

L'hypothèse astronomique de Platon

A ma femme.

I. - Aristote et les théoriciens de la mobilité terrestre

Notre projet est double : proposer une interprétation nouvelle du mouvement de rotation attribué au globe terrestre par Platon dans le *Timée* ; montrer que, sous l'éclairage de cette interprétation, les pages du *Timée* relatives au fonctionnement de la machine du Monde (29 a — 40 d) apparaissent comme l'annonce d'une hypothèse astronomique non dépourvue de cohérence.

Notre tentative n'a eu, à notre connaissance, qu'un précédent, celui dont Cicéron nous a transmis un écho, malheureusement trop affaibli, dans cette phrase des *Premiers Académiques* :

« Hicetas Syracusius, ut ait Theophrastus, coelum, solem, lunam, stellas, supera denique omnia, stare censet ; neque praeter terram, rem ullam in mundo moveri : quae cum circum axem se summa celeritate convertat et torqueat, eadem effici omnia, quasi stante terra coelum moveretur » (1).

« Théophraste attribue à Hicetas de Syracuse l'opinion suivante : l'état de mouvement réel du ciel, du soleil, de la lune, des étoiles, bref de tous les astres, est le repos ; rien d'autre au monde ne se meut que la terre : mouvement extrêmement rapide de conversion sur elle-même et de rotation autour de son axe, qui produit l'illusion du repos de la terre et de la mobilité du ciel ».

De nos jours, les interprètes du *Timée* se sont demandé seulement s'il est vrai que Platon, dans ce dialogue, met la Terre en rotation sur place autour de l'axe du monde, et la réponse a été généralement négative. Les uns ont jugé certain ou probable qu'il l'y laisse en repos, d'autres qu'il lui attribue un va-et-vient le long de l'axe ou autour de l'axe, d'autres encore qu'il la fait osciller, ou la fait tourner simultanément dans deux sens opposés. Nous avons démontré que ces suppositions ne résistent pas à l'examen (2). Elles reposent toutes sur la même pétition de principe : si Platon enseigne, dans le *Timée*, que la Terre est en rotation diurne, il contredit ce qu'il enseigne, explicitement ou implicitement, dans d'autres dialogues. Ainsi, à en croire Albert Rivaud, Platon aurait, dans le *Phédon* (99 b) et dans le *Timée* (62-63), « démontré l'immobilité de la Terre ». En fait, ni l'un ni l'autre de ces deux textes ne porte la moindre trace de cette « démonstration ». De même, Pierre Duhem prétend faussement avoir trouvé, « en plusieurs passages du *Timée* » (?) et « au X^e livre de la République

que », la preuve que Platon considèrerait comme un mouvement réel la révolution diurne de la sphère des fixes : le *Timée* ne fait nulle part un sort particulier à cette révolution autour de l'axe des pôles de l'équateur, et celle dont il est question au X^e livre de la République s'effectue autour de l'axe des pôles de l'écliptique. Burnet, suivi par Cornford, a cru lire dans le *Timée* (39 c) que « l'alternance de la nuit et du jour est due à la révolution du ciel », absurdité qu'il est peu charitable d'attribuer gratuitement à Platon, cette alternance étant manifestement causée par la révolution apparente du Soleil.

Que faut-il en conclure, sinon qu'on risque fort de s'égarer, si l'on postule à l'avance que les astronomes de l'antiquité délireraient ou se trouvaient dans un état de puérilité intellectuelle antérieur à l'apparition de la raison humaine ? Dans un essai sur *Les paradoxes du système du monde*, (1) nous avons établi, d'après une page du traité *Du Ciel* d'Aristote, que toute l'Antiquité a vu le Soleil en rotation sur place et que, par conséquent, la théorie génétique de la pensée occidentale et la théorie de la connaissance qui en dérive vont à l'encontre des dires d'Aristote lui-même, quand elles affirment, avec Léon Brunschvicg et d'autres penseurs, que, pour l'Antiquité en général, pour Aristote en particulier, le géocentrisme était conforme, l'héliocentrisme contraire aux données de l'observation. En ce qui touche les croyances des Anciens sur l'état de mouvement du Soleil, il n'y a pas de témoignage plus précieux que cette page du traité *Du Ciel*, restée inaperçue avant nous. Comme l'état de mouvement attribué à la Terre est un corollaire de celui qui est attribué au Soleil, on voit aussitôt le prix de cette page pour un historien désireux de connaître les théories de la Terre antérieures à Aristote, c'est-à-dire celles des Pythagoriciens et de Platon. Aussi le lecteur nous saura-t-il peut-être gré d'en reprendre l'essentiel au début de cet essai, consacré au système astronomique du *Timée*. Albert Rivaud n'a-t-il pas reconnu qu'« Aristote, dans le *De Coelo*, s'inspire constamment des conclusions du *Timée* » ?

Au chapitre 8 du livre II du *De Coelo*, Aristote nous apprend qu'en ce qui touche la nature du mouvement des astres, tous les astronomes étaient d'accord sur deux points, à savoir que les astres sont de forme sphérique et que, cela étant, s'ils sont doués d'un mouvement propre, ce sera ou une progression par roulement ou une rotation sur place. Nous apprenons également qu'à la question de savoir si les astres sont doués d'un mouvement propre, la réponse d'Aristote était négative, celle de ses « adversaires » affirmative. Pour l'auteur du traité *Du Ciel*, tout est immobile dans l'Univers : la Terre est immobile, (2) « les astres sont immobiles et transportés sur les cercles auxquels ils sont fixés » (3). Pour les « adversaires » d'Aristote, les astres ont un mouvement propre de progression par roulement ou de rotation sur place.

Voici le paragraphe de ce chapitre dans lequel Aristote tente de réfuter les théories qui accordent un mouvement propre aux astres :

« En outre, puisque les astres sont de forme sphérique, comme nos adversaires le disent et comme nous sommes nous-mêmes d'accord pour

(1) Livre second, paragraphe 30.

(2) Voir, dans la *Revue de l'enseignement philosophique*, « Les anciens et le mouvement terrestre du *Timée* » (Décembre 1965-Janvier 1966) et « Les modernes et le mouvement terrestre du *Timée* » (Décembre 1967-Janvier 1968).

(1) *Revue de l'enseignement philosophique*. Juin-Juillet 1968 et Août-Septembre 1968.

(2) II, 8, 289 b 1-5 « Or, nous posons en principe l'immobilité de la Terre ».

(3) II, 8, 289 b 30-35.

l'admettre, en ce que du moins nous les engendrons à partir du Corps sphérique, et puisque le Corps sphérique possède deux mouvements qui lui sont propres, à savoir un mouvement de progression par roulement et un mouvement de rotation, il s'ensuit que, si les astres avaient un mouvement qui leur fût propre, ce serait l'un de ces deux mouvements. Or l'observation ne nous révèle ni l'un, ni l'autre. — Si c'était un mouvement de rotation, en effet, les astres resteraient dans le même lieu et ne changeraient pas de place, comme manifestement ils le font et comme tout le monde le reconnaît. En outre, il est vraisemblable qu'ils seraient tous mus du même mouvement, alors que le seul astre qui semble posséder ce mouvement est le Soleil, à son lever ou à son coucher, et encore ce phénomène est-il dû non pas au Soleil lui-même, mais à l'éloignement de notre vue. Car la vue, en s'étendant au loin, devient vacillante et faible. Telle est sans doute aussi la raison du scintillement des planètes. Les planètes sont rapprochées de sorte que la vue les atteint dans sa pleine vigueur ; par contre, quand il s'agit des étoiles fixes, la vue est tremblante en raison de la distance et de l'excessive extension, et c'est son tremblement qui donne à l'astre l'apparence du mouvement, car peu importe que le mouvement soit dans la vue ou dans l'objet de la vision. — Que, d'autre part, les astres ne soient pas doués d'un mouvement de progression par roulement, c'est manifeste : car là où il y a progression, il y a nécessairement conversion sur soi-même. Or la « face » de la Lune, comme on l'appelle, on la voit toujours. Par conséquent, puisque, si les astres se mouvaient par eux-mêmes, ils auraient vraisemblablement des mouvements spéciaux, mouvements qu'on n'observe jamais en eux, il est évident qu'ils ne sauraient avoir aucun mouvement par eux-mêmes. » (1).

Ce texte est intéressant, non seulement pour l'histoire de l'astronomie d'observation, mais aussi pour l'histoire de l'astronomie théorique.

Il atteste que, chez les Grecs, l'observation du Soleil, pratiquée à son lever ou à son coucher, c'est-à-dire aux heures où son diamètre est le plus grand et son éclat le moins vif, avait permis de reconnaître les taches solaires, leur mouvement périodique d'ouest en est, et engendré l'opinion que le Soleil est en rotation sur place.

Pour l'historien de l'astronomie théorique, ce texte offre, en outre, l'immense avantage de mettre un point final aux controverses, d'ordre morphologique et d'ordre sémantique, soulevées par les passages du traité *Du Ciel*, dans lesquels Aristote se prononce sur la position et l'état de mouvement attribués respectivement à la Terre par les Pythagoriciens et par l'auteur du *Timée*, c'est-à-dire par les « adversaires » auxquels il est fait allusion ici.

Ces passages, rappelons-le, se trouvent aux chapitres 13 et 14 du livre second du traité *Du Ciel*. Le moment est venu de les relire, en gardant constamment présent à l'esprit que les « adversaires » d'Aristote raisonnaient comme suit :

Le Corps sphérique possède deux mouvements qui lui sont propres, à savoir un mouvement de progression par roulement et un mouvement de rotation sur place. Or, les astres sont de forme sphérique et ont un mouvement propre. Donc les astres sont animés d'un mouvement de progression par roulement ou d'un mouvement de rotation sur place.

Le premier de ces passages concerne la théorie pythagoricienne de la

(1) *De Coelo*, II, 8, 290 a, 5-30. Tricot, pp. 89-90.

Terre. Aristote vient de se faire le doxographe des philosophes qui, considérant le Ciel comme fini, assurent que la Terre est située au centre du Monde. Et il poursuit :

« D'une opinion contraire sont les représentants de l'Ecole italique qu'on appelle Pythagoriciens. Pour ces derniers, c'est le feu qui occupe le centre ; la Terre est seulement l'un des astres, et c'est elle qui, par son mouvement circulaire, produit le jour et la nuit. Bien plus, ils construisent aussi une seconde terre, opposée à la nôtre, qu'ils désignent du nom d'Antiterre ; et, en faisant cela, ils ne considèrent pas les faits pour les expliquer par des théories, mais ils les sollicitent en vue d'établir certaines opinions et théories favorites ; ils prétendent, pourrait-on dire, jouer leur rôle dans la formation de l'Univers » (1).

Ces deux phrases ont beaucoup intrigué les exégètes. Certains commentateurs ont voulu voir dans la dernière l'annonce des Antipodes. Mais personne n'est encore parvenu à donner un sens à la première. Aussi voit-on Théodore Gomperz prendre le parti de l'ignorer, dans son ouvrage sur *Les penseurs de la Grèce*, publié en 1893. A la page 143 du tome premier, Gomperz cite, avec référence à l'appui, la phrase concernant l'Antiterre, ce qui laisse à penser qu'il a lu la phrase précédente. Pourtant, immédiatement après avoir fait cette citation, il écrit, à la page suivante, sur l'astronomie de la Terre dans l'Ecole pythagorique :

« Pythagore et ses disciples immédiats ne semblent avoir mis en question ni son immobilité ni sa position centrale » (2).

