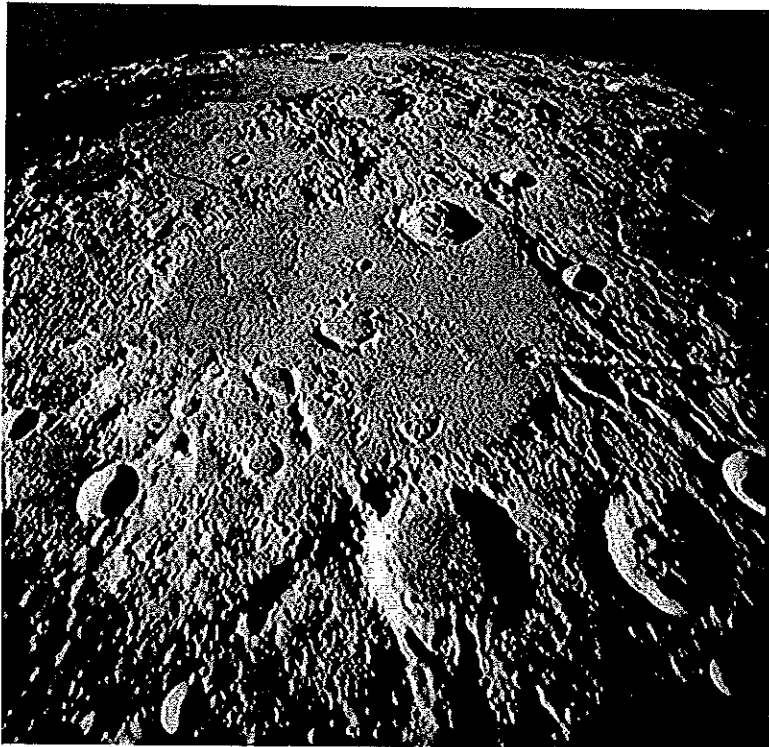
Hipparque a partagé le ciel en 49 constellations : 12 sur l'Écliptique, 21 au nord de cette ligne et 16 au sud. Cette sphère céleste était celle des Chaldéens, mais l'astronome grec y introduisit la constellation de la Chevelure de Bérénice. La méthode qu'il a utilisée pour repérer les étoiles est également originale. Comme, d'une part, on ne peut établir une position dans le zodiaque que par rapport aux points solsticiaux ou équinoxiaux, qui ne sont pas visibles, et dont la position ne peut être connue que par l'observation du Soleil et l'utilisation de tables donnant la distance de ce dernier par rapport à ces points ; et comme, d'autre part, l'éclat du Soleil empêche d'observer les étoiles, il imagina de réaliser des observations intermédiaires en utilisant la Lune : dès que le Soleil était couché, il observait une étoile et sa position par rapport à la Lune. En tenant compte du mouvement de cette dernière, et comme les tables lui donnaient le lieu vrai du Soleil sur l'Écliptique, il parvenait ainsi à déterminer la position de l'étoile. Puis il procédait, de proche en proche, par comparaison avec les positions des étoiles connues.

Le mérite d'Hipparque est d'avoir dénombré davantage d'étoiles que ses prédécesseurs et, surtout, d'avoir consigné les positions de toutes ces étoiles. Son catalogue nous fournit en effet, pour chaque luminaire stellaire, la latitude et la longitude rapportées à

l'Écliptique, de sorte que la précession des équinoxes ne modifie pas les latitudes mais bien les longitudes d'une quantité annuelle fixe.

Les contributions d'Hipparque à l'astronomie ont été, on l'a vu, primordiales. En hommage à celles-ci, l'ESA a donné son nom, *Hipparcos*, à l'une de ses missions spatiales. Le but de cette mission était la mesure précise des positions, des distances et des mouvements d'un grand nombre d'étoiles du ciel. Opérationnelle de 1989 à 1993, cette mission a eu comme épilogue la publication en 1997 du catalogue Hipparcos, qui fournit des données précises pour 120 000 étoiles, et du catalogue Tycho, qui fournit des données un peu moins précises pour plus d'un million d'étoiles : très bel hommage à vrai dire au travail astronomique accompli voici plus de vingt siècles par Hipparque, et au premier catalogue d'étoiles qu'il a laissé à la postérité !

E. Biémont (Directeur de Recherches au FNRS, Professeur à l'UMH)



Hipparque a laissé son nom à un vaste cratère de 138 km de diamètre, fortement érodé par des impacts météoritiques ultérieurs (il occupe ici tout le centre du cliché). C'est là que la fusée de Tintin a aluni, mais il s'agit ici d'une photographie de la mission Apollo 16 !