Le problème posé par la première phrase est le suivant : quel est, dans l'esprit d'Aristote, le mouvement circulaire de la Terre auquel les Pythagoriciens attribuaient la production du jour et de la nuit ? Il faut nécessairement que ce soit la rotation sur place ou la progression par roulement. Comme il ne peut être question de la rotation sur place, il s'agit évidemment de la progression par roulement. Aristote fait dire ici aux Pythagoriciens que la Terre progresse sur son orbite en une année, tout en faisant chaque jour un roulement, c'est-à-dire une rotation axiale. On a d'ailleurs vu Aristote affirmer précédemment que « là où il y a progression, il y a nécessairement conversion sur soi-même ».

Pour qui a lu dans le *De Coelo* ce qui touche les deux mouvements propres du Corps sphérique, les phrases du traité qui attribuent à la Terre du *Timée* un mouvement autour de l'axe du Monde visent obligatoirement une rotation sur place. Ces phrases doivent donc être lues comme suit :

« D'autres philosophes, enfin, disent que la Terre, qui est située au centre, est animée d'un mouvement de rotation autour de l'axe central, ainsi qu'il est écrit dans le *Timée* » (3).

« Ainsi, en effet, que nous l'avons indiqué, il y a des philosophes qui font de la Terre l'un des astres, et d'autres qui, la posant au centre, lui reconnaissent une rotation autour de l'axe central » (4).

(1) *De Coelo*, II, 13.

(2) Théodore GOMPERZ. *Les penseurs de la Grèce*. Payot, 1928, traduction par A. Reymond de *Griechische Denker*, 1893, pages 143 (citations du *Du Coelo*) et 144.

(3) *De Coelo*, II, 13, 253 b, 30. Tricot, pp. 103-104.

(4) *De Coelo*, II, 14, 296 a, 25. Tricot, pp. 111-12.

Il est peu probable qu'Aristote ait fait un contresens sur cette théorie du *Timée*. Une chose ressort avec certitude de son traité *Du Ciel* : tous les astronomes auxquels il s'oppose attribuaient des mouvements propres aux astres, et ne leur reconnaissaient d'autres mouvements propres que la progression par roulement ou la rotation sur place, en raison de leur sphéricité. Deux questions se posent donc, en ce qui touche l'auteur du *Timée* :

- la Terre de Platon était-elle sphérique ?
- était-elle douée d'un mouvement propre ?

Dans la Notice introductive à sa traduction du *Timée*, Albert Rivaud s'est demandé si, chez Platon, la Terre est de forme sphérique, ou bien « si elle conserve la figure d'un cylindre aplati ». Et il ajoutait :

« On pourrait hésiter, à la lecture du mythe de la République.

Mais les textes du *Timée* ne laissent guère la place au doute. Non seulement Platon affirme énergiquement la sphéricité du Monde dans son ensemble, mais il admet implicitement que la Terre elle-même imite la figure du Tout, au centre duquel elle se trouve placée » (p. 63).

A quoi nous ajouterons que, si elle est admise implicitement dans le *Timée*, la sphéricité de la Terre est enseignée explicitement dans un passage saisissant du *Phédon*, passage dans lequel Socrate décrit la Terre telle que les cosmonautes la découvrent de nos jours, et telle que chacun peut la voir sur les photographies qu'ils en ont prises. De cette page, qui mérite d'être lue en entier, la citation ci-après suffit pour notre objet :

« En premier lieu, pour ce qui est de l'aspect qu'offrirait cette terre, si on la regardait d'en haut, ce serait à peu près celui d'un ballon bigarré, dans le genre des balles à douze pièces, dont les divisions seraient marquées par des couleurs dont les couleurs mêmes d'ici-bas sont comme des spécimens, particulièrement celles dont les peintres font usage » (1).

Que Platon ait doté la Terre d'un mouvement propre ressort de sa fameuse théorie de l'âme automotrice, et motrice du corps animé. Il dit dans le *Phèdre* :

« Tout corps, en effet, auquel il appartient d'être mû du dehors, est un corps inanimé, tandis que celui auquel il appartient d'être mû par lui-même et du dedans, est un corps animé » (2).

En outre, dit-il dans le *Timée*, à propos de l'Âme du Monde, « elle se meut en cercle sur elle-même » (3).

Or l'auteur du *Timée* dit en propres termes que la Terre est une divinité, donc un être animé. La Terre du *Timée* est donc dotée d'un mouvement propre et, comme ce mouvement s'effectue autour de l'axe du Monde, il ne saurait être que la rotation sur place.

Nous lisons donc sans surprise, dans la traduction de Léon Robin, la phrase du *Timée* dans laquelle Aristote a cru trouver l'enseignement d'une rotation sur place du globe terrestre autour de l'axe du monde :

(1) *Phédon*, 110 b-c, Robin, t. I, p. 844.

(2) *Phèdre*, 245 c-d-e, Robin, t. II, p. 33-34.

(3) *Timée*, 38 d. Aristote a exposé et critiqué la théorie automotrice de l'Âme dans le *De anima*, où il écrit : « C'est de la même manière également que le *Timée* donne une explication physique de l'action motrice de l'Âme sur le corps. L'Âme, en effet, se mouvant elle-même, meut aussi le corps, en raison de ce qu'elle est entrelacée avec lui ». Trad. Tricot, page 32, Paris, Vrin, 1947.

« Quant à la Terre, notre nourrice, elle se tient en roulement sur l'essieu qui traverse l'Univers ; elle est, par ce mécanisme, la gardienne et l'ouvrière de la nuit et du jour ; c'est la première et la plus ancienne de toutes les divinités qui sont nées à l'intérieur du ciel » (1).

Ce qui a fait défaut jusqu'ici, pour rendre entièrement plausible cette traduction, c'est une intégration de la rotation terrestre dans le système du monde tel que Platon le conçoit, et une interprétation de certaines révolutions apparentes par le mobilité de notre globe. Notre objet, dans ce qui va suivre, est de proposer cette intégration et cette interprétation, d'élucider, en bref, l'hypothèse astronomique de Platon.

II. - Analyse de l'astronomie du « *Timée* »

Douze paragraphes du *Timée* exposent le système du monde (2).

Les onze premiers traitent de l'Univers, c'est-à-dire : de l'Espace ou Ciel, corps tridimensionnel et sphérique, fait de l'eau, du feu, de l'air, de la terre, seul en son genre et indissoluble ; de l'Âme du Monde, moteur mobile qui, créée avant le Corps du Monde, a été constituée « pour en être maîtresse et lui commander » ; du Temps qui, né avec le Ciel, ne pourra être dissous qu'avec lui. Ces onze premiers paragraphes relèvent de l'astronomie mathématique. Les objets qui y sont mentionnés sont tous, à une exception près — le Soleil — des êtres de raison : sphères et cercles en rotation, astres considérés comme des points décrivant des cercles ou entraînés par des cercles. Les hypothèses qui y sont développées sont des hypothèses mathématiques concernant les principaux paramètres de ces mobiles : position relative, vitesse, direction.

Vient, pour finir, un douzième paragraphe, qui relève de l'astronomie physique. L'auteur y envisage les astres comme des êtres visibles, dont il souligne l'éclat et la beauté. Il fait des hypothèses de physicien sur les propriétés qu'ils possèdent en commun : forme sphéroïdale, nature ignée, mouvement de rotation et « mouvement en avant ». Se plaçant ensuite, pour les différencier les uns des autres, sur le terrain de l'observation, il décrit et classe les mobiles astronomiques, à partir des apparences qu'ils offrent sur la voûte céleste hémisphérique au-dessus de l'horizon d'Athènes. Il indique alors que ces apparences trouvent leur explication dans les hypothèses mathématiques développées antérieurement et dans les hypothèses physiques qu'il vient de formuler. Là-dessus, il exprime, dans la phrase que nous avons reproduite, son opinion sur la position et l'état de mouvement de la Terre. Enfin, il conclut en avouant son impuissance à faire une théorie complète des planètes, sans l'aide d'un planétarium.

Ce qui va suivre concernera d'abord les onze paragraphes du *Timée* qui relèvent de l'astronomie mathématique, et spécialement ce qui, dans ces paragraphes, se rapporte à des révolutions hypothétiques : révolution circulaire du Ciel, révolutions circulaires du Même et de l'Autre effectuées par des astres en deux directions opposées. Nous étudierons ensuite le paragraphe qui relève de l'astronomie physique.

(1) *Timée*, 40 b-c Robin, t. II, p. 456.

(2) Depuis 29 e jusqu'à 40 d inclus.

III. - L'astronomie mathématique du « Timée »

1. La rotation sur place du Ciel

En ce qui touche les propriétés mécaniques du Corps de l'Univers, l'hypothèse de Platon est que cette sphère est en rotation sur place :

« Car, en fait de mouvement, on lui attribua celui qui était approprié à son corps, entre les sept mouvements celui qui est le plus en rapport avec l'intelligence et la réflexion. Aussi, le faisant tourner par les mêmes points, en même place et sur lui-même, le Dieu lui imprima-t-il un mouvement de rotation circulaire ; mais les six autres mouvements, il les lui retira tous ensemble, et le réalisa incapable d'errer dans leurs directions » (1).

La page 43 b du Timée nous apprend que les six mouvements en question sont ceux qui permettent d'errer en s'avancant dans toutes les directions, selon les six lieux, « en avant comme en arrière, puis à droite comme à gauche, en bas comme en haut ». Seul le mouvement circulaire convient à une sphère, en tant que mouvement propre ; celui de la sphère du Monde est la rotation sur place.

La sphère en question n'est porteuse d'aucun astre. Elle porte seulement des objets mathématiques : le grand cercle de l'équateur et le grand cercle de l'écliptique, les deux diamètres ou axes perpendiculaires à ces

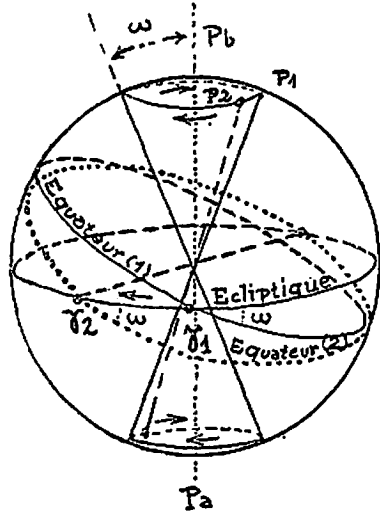


Fig. 1. — La rotation sur place du Ciel et la précession des équinoxes. Le point vernal passe de γ_1 à γ_2 en une année tropique, pendant que le soleil vient à sa rencontre sur l'écliptique.

grands cercles, leur diamètre d'intersection ou ligne des équinoxes, les deux extrémités de cette ligne, dont la plus importante est le point vernal ou point gamma, qu'occupe le centre du Soleil à l'équinoxe de printemps.

Pour bien comprendre l'effet astronomique produit par la rotation sur place de cette sphère, il faut admettre que son grand cercle fondamental est celui que le Soleil décrit, en une année sidérale, dans le sens direct, qui est inverse de celui des aiguilles d'une montre, en bref le cercle de l'écliptique, ainsi dénommé parce que le Soleil et la Lune s'y trouvent à la fois au moment des éclipses. L'axe fondamental de la sphère passe par le pôle boréal et le pôle austral de l'écliptique. L'équateur devient un cercle oblique, séparé de l'écliptique par un angle d'obliquité. L'axe des pôles de l'équateur devient oblique lui aussi et son inclinaison sur l'axe des pôles de l'écliptique est égale à l'angle d'obliquité ω . (Voir Figure 1).

La sphère tourne dans le sens rétrograde, qui est celui des aiguilles d'une montre, autour de l'axe des pôles de l'écliptique (axe Pa Pb). L'axe des pôles de l'équateur décrit en 25 780 ans un cône de révolution (ou plutôt deux cônes opposés par le sommet) autour de l'axe des pôles de l'écliptique, dans le sens rétrograde. Par suite du déplacement de sa ligne des pôles, l'équateur se déplace d'un mouvement lent, qui fait faire au point vernal ou point γ le tour de l'écliptique en 26 000 ans environ, dans le sens rétrograde, sans que varie l'inclinaison de l'équateur sur l'écliptique.

Si, par exemple, entre l'équinoxe de mars d'une certaine année et l'équinoxe de mars de l'année suivante, le pôle boréal de l'équateur passe de P1 en P2, l'équateur céleste passe de 1 en 2 et le point vernal de γ_1 en γ_2 . Cette rétrogradation du point vernal sur l'écliptique est de 50,26 secondes d'arc en moyenne par année tropique.

Entre deux équinoxes de printemps consécutifs, le Soleil se dirige à partir du point γ_1 dans le sens direct, sur l'écliptique, vers le point γ_2 , qu'il rejoint au bout d'une année tropique. Poursuivant la route, il couvre 360 degrés au bout d'une année sidérale, soit 20 minutes 25 secondes plus tard. Il se trouve alors à la position qu'il occupait, avec le point γ_1 , à l'équinoxe de printemps précédent. Autrement dit, le printemps, inauguré par le passage du Soleil au point vernal, commence chaque année 20 minutes 25 secondes plus tôt que l'année précédente. C'est ce phénomène qu'on nomme la précession des équinoxes.

A notre avis, la rotation sur place de la sphère du Ciel n'est autre que le mouvement de précession qui produit la précession des équinoxes. C'est, selon nous, à ce mouvement que Platon fait allusion, quand il dit, dans le Cratyle : « Concernant le ciel, ce qu'on appelle sa rotation axiale sur les pôles » (1). Et c'est, selon nous, le point vernal qui, à la page 36 c du Timée, est désigné comme « le point de croisement » de l'équateur et de l'écliptique.

Voici, à l'appui de cette conjecture, un texte de Sir John Herschel, qui décrit la précession des équinoxes par la rotation sur place d'une sphère porteuse du point vernal ou équinoxe vernal, sphère constituée, comme chez Platon, par « les cieux dans leur totalité » :

« Au point de vue astronomique, l'effet immédiat de la précession des équinoxes est de produire une augmentation uniforme de la longitude de tous les corps célestes, aussi bien fixes qu'errants. Car l'équinoxe vernal étant le point initial des longitudes, comme il l'est de l'ascension droite, toute rétrogradation de ce point sur l'écliptique se répercute pareillement sur les longitudes de tous les corps célestes, qu'ils soient au repos ou en mouvement, et produit proportionnellement à son amplitude, l'apparence d'un mouvement en longitude commun à tous, comme si les cieux dans leur totalité avaient une lente rotation autour des pôles de l'écliptique dans la longue période ci-dessus mentionnée, rotation analogue à celle qu'ils ont en vingt-quatre heures autour de ceux de l'équateur. Le lecteur, cela va sans dire, est prié d'observer et de garder présent à l'esprit que cet accroissement de longitude n'est, à proprement parler, ni en réalité ni en apparence un mouvement des étoiles. Il s'agit d'un résultat purement technique, naissant de ce que le point zéro à partir duquel les longitudes sont apprécées

(1) Timée, 34 a,

(1) 405 c.

recule graduellement. Une étoile fixe eût été choisie comme origine des longitudes que celles-ci eussent été invariables » (1).

Le mouvement de précession de la sphère du Grand Tout nous semble avoir été annoncé aussi dans les passages du *Timée*, de l'*Épinomis*, de la *République*, où il est question de « huit révolutions », dont les sept autres sont les mouvements propres des planètes.

Dans le *Timée*, on trouve d'abord les huit révolutions mentionnées en même temps que le Soleil, comme pour suggérer que le Soleil de printemps participe à la rétrogradation séculaire du point vernal :

« Or, afin qu'il y eût une mesure claire à leurs rapports de lenteur et de vitesse et que les huit révolutions suivissent leur route, le Dieu alluma un flambeau dans le deuxième circuit au-dessus de la Terre ; c'est à lui que nous donnons maintenant le nom de Soleil » (39 b)

Les « huit révolutions » sont encore mentionnées dans le fameux passage relatif à « l'année parfaite » :

« Le mois, c'est quand la Lune, ayant fait le tour de son orbite, a ratrapé le Soleil ; l'année, quand le Soleil a fait le tour de son orbite. Quant aux autres planètes, leurs révolutions n'ont pas été considérées par les hommes, à l'exception d'un tout petit nombre ; aussi ne donnent-ils pas de noms à ces révolutions ; leurs rapports mutuels, ils ne cherchent pas à les mesurer par l'observation et à les exprimer par des nombres, de sorte que, pour ainsi dire, ils ne savent pas qu'un temps est marqué par leurs courses errantes, qui occupent une durée incroyable et offrent des particularités merveilleses. Il n'en est pas moins possible cependant de se rendre compte que par le nombre parfait du Temps l'année parfaite est accomplie une fois que, toutes ensemble, les huit révolutions, ayant trouvé un commun multiple à leurs périodes respectives, arrivent à une somme qui contient un nombre exact de fois le cycle du Même, du Semblable en sa course » (39 c-d). (2).

Dans la *République*, au mythe d'Er le Pamphylien, sur lequel s'achève le dixième livre et le dialogue, le système formé par les mouvements propres des mobiles astronomiques est figuré par un fuseau, dont la tige sym-

(1) Sir John F. W. Herschel. *Outlines of Astronomy*. London 1887 (1^{re} édition : 1849), paragraphe 313, pages 202-203, trad. Lenis Blanche. Les termes techniques employés dans ce texte sont expliqués dans notre Appendice I. La longue période de 25 780 ans ici mentionnée est égale à 9 451 512 jours sidéraux. À noter que la « grande année » de Platon « contient un nombre exact de fois le cycle du Même, du Semblable en sa course ». (*Timée*, 39 e). Sur la date de la découverte de la précession des équinoxes, voir notre Appendice II.

(2) Il s'agit, selon nous, d'un nombre entier de jours sidéraux, le jour sidéral étant la période de la révolution diurne d'est en ouest du point vernal, période annoncée, à notre avis, par cette phrase du *Timée* : « La nuit, donc, et le jour sont nés de cette façon et pour ces raisons ; c'est la période de la révolution qui est une et la plus intelligente » (39 b-c). Cette révolution, antérieure à la création du soleil, n'a pas pour période le jour solaire. Elle n'est pas la révolution multiple des étoiles. À noter que l'expression « la nuit et le jour » désigne une période de 24 heures, sans allusion nécessaire au Soleil. Dans *Les Travaux et les jours*, Hésiode recommande à son frère d'« exposer les grappes au soleil dix jours et dix nuits, et de les mettre à l'ombre pendant cinq » (612). Or, comme chacun sait, le Soleil ne brille pas la nuit.

bolise l'axe des pôles de l'écliptique : les pesons s'emboîtent l'un dans l'autre, montrant le cercle de leurs bords pour représenter chacun un orbe. Or on peut y lire que « huit, c'était en effet le nombre total des pesons » (616 e), avant de voir l'auteur faire correspondre un peson à chacune des sept planètes, un peson au Tout, préciser que les planètes tournent en sens inverse du Tout, et laisser entendre que la révolution du Tout est la plus lente :

« Enfin, tandis que le fuseau tout entier tournait circulairement d'un mouvement uniforme, la révolution du tout comprenait la paisible révolution, en sens contraire de celle du tout, des sept cercles intérieurs » (617 a).

L'*Épinomis* fait allusion à une huitième révolution s'effectuant en sens inverse des sept autres dans ce passage consacré aux mouvements propres des mobiles astronomiques :

« Parlons encore de trois mouvements, qui sont ceux d'astres dont le cheminement, de compagnie avec le soleil et la lune, se fait vers la droite. Une divinité distincte, la huitième, doit être mentionnée également, celle que l'on pourrait désigner spécialement par le nom de « Cosmos », dont le cheminement a lieu en sens contraire du cheminement de tous les astres dont il a été question, et qui ne mène pas les autres puissances, ainsi qu'en auraient du moins l'impression des hommes qui ne savent pas grand-chose en ces matières ». (987 b).

2. Les révolutions hypothétiques des astres

Ce qui est dit, dans le *Timée*, touchant la signification astronomique de l'Ame du Monde, est fait d'hypothèses qui constituent un véritable traité de mécanique céleste. L'exposé de ces hypothèses intervient au moment où le Démonstrateur achève de constituer la série des nombres qui expriment les distances des orbes planétaires au centre du Monde :

« La série ainsi obtenue, d'un bout à l'autre il la fendit en deux dans le sens de la longueur ; ces deux bandes, il les fixa l'une sur l'autre par leur milieu en forme de X (khi) ; puis il les ploya pour former de chacune un cercle et réunit entre elles toutes les extrémités à l'opposé du point de croisement ; puis, du mouvement qui fait tourner les objets sur place et par les mêmes points, il les saisit par le pourtour, et de ces cercles il fit l'un extérieur, l'autre intérieur. Le mouvement du cercle extérieur, il l'adjudgea à la nature du Même, celui du cercle intérieur à celle de l'Autre. Le mouvement du Même, il le fit donc tourner horizontalement vers la droite, celui de l'Autre obliquement vers la gauche, et il donna la primauté à la révolution du Même et du Semblable : dans son unité, en effet, il la laissa indivise ; quant à la révolution intérieure, il la divisa en six pour en faire sept cercles inégaux, dont les distances correspondent aux intervalles doubles et triples (1), ceux-ci étant trois de chaque série ; il prescrivit à ces cercles d'aller en sens inverse les uns des autres, trois avec des vitesses

(1) L'allusion aux « intervalles doubles et triples » signifie que les distances des sept planètes au centre commun de la Terre et du Monde sont entre elles comme les sept nombres 1, 2, 3, 4, 8, 9, 27, série composée d'après deux progressions géométriques de quatre termes : l'une de raison double (1, 2, 4, 8), l'autre de raison triple (1, 3, 9, 27). L'ordre des orbes planétaires étant indiqué au mythe d'Er, on obtient cette loi des distances : 0, Terre ; 1 Lune ; 2, Soleil ; 3, Vénus ; 4, Mercure ; 8, Mars ; 9, Jupiter ; 27, Saturne.

égales, les quatre autres avec des vitesses inégales entre elles et à celles des trois précédents, mais tout d'un mouvement bien réglé » (36 b-d).

Nous venons de lire que trois cercles ont des vitesses égales. Il est dit un peu plus loin, dans le *Timée*, que « l'astre du matin et celui qu'on dit consacré à Hermès eurent des circuits dont le temps de révolution s'égalait à la course annuelle du Soleil » (38 d). Certains commentateurs ont vu là un embryon du système solaire.

Nous avons vu aussi deux familles de mouvements hypothétiques dont les plans fondamentaux sont l'équateur et l'écliptique. Le premier apparaît d'emblée plus important que le second, puisqu'il est dit horizontal et le second oblique. *Timée* renchérit plus loin : Le trajet de l'Autre, qui était oblique, croisait dans sa course le trajet du Même et était dominé par lui » (39 a-b). Et, en parlant des astres : « La révolution du Même et du Semblable les tient sous son commandement » (40 b). Pourquoi cette prééminence accordée, avec une telle insistance, à l'équateur céleste ?

A n'en pas douter, Platon veut se faire le propagandiste des coordonnées équatoriales pour la détermination des mouvements astronomiques. Dans les *Lois*, il avait fait le procès des coordonnées horizontales, qui masquent la circularité des orbes planétaires (1). Elles masquent d'ailleurs aussi la circularité des orbes stellaires. *Timée* détermine les directions des mobiles en se tournant vers le Sud. Or, si le regard de l'observateur pivote du Nord au Sud, le rayon des courbes décrites par les étoiles grandit et, à l'horizon Sud, elles sont presque des droites parallèles. De toute façon, l'observateur ne perçoit qu'une partie des orbites, sauf pour les étoiles circumpolaires, et il appartient à l'astronomie sphérique de compléter par des hypothèses les données de l'observation. Tel est précisément l'office des coordonnées équatoriales, préconisées par Platon (2).

Les coordonnées équatoriales horaires (angle horaire et déclinaison) signalent la « révolution du Même et du Semblable », que nous appelons aujourd'hui la révolution diurne collective de tous les astres, fixes ou errants, dans le sens rétrograde. Les coordonnées équatoriales célestes (ascension droite et déclinaison) signalent ce que *Timée* nomme le « mouvement de l'Autre », c'est-à-dire les révolutions zodiacales des sept astres errants dans le sens direct, mouvements propres auxquels la sphère des étoiles fixes, laissée en repos par ce système de coordonnées où elle est une surface de référence, ne participe point.

(1) « — L'ATHÉNIEN : Nous autres Grecs, tous si je puis dire, nous tenons, chers amis, un langage erroné au sujet de grandes Divinités : c'est à la fois Soleil et Lune que je veux dire.

— CLINIAS : Et en quoi consiste cette erreur ?

— L'ATHÉNIEN : Nous disons de ces divinités, ainsi que de certaines autres avec elles, qu'elles ne suivent jamais la même route, et, pour cette raison, nous les appelons des astres errants, des « planètes » (...). Ce n'est pas une doctrine juste, mes chers amis, concernant la lune, le soleil et les autres astres, celle qui est accréditée et d'après laquelle ce sont bien des astres errants, alors que c'est tout le contraire qui est la vérité : chacun d'eux parcourt en effet la même route, et, non pas plusieurs, mais en cercle une seule et toujours, tandis qu'en apparence multiple est sa trajectoire. » 821 b et 822 a. Robin, t. II, pp. 912 et 914.

(2) Voir ci-après, l'Appendice I.

Nous voici parvenus au paragraphe terminal, où git le secret du *Timée*. Ce paragraphe s'appuie sur les données de l'observation pour classer les astres et décrire leurs mouvements. Il contient aussi l'explication de ces mouvements à l'aide d'hypothèses.

IV. - L'astronomie physique du « *Timée* »

1. L'astronomie poétique devant les données de l'observation

Pour bien entendre le paragraphe capital, à la fois descriptif et explicatif, que nous abordons, il importe de savoir sur quels critères l'astronomie d'observation classait alors les astres et quels phénomènes l'intriguaient.

La classification platonicienne des astres en étoiles (ou constellations) et planètes est fondée sur la considération de leur position relative sur la sphère locale et sur l'horizon local. Cette classification précède immédiatement, dans le *Timée* (40 a-c) la phrase célèbre relative à la position et à l'état de mouvement de la Terre.

Les étoiles offrent deux caractéristiques. Ce sont, d'une part, « les astres qui n'errant pas », c'est-à-dire dont la position relative sur la sphère locale ne change pas (ou ne change qu'insensiblement au cours des millénaires), de sorte qu'un Aratus pourra décrire les constellations une fois pour toutes ; elles sont, d'autre part, « les astres qui, doués de révolution circulaire selon les mêmes points, en même place toujours demeurent », ce qui veut dire que ces astres se lèvent et se couchent chaque année aux mêmes points de l'horizon local.

Les planètes se reconnaissent à deux signes distinctifs. Ce sont, d'une part, « les astres qui ont une course errante », parmi les étoiles. Ce sont, d'autre part, « les astres qui reviennent sur leurs pas ». Cette locution, qui peut surprendre le lecteur d'aujourd'hui, érige en une loi valable pour la Lune, Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne, le balancement annuel entre deux points tropiques de l'horizon, qui caractérise les coordonnées horizontales du Soleil : entre deux solstices d'été ou d'hiver consécutifs, le Soleil levant ou couchant fait un aller et retour sur l'horizon local, qui modifie chaque jour les points de son lever et de son coucher. En somme, comme nous l'avons vu dans le *Timée*, on ne connaissait guère, en fait de planètes, que le Soleil et, beaucoup moins, la Lune.

Les lecteurs auxquels s'adressait le *Timée* avaient eu pour maîtres en astronomie Homère et Hésiode. Or, en matière d'astronomie stellaire, ces deux poètes s'intéressent au lever et au coucher des astres, donc à leur mouvement annuel, non à leur mouvement diurne. Et, en matière d'astronomie planétaire, ils ne s'intéressent guère qu'au Soleil, bien qu'ils nomment aussi la Lune, ainsi que Vénus, désignée comme l'Etoile du soir ou comme l'Etoile du matin (1).

Homère mentionne plus d'une fois le moment où les étoiles plongent dans l'Océan ou en émergent, autrement dit leur coucher et leur lever annuels. Dans l'*Illiade*, il chante par deux fois une étoile qu'il ne nomme

(1) Etoile du soir (*Illiade*, XXII, 317) ; Etoile du matin (*Illiade*, XXIII, 226 ; *Théogonie* d'Hésiode, 382).

point — Sirius, du Grand Chien. D'abord, à l'apparition de Diomède : « On dirait l'astre d'automne qui resplendit d'un éclat sans rival quand il s'est baigné dans l'Océan ». Ensuite, lorsqu'il nous fait admirer Achille « tout brillant, dans sa course à travers la plaine, comme l'astre qui vient à l'automne... et qu'on appelle le chien d'Orion », chasseur de l'Ourse (1). Dans l'*Odyssée*, il y a un moment où « Ulysse regardait les Pléiades, le Bouvier lent à se coucher, et l'Ourse qu'on appelle aussi le Chariot, qui tourne sur place en guettant Orion et, seule des constellations, ne se baigne pas dans l'Océan » (2).

Quant à l'astre du jour, Homère ne se borne pas à évoquer son lever et son coucher (3). Il est le premier à faire état de son mouvement annuel sur l'horizon, dans ces vers de l'*Odyssée* :

« On appelle Syros — connais-tu ce nom -là ? — une île qui se trouve au-dessus d'Ortygie, où sont les tournants du Soleil » (4).

Du mot grec *tropos*, employé ici pour dénommer un « tournant » ou retour en arrière du Soleil à chaque solstice, on a fait dériver le mot *tropique*, pour désigner le cercle que le Soleil décrit au solstice d'hiver ou au solstice d'été sur la sphère céleste.

Homère était-il si savant ?

A qui veut se faire une idée des raisons pour lesquelles le savoir astronomique d'Homère était porté aux nues par Héraclite et Platon (5), il convient de s'arrêter au bouclier d'Achille, décrit au chant XVIII de l'*Iliade*. On a voulu voir dans le décor de ce bouclier, forgé par Héphaestos pour Achille à la demande de sa mère Thétis, un système du monde. Nous y voyons, nous, une annonce des cercles servant à l'appréciation des coordonnées astronomiques :

« Héphaestos y crée un décor multiple, fruit de ses savants pensers.

Il y figure la terre, le ciel et la mer, le soleil infatigable et la lune en son plein, ainsi que tous les astres dont le ciel se couronne, les Pléiades, les Hyades, la Force d'Orion, l'Ourse — à laquelle on donne le nom de Chariot — qui tourne sur place en regardant Orion, et qui, seule, ne se baigne jamais dans les eaux d'Océan » (6).

Si on analyse cet ensemble, on y découvre trois groupes d'objets :

- 1 — la terre, le ciel et la mer ;
- 2 — le Soleil, la Lune, « ainsi que tous les astres dont le ciel se couronne » ;
- 3 — quatre constellations : les Pléiades, les Hyades, Orion, l'Ourse (notre Grande Ourse).

(1) *Iliade*, V, 5 (Diomède), XXII, 26 (Achille).

(2) *Odyssée*, V, 272-275.

(3) *Iliade*, VII, 421 (lever du Soleil), VIII, 485 (coucher du Soleil).

(4) *Odyssée*, XV, 404.

(5) « Homère, selon Héraclite, connaissait aussi les lois des astres » (frag. 44 a). « Maître de la plupart est Hésiode : ils s'imaginent qu'il possédait le plus grand savoir, lui qui ne connaissait ni la nuit ni le jour. Car c'est tout un » (fragm. 65). D'autre part, Ion, dans le dialogue platonicien qui porte son nom, déclare que, dans l'*Iliade*, « Homère a fait mieux assurément » qu'Hésiode ou le reste des poètes sur « ce qui se passe dans le ciel » (351 c-d).

(6) *Iliade*, XVIII, 483-489.

Quels sont les constituants du groupe des « astres dont le ciel se couronne » ? Ces astres ne sont pas innombrables, puisqu'on peut les faire figurer tous sur le bouclier ; et, d'autre part, ils forment une couronne autour du ciel. Seul l'ensemble des douze constellations zodiacales ou écliptiques répond à ce signalement. Le Zodiaque apparaît effectivement comme une couronne limitée par deux parallèles équidistants d'un grand cercle, qui est l'écliptique. Cette zone, qui s'étend sur 17 degrés de latitude, a été divisée en douze signes de 30 degrés chacun (diamètre moyen du Soleil), et dont chacun était occupé, à l'époque où cette division a été opérée, par une constellation. De ces douze constellations, il y en a toujours six au-dessus de l'horizon nocturne et, au bout d'une année, les douze auront été visibles. Les signes du Zodiaque étaient appelés « les maisons du Soleil », parce que le Soleil passe un mois dans chaque constellation zodiacale. Mais les six autres astres errants ne quittent jamais le Zodiaque. Dans ce texte, Homère associe, non seulement le Soleil, mais aussi la Lune aux constellations du Zodiaque. Hésiode y associe Vénus, quand il dit qu'« Aurore enfantait l'Etoile du matin et les astres étincelants dont se couronne le ciel » (1). Signalons, en passant, que, pour Homère, Vénus était « un astre qui va parmi les astres » (2), donc une planète et non une étoile fixe.

Quand on examine attentivement le décor ciselé sur le bouclier d'Achille, on y trouve des indications qui permettent d'identifier quatre cercles astronomiques : l'écliptique, l'équateur, l'horizon, le cercle de visibilité perpétuelle.

L'écliptique, en premier lieu, ce grand cercle qui partage le Zodiaque en deux parties égales : le Soleil et la Lune « en son plein » ne peuvent être vus en même temps que si la Lune est sur l'écliptique, en opposition avec le Soleil ; d'autre part, l'écliptique passe entre les Pléiades et les Hyades (3).

L'équateur qui, de nos jours, coupe Orion en deux, devait frôler, au temps d'Homère, Betelgeuse, la plus belle étoile d'Orion (la Force d'Orion ?).

Du fait que la Grande Ourse ne descend jamais au-dessous de l'horizon pour prendre part aux bains dans l'Océan, elle définit en tournant sur place le cercle de visibilité perpétuelle. Il se trouve au surplus que la Grande Ourse tourne en un an autour du pôle de l'équateur.

Il n'est pas interdit de voir là une série de coïncidences. Mais comment expliquer que l'auteur de l'*Iliade* ait jugé le Bouvier, le « chien d'Orion » et Vénus indignes de figurer sur le bouclier d'Achille, alors qu'il attribue au chien d'Orion « un éclat sans rival » et fait de l'Etoile du soir « le plus beau des astres qui se tiennent dans le ciel » ? Ce serait, à notre avis, une explication paresseuse que d'affirmer purement fortuit le choix exclusif, par les « savants pensers » d'Héphaestos : d'une constellation écliptique (le Taureau, qui est un des signes du Zodiaque, et auquel se rattachent les Pléiades et les Hyades) ; d'une constellation équatoriale (Orion), et d'une constellation circumpolaire (l'Ourse) (4).

(1) *Théogonie*, 382.

(2) *Iliade*, XXII, 317.

(3) « Les étoiles du Taureau, notamment les Pléiades, étaient pour les Egyptiens, pour les Chinois et encore pour les premiers Grecs, les étoiles de l'équinoxe ». Camille FLAMMARION, *Astronomie populaire*, nouvelle édition, Paris, 1955, p. 46. En fait, à l'époque d'Homère (vers 1 000 av. J.-C. ?), l'équinoxe était au milieu du Bélier.

(4) Voir l'Appendice III.

Dans *Les Travaux et les Jours*, d'Hésiode, les Travaux, qui sont la première partie du poème, contiennent une véritable « Astronomie agricole et nautique ». Les trois quarts de ce calendrier sont consacrés aux travaux des champs, le reste à la navigation. S'adressant à son frère Persès, Hésiode lui indique à quel moment de l'année doit être effectuée chacune des tâches de la vie paysanne, en quel temps il est bon de naviguer, en quel autre il est plus prudent de tirer le navire à sec. Il se réfère, pour donner ces dates, au mouvement annuel des étoiles et du Soleil par rapport à l'horizon. Il nomme les mêmes constellations qu'Homère, à l'exception de l'Ourse qui, n'ayant ni lever ni coucher, n'offre point d'usage calendaire : le Bouvier, qu'il appelle la constellation d'Arcture, notre Arcturus ; Orion, qu'il appelle tantôt de ce nom, tantôt, comme Homère, la Force d'Orion ; Sirius, nom qui désigne sans doute, par sa magnifique étoile blanche, le Grand Chien tout entier ; les Pléiades et les Hyades. Les jalons fournis par les astres fixes sont : le lever, le coucher, plus rarement le passage au méridien, qu'il nomme, en reprenant textuellement Homère, (1) le milieu du ciel (609-610).

En ce qui concerne le Soleil, dont l'oscillation donne la mesure de l'année tropique ou des saisons, Hésiode parle à trois reprises de ses « tournants », pour marquer le solstice d'hiver ou d'été. Il recommande de labourer avant le solstice d'hiver, sans « attendre les jours où tourne le soleil » (479) ; de tailler les vignes deux mois après le solstice d'hiver, « quand Zeus, après qu'a tourné le soleil, a parfait soixante jours d'hiver » (563-564) : de ne pas s'aventurer sur mer pendant plus de cinquante jours après le solstice d'été, car « c'est cinquante jours, à partir du tournant du soleil (tropas helioio), au cœur du lourd été, que, pour les mortels, dure la saison navigante » (663-665).

Qu'avons-nous appris, en étudiant l'astronomie d'Homère et d'Hésiode ?

Nous avons appris qu'en astronomie de position, les « phénomènes » ont un âge et peuvent devenir caducs.

Seuls les initiés savent aujourd'hui que les étoiles ont un mouvement annuel : leur révolution diurne est un « phénomène », depuis que le télescope a permis de voir les étoiles en plein jour. D'autre part, en quelque point de la Terre qu'il se trouve, un observateur terrestre ne peut voir, au cours d'une révolution, qu'une « zone », un certain pourcentage de la sphère locale. Le « mouvement diurne de la sphère des fixes » n'est donc pas une donnée de l'observation ; c'est une double hypothèse, sur la période du mouvement et sur la forme du mobile ; hypothèse imaginée pour rendre compte d'apparences observées nuit après nuit au cours d'une année.

Quant au balancement annuel du Soleil sur l'horizon, il a cessé, depuis belle lurette, d'être un phénomène. Nicolas Copernic s'est évertué à en rendre compte, en attribuant au globe terrestre un mouvement de précession de son axe dans le sens rétrograde, autour d'un axe perpendiculaire au plan de l'écliptique, avec l'année tropique pour période. Mais, ni ses successeurs immédiats, comme Kepler, ni même ses contemporains, ne sont parvenus à comprendre de quelles apparences ce « troisième mouvement » de la Terre était chargé de rendre compte.

(1) *Iliade*, XVI, 777. « Tandis que le soleil, dans sa course, occupe le milieu du ciel... ».

2. Les problèmes astronomiques et leur résolution

Il s'agissait donc, avant tout, pour l'auteur du *Timée*, d'expliquer deux sortes de phénomènes :

— le fait que les constellations sont des astres fixes, ayant un lever et un coucher annuels aux mêmes points de l'horizon local, et décrivent toujours les mêmes courbes sur la voûte céleste ;

— le fait (érigé en loi générale du mouvement planétaire) que le Soleil se lève et se couche chaque jour en des points différents de l'horizon, et revient périodiquement sur ses pas.

Le premier degré de l'explication consistera à rétablir dans leur intégrité les mouvements apparents dont nous ne percevons qu'une partie sur la voûte céleste, à partir d'un lieu déterminé de la Terre. Le deuxième degré de l'explication consistera à chercher la cause des mouvements apparents, ainsi reconstitués.

La théorie du Même et de l'Autre suffit à une explication du premier degré.

La révolution du Même et du Semblable signifie que tous les astres sont entraînés de l'est vers l'ouest et décrivent quotidiennement des orbites circulaires, avec l'équateur pour plan fondamental. Le fait que, dans la révolution diurne, les vitesses sont inégales, rend compte de la révolution annuelle des étoiles : leur mouvement annuel résulte de l'avance quotidienne qu'elles prennent sur le Soleil.

Du temps de Platon, le vulgaire admettait généralement que tous les astres vont d'est en ouest et que le retard des planètes et, en particulier, du Soleil sur les étoiles explique leurs révolutions zodiacales d'ouest en est : les planètes semblent aller en sens inverse des étoiles, parce qu'elles cheminent plus lentement que les étoiles. On estimait que la Lune, du fait qu'elle accuse le plus grand retard quotidien sur les étoiles, est la planète la plus lente ; et que Saturne, qui a le plus petit retard quotidien sur les étoiles, est la planète la plus rapide. Dans le *Timée*, chaque planète sera dotée d'un mouvement propre en sens inverse du mouvement diurne collectif des astres. La Lune, qui fait le tour du Ciel dans le sens direct en trente jours, sera la planète la plus rapide ; et Saturne, qui fait le tour du Ciel en trente ans, sera la planète la plus lente. C'est en sens inverse les unes des autres et non plus des étoiles que les planètes sembleront aller, par suite de l'inégalité de leurs vitesses respectives.

En vertu de la révolution de l'Autre, les planètes circulent d'ouest en est sur des cercles, les années planétaires respectives étant des périodes inégales, et l'écliptique étant le plan fondamental. Cette hypothèse permet d'interpréter le balancement annuel du Soleil comme un mouvement hélicoïdal dont une partie seulement est visible. *Timée* s'en était expliqué, après avoir annoncé les révolutions zodiacales des planètes dans le sens direct autour de l'axe des pôles de l'écliptique :

« Mais, par l'effet de la révolution du Même, celles dont le cycle était le plus rapide semblaient, les rattrapant en fait, se laisser rattraper par celles qui allaient plus lentement ; en effet, toutes leurs orbites, cette révolution les enroulait en hélice, du fait que c'est suivant deux plans que la planète devait en sens inverse simultanément avancer » (1).

(1) *Timée*, 39 a, Robin, t. II, p. 464.

Le moment nous semble venu de placer sous les yeux du lecteur le passage du *Timée* que nous interprétons, de manière qu'il puisse y retrouver d'emblée : le Cosmos, les deux grandes classes d'astres, les phénomènes observables et le premier degré de leur interprétation. La création par le Démon de ces Dieux visibles qui constituent l'espèce céleste des vivants est le thème du morceau :

« Pour ce qui est de l'espèce divine, la plus grande partie de sa substance fut constituée de feu, afin qu'elle offrît à la vue le plus grand éclat et la plus grande beauté ; pour qu'elle fût à l'image du Tout, il lui donna une forme bien ronde ; puis il l'installa dans la révolution intelligente du cercle le plus puissant, pour qu'elle en suive la course ; il distribua en effet les astres par toute la voûte du Ciel, pour qu'elle fût un cosmos véritable, orné partout de leurs broderies. En fait de mouvements, il en a attaché deux à chacune : d'abord le mouvement en même place et selon les mêmes points, car chacun sur les mêmes objets roule toujours, d'accord avec soi, les mêmes pensées ; en second lieu, le mouvement en avant, car la révolution du Même et du Semblable les tient sous son commandement. Sous le rapport des cinq autres mouvements, chacun fut immobile et en repos, afin qu'il eût le plus possible de perfection. Et voilà pour quelle cause sont nés tous ceux des astres qui n'errant pas, vivants divins et éternels, qui doués de rotation selon les mêmes points, en même place toujours demeurent ; quant à ceux qui reviennent sur leurs pas et ont une course errante, telle que nous l'avons plus haut décrite, nous avons dit aussi de quelle façon ils sont nés. Quant à la Terre, notre nourrice, elle se tient en roulement sur l'essieu qui traverse l'Univers ; elle est, par ce mécanisme, la gardienne et l'ouvrière de la nuit et du jour ; c'est la première et la plus ancienne des divinités qui sont nées à l'intérieur du Ciel. Or, décrire les chœurs dansés par ces planètes, leurs approches l'une vers l'autre, les régressions et les avances de leurs cercles sur eux-mêmes ; dire, dans leurs conjonctions, lesquelles de ces Divinités se mettent les unes devant les autres et combien sont à l'opposé, montrer lesquelles se font l'une à l'autre écran, et au bout de quels temps chacune se cache à nos yeux pour de nouveau reparaitre, jetant ainsi l'effroi et, sur les suites de ces événements, apportant des présages aux gens qui ne sont point capables de les soumettre au calcul, voilà ce qu'on ne saurait faire sans mettre sous les yeux une représentation mécanique de ces mouvements : ce serait un labeur vain ! Mais en voilà assez comme cela sur ce sujet ; à cet exposé sur la nature des Dieux visibles et sujets à la naissance, mettons fin » (1).

Le second degré de l'explication consiste en deux choses : distinguer, chez les mobiles astronomiques, le mouvement réel du mouvement apparent, déterminer les causes du mouvement apparent.

Voici, à notre avis, en quoi consiste, dans ce paragraphe, le second degré de l'explication, autrement dit : l'hypothèse astronomique de Platon :

Les astres, en raison de leur sphéricité, ont deux mouvements qui leur sont propres : la rotation sur place, qui appartient aux étoiles fixes ; la progression par roulement, qui appartient aux astres dits errants. Ces deux révolutions circulaires sont deux espèces d'un même genre : « le mouvement en même place et par les mêmes points ». Ce qui veut dire que les orbites planétaires sont fixes.

(1) *Timée*, 40 a-d. Robin, t. II, pp. 455-456.

Outre ce genre de mouvements réels, les astres ont un mouvement fictif, le « mouvement en avant » : c'est leur révolution diurne d'est en ouest sur des orbites parallèles à l'équateur.

Le mouvement apparent des astres résulte de ce que leur mouvement fictif vient se superposer à leur mouvement réel.

Dans le cas des étoiles, la révolution diurne se compose avec la rotation sur place. « Et voilà pourquoi il y a des astres qui n'errant pas, des astres qui, doués de rotation suivant les mêmes points, en même place toujours demeurent ».

Dans le cas des astres dits errants, la révolution diurne d'est en ouest selon l'équateur se compose avec la révolution annuelle d'ouest en est selon l'écliptique, et la résultante est une trajectoire hélicoïdale. « En effet, (comme nous l'avons vu plus haut) cette révolution du Même enroulait toutes leurs orbites en hélice, du fait que c'est suivant deux plans que la planète devait avancer simultanément en sens inverse ».

Mais pourquoi cette révolution fictive du Même et du Semblable, qui « tient tous les astres sous son commandement » ?

La réponse est énoncée en toutes lettres : parce que la Terre effectue, autour d'un axe perpendiculaire à l'équateur céleste, une rotation sur place qui a pour période le jour.

On peut donc admettre que, pour l'auteur du *Timée* :

1 — les étoiles sont en rotation sur place ;

2 — les planètes sont en translation sur des orbites circulaires fixes, dans le sens direct, cette translation étant une progression par roulement ; (1)

3 — la Terre est en rotation sur place autour de l'axe des pôles de l'équateur céleste, rotation réelle qui a pour effet l'illusion d'un mouvement de tous les astres dans le sens rétrograde, parce qu'elle s'effectue dans le sens direct.

A la réflexion, l'hypothèse astronomique de Platon n'est pas sans analogie avec celle que proposera plus tard Tycho-Brahé. En effet, tout en étant « géocentrique » c'est-à-dire en mettant la Terre au centre de la sphère du Monde, sinon des orbites planétaires, elle semble faire, en un certain sens, de l'Univers, un système « solaire ». C'est vraisemblablement le mouvement diurne d'est en ouest du Soleil, seul astre à se lever et à se

(1) John BURNET écrit, dans son livre sur *L'aurore de la philosophie grecque*, Payot, 1952, page 125, note 1 : « L'opinion que les planètes se mouvaient circulairement de l'ouest à l'est est attribuée par Aëtius, II, 16, 3, à Alcéméon (parag. 96), ce qui implique à coup sûr que Pythagore ne la professait pas. Comme nous le verrons (parag. 152), il est loin d'être certain que ce fût celle d'un quelconque des Pythagoriciens. Il semble plutôt que ce fut une découverte de Platon ». C'est possible, mais on peut lire dans la *Métaphysique* d'Aristote, à propos d'une théorie : « Sensiblement la même paraît avoir été la doctrine d'Alcéméon de Croton, soit que celui-ci ait reçu ses idées des Pythagoriciens, ou ces derniers d'Alcéméon, car il florissait au temps de la vieillesse de Pythagore, et les doctrines sont presque identiques ». (A, 5, 986 a, 25, trad. Tricot, p. 25).

D'autre part, Platon, meilleur géomètre qu'Aristote, savait que la progression orbitale de la Lune est accompagnée d'un « roulement » d'égale durée. Pour un observateur solaire, il n'y a pas de « face cachée » de la Lune : il la voit effectuer une rotation mensuelle dans le même sens que la translation.

coucher tous les jours, seul astre à décrire manifestement les deux moitiés du grand cercle de l'équateur aux équinoxes, qui a suggéré, en un temps où on ne voyait pas les étoiles le jour faute de télescopes, l'hypothèse du mouvement quotidien de tous les astres, fixes ou errants, s'effectuant « horizontalement vers la droite ». C'est sur le modèle de la progression par roulement attribuée au Soleil sur l'écliptique par la page 409 a du Cratyle (« le Soleil roule sans cesse autour de la Terre dans sa course ») que les autres planètes se meuvent « obliquement vers la gauche ». C'est sur le modèle du balancement périodique apparent du Soleil entre les points tropiques de l'horizon que sont imaginés, pour toutes les autres planètes, des balancements analogues, ainsi qu'un mouvement hélicoïdal.

L'arbitraire de ces deux généralisations, touchant les mouvements apparents et les mouvements hypothétiques des astres errants autres que le Soleil, n'avait pas entièrement échappé à l'auteur du Timée. Nous l'avons vu regretter que fussent seuls connus de son temps, sauf par un petit nombre, les mouvements apparents du Soleil et de la Lune. Nous l'avons vu reconnaître ensuite l'insuffisance de sa théorie des planètes (1).

Platon ignorait-il que sa théorie du Soleil, pour être complète, exigeait de la Terre un second mouvement, destiné à rendre compte de la rétrogradation séculaire du Soleil sur le grand cercle de l'écliptique ?

Nous avons deux raisons, l'une fournie par l'auteur du traité Du Ciel, l'autre par l'auteur de la République, d'incliner à croire que, pour Platon, la Terre du Timée était dotée d'un mouvement de précession.

Aristote, en effet, dans son traité Du Ciel, a cru nécessaire de réfuter une théorie pythagoricienne et une théorie platonicienne qui attribuaient deux mouvements à la Terre. Il argumente comme suit :

« Tout ce qui se meut d'un mouvement circulaire est manifestement laissé en arrière et doué de plusieurs mouvements au lieu d'un seul, à l'exception toutefois de la première Sphère. Par conséquent, il est nécessaire que la Terre, elle aussi, soit qu'elle se meuve autour du centre, soit qu'elle réside au centre, se meuve de deux mouvements. Mais s'il en est ainsi, il y aura nécessairement des mutations et des mouvements de conversion des

(1) « Simplicius dit que Platon avait demandé à l'astronomie d'inventer des combinaisons de mouvements circulaires parfaitement réguliers susceptibles de sauver d'une manière permanente le phénomène des mouvements apparents des planètes. Il ajoute, sur l'autorité de Sosigène, qui tenait à son tour le renseignement d'Eudème, que les premiers savants grecs qui se soient inspirés de ce principe de Platon étaient Eudoxe de Cnide et Héraclide du Pont ». Charles MÜLLER. *La physique de Platon*, Paris, Klincksieck, 1960, p. 37. On sait que, dans le système d'Eudoxe, dit des sphères homocentriques, certains ont cru trouver une explication de la précession des équinoxes. Signalons que, pour Platon, il était difficile d'expliquer les changements du diamètre apparent de la Lune, décrits par l'*Epinomis* (978 d et 979 a), en laissant la Terre au centre de toutes les orbites planétaires.

O. F. GURFF ignorait que Platon eût parlé, dans l'*Epinomis*, des variations du diamètre apparent de la Lune, qui attestent celles de sa distance à la Terre. Pourtant, aux pages 151-172 de *Die kosmischen Systeme der Griechen* (Berlin 1851), il faisait de Platon « le véritable auteur du système héliocentrique ». Il fut réfuté l'année suivante par Boeckh, qui appela l'attention sur les « lieux astronomiques » de l'*Epinomis*, dans ses *Untersuchungen über das kosmische System des Platon*, (Berlin 1852). Boeckh croit la Terre de Platon en repos, alors que l'*Epinomis* (938 c) enseigne le mouvement de la Terre, en attribuant à celle-ci une âme motrice, et en vantant l'exactitude avec laquelle notre globe accomplit sa révolution.

étoiles fixes. Or l'observation ne constate rien de semblable, mais toujours les mêmes étoiles ont leur lever et leur coucher aux mêmes régions de la Terre » (1).

Aristote a tort, en ce qui concerne la précession des équinoxes. L'angle d'obliquité, c'est-à-dire l'angle formé par l'équateur et l'écliptique n'est aucunement affecté par le mouvement du cercle équatorial qui fait faire aux points équinoxiaux le tour de l'écliptique en 26.000 ans. Il suit de là que la précession des équinoxes n'entraîne aucun changement de l'azimut des points du lever et du coucher des étoiles. Un tel changement doit résulter de la variation de l'angle d'obliquité, et devenir sensible à longue échéance, si, par exemple, a été édifié, pour des millénaires, un alignement mégalithique dirigé vers le point de lever annuel d'une certaine étoile.

Le second mouvement que, selon Aristote, Platon aurait attribué à la Terre était nécessairement un mouvement de précession, tout autre mouvement (nutaton, libration) étant interdit au globe terrestre et à son axe par le Phédon (108 e - 109 a).

En traduisant le passage du Pseudo-Plutarque ou Aétius (lib. III, cap. xiii) relatif aux idées d'Héraclide du Pont et d'Ecphantus le Pythagoricien sur le mouvement de la Terre, un astronome contemporain a dit que « Héraclide remue la Terre comme une toupie, d'ouest en est, autour de son propre centre » (2). Quand on sait qu'Héraclide a dirigé l'Académie en l'absence de Platon, cette traduction est très suggestive. En effet, le mouvement d'une toupie est double : d'une part, la toupie tourne uniformément autour de son axe propre ; d'autre part l'axe de la toupie tourne uniformément autour d'un axe perpendiculaire au plan sur lequel la toupie est posée : ce dernier mouvement est appelé la « précession régulière » de la toupie, ou l'« effet gyroscopique » de sa rotation.

Platon n'a pas été le seul à avoir assimilé la Terre à une toupie. On trouve cette assimilation chez Copernic, qui dote la Terre d'un mouvement de rotation diurne et d'un mouvement de précession annuel s'effectuant dans le même sens ; chez Képler (voir fig. 2) ; chez d'autres encore (3).

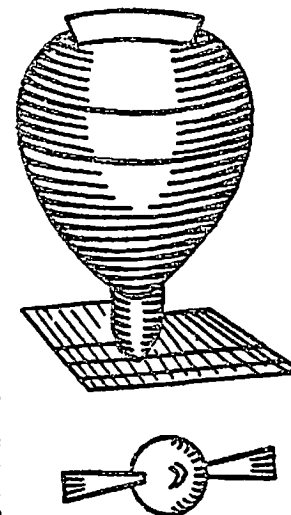


Fig. 2. — Le mouvement diurne de la Terre, d'après Jean Képler. Ch. Johannes KEPLER, *Gesammelte Werke*, Band VII. *Epitome Astronomiae Copernicanae. Liber primus. Pars quinta. De motu diurno.* MDCKVIII, réédité à Munich par Max Caspar, 1953, page 85.

(1) *De Coelo*, II, 14, 296 a - 296 b.

(2) Paul Coudenc. *Les étapes de l'astronomie*, P.U.F., 1945, p. 56.

(3) Le chapitre V du livre de Georges GAMOW sur *La gravitation* a pour titre : « La Terre considérée comme une toupie ». Dans un article sur *Les Gyroscopes*, publié en 1966 par la Revue « Atomes », Paul SAVER estime que « la Terre est un bon gyro » (p. 611). Rappelons que FOUCAULT, l'inventeur du gyroscope, présentait ainsi son appareil dans un Mémoire de 1852 : « J'examinerai d'abord le cas où le corps tournant autour de son axe propre est en même temps assujéti sur un axe vertical autour duquel il est libre de se mouvoir en même temps ».

Les Anciens appréciaient beaucoup la toupie, que les Grecs nommaient strobilon, strombon ou bembix, et les Latins turben ou turbo. Nous savons, par Les Oiseaux d'Aristophane, qu'une des toupies grecques était le « sabot » jouet auquel on donne des impulsions successives à l'aide d'un fouet à lanière, et que les fouets de Corcyre étaient renommés pour cet usage. Il nous est d'ailleurs parvenu des « sabots » grecs, dont certains



Fig. 3. — Deux modèles de toupies en terre cuite à fouet (« sabots ») et une peinture de vase. British Museum, a guide to the exhibition illustrating greek and roman life. 2^e éd., 1920, fig. 235, p. 186.

sont conservés au British Museum. Sur certains vases de la Grèce antique, on voit la toupie, le fouet, le joueur (voir fig. 3). Les Grecs connaissaient

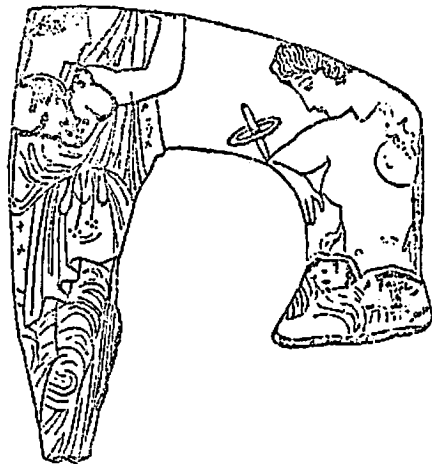


Fig. 4. — Consultation du sort avec le toton. Ch DAREMBERG et SAGLIO, Dictionnaire des antiquités grecques et romaines, Tome V, figure 7173, page 541.

semble fort à ce qui sera, au XIX^e siècle, le gyroscope de Foucault.

Les fouilles n'ont pas encore livré, ni l'iconographie représenté, la « toupie proprement dite », qui se lance une fois pour toutes avec une corde, mais il semble bien que ce soit le strobilon dont Platon parle dans la République. Que Platon n'ait rien ignoré des propriétés mécaniques de la toupie symétrique, il suffit, pour s'en convaincre, de lire cette page où est exposée, sous une forme succincte, une théorie détaillée des mouvements d'une toupie en rotation sur place : mouvement de sa circonférence, mouvements de son axe vers la droite ou vers la gauche (nutation), vers l'avant ou vers l'arrière suivant le sens dans lequel la toupie tourne (précession) :

« Et si notre interlocuteur poussait plus loin la plaisanterie, disant avec subtilité que la toupie est tout entière immobile et en mouvement, quand elle tourne retenue au même endroit par sa pointe, ou qu'il en est de même de quelque autre objet mû en cercle autour d'un point fixe, nous n'admettrions pas ces allégations ; parce que ce n'est pas dans les mêmes parties que de telles choses sont alors en repos ou en mouvement ; nous dirions qu'elles ont un axe et une circonférence, que, par rapport à l'axe, elles sont immobiles, — puisque cet axe n'incline d'aucun côté — et que par rapport à la circonférence elles se meuvent circulairement ; mais lorsque le corps en mouvement incline avec lui la ligne d'axe vers la droite ou vers la gauche, vers l'avant ou vers l'arrière, alors il n'y a immobilité sous aucun rapport » (1).

On aura noté que Platon déclare cette théorie valable, non seulement pour la toupie, mais « pour quelque autre objet mû en cercle autour d'un point fixe » ; et que sa toupie est symétrique, sinon sphérique.

Il n'est donc pas impossible que la Terre du Timée ait été dotée d'un mouvement de précession de son axe autour d'un axe perpendiculaire au plan de l'écliptique.

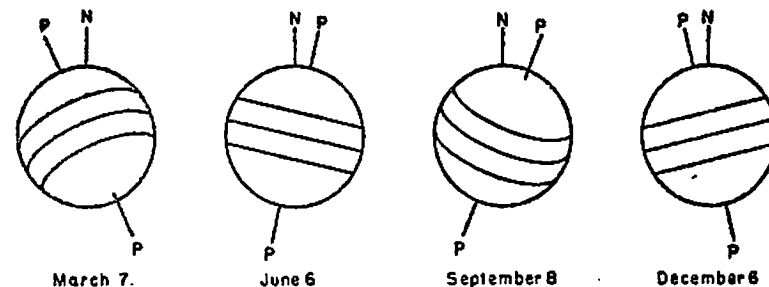


Fig. 5. — Les positions relatives de l'axe solaire PP par rapport à l'axe N passant par le point Nord du disque solaire au cours d'une année. D'après Donald H. MENZEL, Our Sun, 1959, fig. 25, p. 38.

(1) République, 436 d. Traduction et notes par R. Baccou, Garnier-Flammation, Paris, 1966, page 189. Il est curieux de constater que, si la rotation d'ouest en est du globe solaire, attestée par le mouvement des taches, s'effectue en 25 jours, l'axe du Soleil est animé, au cours d'une année, d'un mouvement par rapport à un axe Nord-Sud (voir Fig. 5). On peut se demander si ce n'est pas pour avoir découvert ce mouvement que les observateurs de la Grèce antique, l'ayant interprété comme une précession, voyaient le Soleil en rotation sur place, comme une toupie qui « dort ».

V. - CONCLUSION

Si l'on veut schématiser, dans un ordre chronologique, le cours de la pensée chez Platon astronome, on discerne trois démarches successives :

La première est l'établissement des lois qui régissent les translations apparentes des astres, telles qu'elles s'observent sur la calotte céleste, au-dessus de l'horizon d'un lieu situé aux latitudes moyennes : mouvement annuel des fixes, balancement saisonnier des points de lever et de coucher du Soleil, étendu par induction à tous les astres errants.

La démarche qui vient ensuite constitue un premier degré d'explication. Elle consiste, pour rendre compte de ce qui a été observé, à le compléter, en introduisant des hypothèses sur ce que les astres deviennent entre leur coucher et leur lever. On a supposé que, suivant Homère, la Terre présente une surface plane et circulaire, entièrement entourée par l'Océan, fleuve tranquille et profond qui, coulant autour de la Terre, de l'ouest à l'est par le nord et de l'est à l'ouest par le sud, rentre sur lui-même en décrivant ainsi un cercle complet. En principe, rien n'interdisait à un lecteur d'Homère d'imaginer qu'entre leur coucher et leur lever, les astres sont entraînés autour d'une terre plate par le fleuve Océan. A cette hypothèse poétique, l'astronomie mythique de Platon préfère des hypothèses mathématiques. L'arc de cercle décrit sur la voûte locale par les étoiles devient un cercle tout entier, le balancement périodique du Soleil sur l'horizon devient un mouvement hélicoïdal, dont une partie s'effectue au-dessous de l'horizon. L'infime déplacement du point vernal vers l'ouest entre deux printemps successifs engendre par hypothèse le cercle de l'écliptique, au fil des siècles.

La troisième démarche de l'astronomie platonicienne a pour but d'expliquer ces phénomènes hypothétiques, lesquels sont aux phénomènes observables ce que le fait scientifique est au fait brut. Il s'agit de savoir pourquoi tous les astres semblent décrire des trajectoires circulaires dans le sens rétrograde autour de l'axe des pôles de l'équateur, pourquoi les astres errants semblent décrire périodiquement des hélices entre deux « tournants », pourquoi le point vernal décrit l'écliptique à longue période. Ici intervient un second mode d'explication, qui consiste à introduire, par intuition, des mouvements « réels », pour rendre compte, non seulement des révolutions hypothétiques, mais aussi des données de l'observation. Ces mouvements réels introduits par le physicien (ou plutôt par le métaphysicien) sont : la rotation sur place des étoiles, qui donne la clé de leur fixité apparente : la progression des planètes par roulement sur des orbites circulaires autour de l'axe des pôles de l'écliptique dans le sens direct, progression qui, en se composant avec la révolution diurne selon l'équateur dans le sens rétrograde, engendre un mouvement hélicoïdal manifesté par un balancement périodique ; la rotation diurne de la sphère terrestre dans le sens ouest-est, mère de la translation des astres en sens inverse ; la précession de l'axe terrestre, d'où procède la précession des équinoxes.

En somme, l'observation astronomique, pourvoyeuse de problèmes, l'extrapolation géométrique et mécanique, chargée de muer le fait brut en fait scientifique, l'intuition divinatrice enfin, qui « remplace du visible compliqué par de l'invisible simple », se succèdent chez Platon dans un ordre logique, pour aboutir à un système du monde tout à fait cohérent.

Quel intérêt peut-il y avoir à dénouer les bandelettes d'une hypothèse astronomique, embaumée depuis vingt-cinq siècles par Platon dans l'ésoté-

risme de ses Dialogues ? Pour fournir au lecteur quelques éléments de réponse à cette question, nous formulerons deux remarques sur le rôle de Platon dans l'histoire des systèmes du monde.

Avant Platon, les astronomes grecs ne savaient pas établir des éphémérides, c'est-à-dire des tables donnant à l'avance, pour chaque jour de l'année, la position de chacun des astres errants. Nous savons, par Simplicius, que c'est Platon qui indiqua une marche à suivre : représenter les révolutions planétaires à l'aide de mouvements circulaires et « égaux », c'est-à-dire uniformes en vitesse, en direction, en distance au centre du monde, supposé en repos. Le problème est difficile à résoudre, en raison des inégalités planétaires : inégalités en vitesse, attestées pour le Soleil par l'inégale durée des saisons, pour la Lune par l'inégale durée de ses phases ; inégalités en direction, attestées par les stations et rétrogradations qui rendent bouclées les trajectoires des autres astres errants ; inégalités en distance au centre, manifestées par les variations du diamètre apparent de la Lune et du Soleil ou par les variations d'éclat de Vénus.

Nous savons aussi que la première solution du problème fut découverte au sein de l'Académie, par Eudoxe, qui lia des astres fictifs à des sphères fictives tournant uniformément autour du centre commun du Monde et de la Terre. Cette solution, dite « système d'Eudoxe » ou « système des sphères homocentriques » fut assez vite invalidée, bien qu'ayant été perfectionnée par Callipe (1). Une deuxième solution fut proposée, au sein de l'Académie, par Héraclide du Pont : ce fut le « système des déférents et des épicycles », analogue en son principe, puisqu'il consiste à lier des astres fictifs à des cercles fictifs, aussi nombreux que de besoin. Dans ce système, on utilise au moins deux cercles de rayon inégal, pour représenter le mouvement d'une planète sur la voûte céleste. Le plus grand de ces deux cercles est le déférent, dont le centre coïncide, en principe, avec le centre du monde (déférent homocentrique), mais pas toujours (déférent excentrique). Le centre du petit cercle est fixé à la périphérie du déférent. Ce petit cercle — l'épicycle — porte lui-même, à sa périphérie, la planète. Les deux cercles tournent uniformément : l'épicycle dans le sens direct ou rétrograde en un an, et le déférent en une « année planétaire » dans le sens direct.

Ce système rend compte des inégalités en vitesse : quand l'astre est en dehors du déférent, la vitesse de l'épicycle qui l'entraîne s'ajoute à la vitesse du déférent, et s'en retranche dans le cas contraire.

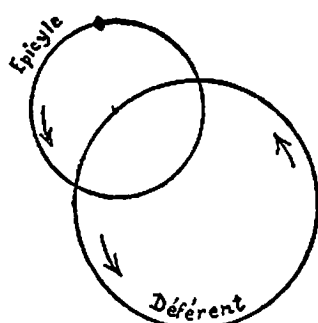
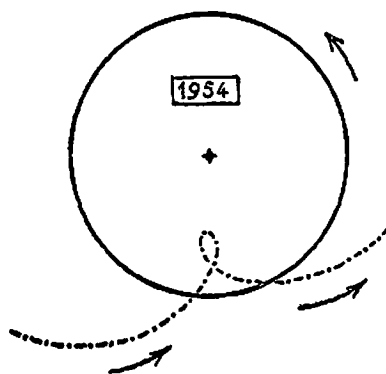
Ce système rend compte du fait que, pour décrire une boucle, l'astre cesse d'avancer vers l'est (première station), revient vers l'ouest (rétrogradation), s'arrête au bout d'un certain temps (deuxième station) et reprend sa marche en avant. En effet, une rétrogradation de l'astre se produit entre la station qui marque son entrée dans le déférent et la nouvelle station qui marque sa sortie du déférent : les inégalités en direction sont ainsi représentées. Les deux rotations, de l'épicycle et du déférent, ont d'ailleurs pour résultante, en se composant, que l'astre décrit une boucle (2).

Il va de soi, au surplus, que la rotation de l'épicycle fait varier la distance de la planète au centre entre un minimum et un maximum, ce qui rend compte des variations du diamètre apparent ou de l'éclat.

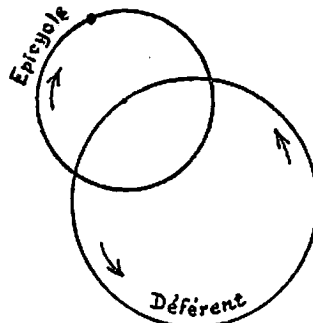
(1) Le chapitre A 8 de la *Métaphysique* adopte et enrichit ce système, mais l'authenticité de ce chapitre a été discutée, à raison de ce que l'auteur y admet plusieurs moteurs immobiles. Cf. la trad. de Tricot, t. II, Vrin, pp. 177 sq.

(2) Voir fig. 6.

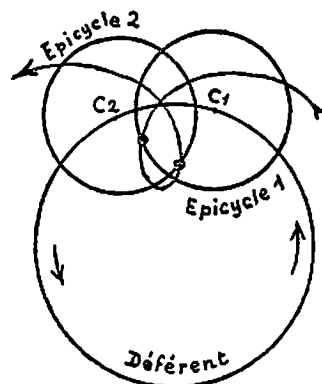
a) Mouvement apparent du Soleil (trait plein) et de Mars (traits et points) entre le premier janvier 1954 et le premier janvier 1955.



b) Epicycle de sens direct.



c) Epicycle de sens rétrograde.



d) La composition du mouvement de l'épicycle et de celui du défèrent produit une trajectoire bouclée.

Fig. 6

Ce système eut deux versions : l'une, connue sous le nom de « système de Ptolémée », plaçait le globe terrestre au centre ; l'autre, connue sous le nom de « système de Copernic », y mettait le Soleil. En ce qui concerne le but poursuivi, à savoir l'établissement des éphémérides, les deux versions sont à peu près équivalentes. Un astronome contemporain a pu dire, des éphémérides de Copernic :

« Ses tables valent celles de Ptolémée : sur ce point, Copernic a réalisé son idéal. Elles ne valent pas beaucoup mieux, il est vrai » (1).

Il suit de là que, si on appelle « système du monde » un faisceau de subterfuges mathématiques mettant en œuvre des planètes fictives entraînées par des sphères ou des cercles fictifs, nous devons faire remonter à l'Académie et à son fondateur l'origine des premiers systèmes du monde proposés en Occident : le système d'Eudoxe ou des sphères homocentriques, le système de Ptolémée et le système de Copernic, qui sont respectivement la version géocentrique et la version héliocentrique du système dit des déferents et des épicycles. Si ces méthodes de calcul des éphémérides sont autant de systèmes du monde, Eudoxe n'est pas, en l'occurrence, le seul disciple de Platon. Ptolémée en est un autre, Copernic aussi, qui reprochait à Ptolémée d'avoir dérogé au principe de l'égalité des mouvements planétaires énoncé par Platon. Ces mathématiciens ont attaché leurs noms à trois solutions d'un même problème, que nous appellerons « le problème de Platon » : représenter les inégalités planétaires observables, à l'aide de mobiles fictifs soustraits à toute inégalité (2).

Mais — et ce sera notre deuxième remarque — il faut convenir qu'un jeu d'artifices mathématiques destinés au calcul des tables planétaires n'est point, à proprement parler, un système du monde. Cette dénomination devrait être refusée aux travaux qui, dans un dessein utilitaire, substituent le fictif à l'observable. Elle devrait être réservée aux conceptions visant à expliquer les apparences par des mouvements réels. S'il en est ainsi, l'astronomie théorique n'a reçu en héritage de l'antiquité grecque que deux systèmes du monde : celui des Pythagoriciens et celui de Platon. L'un et l'autre de ces systèmes postulaient la mobilité terrestre : le premier mettait la Terre en translation ou, plus exactement en progression par roulement, sur une orbite circulaire, le second mettait la Terre en rotation sur place autour du centre du monde. Il faut donc renoncer à la légende suivant laquelle les Grecs auraient laissé un système du monde impliquant le repos de la Terre au centre de l'Univers. L'hypothèse astronomique des Pythagoriciens a eu deux sortes d'interprètes : Copernic, qui s'est immortalisé en leur attribuant des conceptions géniales ; et d'autres qui s'emploient obscurément à leur attribuer un absurde « système de Philolaos », en glosant sur une doxographie en ruines. L'ingrate besogne de ces derniers n'aura de cesse que si l'on découvre un jour quelque traité complet d'astronomie rédigé dans la secte de Pythagore. Par contre, nous possédons l'œuvre entière de Platon. On y trouve nombre de « lieux astrono-

(1) Paul Coudenc, *Les étapes de l'astronomie*, P.U.F. « Que sais-je ? », p. 86.

(2) On admet généralement, sur la foi de Nicolas Copernic, que ce dernier aurait réduit à 34 le nombre des cercles fictifs de Ptolémée, évalué par Copernic à 80. Mais Arthur Kaestler, dont la démonstration est impressionnante, soutient que, dans le *De revolutionibus*, Copernic a porté à 48 le nombre des épicycles ptolemaïques, qui était, en réalité de 40. Cf. Arthur Kaestler, *Les somnambules*, Paris, Calmann-Lévy, 1960, pp. 182 et 544-545.

miques », en particulier dans la République, les Lois, l'Épinomis. Surtout, Platon s'est donné la peine de rassembler l'essentiel de ses idées sur le système du monde dans le *Timée*. L'interprétation du mythe astronomique du *Timée* est donc, pour l'historien de l'astronomie, une entreprise passionnante : l'hypothèse astronomique de Platon est, en effet, l'unique système du monde, laissé par la Grèce antique, dont nous possédions le texte au complet. Entreprise d'autant plus captivante que le texte du *Timée* brille, si l'on peut dire, par son obscurité.

Pour le lecteur d'aujourd'hui, fût-il exonéré par sa culture des difficultés inhérentes à la langue grecque, la forme du *Timée* est obscure, et cela tient à trois raisons principales. La première de ces raisons est d'ordre littéral : divergence entre copistes sur la graphie des mots, discordances entre scolastes anciens et entre philologues modernes sur leur signification ; controverses de même nature sur la lecture des témoignages d'oxographiques relatifs au *Timée*. L'obscurité de l'ouvrage tient à une seconde raison, qui est d'ordre littéraire : c'est le genre adopté, genre inusité, même chez Platon, puisque ce genre superpose à la difficulté du mythe platonicien, « discours faux qui traduit une vérité en image », la difficulté de la genèse, discours faux qui traduit la description et l'explication du monde par le récit fictif de sa création. Il semble enfin que l'auteur se soit donné à tâche de lancer une sorte de défi à la sagacité du lecteur, en brouillant volontairement les pistes, de manière que toute interprétation puisse être contredite par quelque citation isolée ou tronquée, sans qu'aucune puisse jamais s'appuyer avec certitude sur le mot-à-mot d'un fragment quelconque.

Cicéron était d'avis que l'obscurité du *Timée* procédait de la matière et non de la forme (1). Ce qui était vrai de son temps ne devrait plus l'être aujourd'hui. Les difficultés offertes par le fond du *Timée* devraient être négligeables pour ceux de nos contemporains qui sont initiés à l'astronomie, puisque leur savoir est bien plus étendu que celui de Platon. En réalité, il n'est pas certain que, de nos jours, tous les philosophes soient aussi astronomes que Platon, ni tous les astronomes assez philosophes pour le bien entendre. D'ailleurs, en astronomie, notre savoir est différent du sien. Peu de personnes s'intéressent encore à l'astronomie de position et observent encore à l'œil nu. Pour comprendre le *Timée*, nous avons à nous replacer dans l'esprit de son auteur.

Pour cela, il faut d'abord apprendre à voir les « phénomènes » comme il les voyait, comme pouvait les voir un lecteur d'Homère et d'Hésiode, ces deux poètes qui avaient été les instituteurs du monde grec, au point de vue astronomique. Il faut ensuite comprendre quels problèmes se posaient alors et se mettre à la place de gens pour lesquels des questions aujourd'hui caduques ou dénuées de tout intérêt semblaient des énigmes appelant une solution urgente. À l'archaïsme de la phénoménologie platonicienne et de la problématique platonicienne s'ajoute l'archaïsme d'une axiomatique, souvent implicite parce qu'en son temps elle allait sans dire, qui fait dériver, par exemple, le mouvement circulaire des corps de leur forme sphérique. Enfin, comme nous ignorons ce qu'au juste savait Platon astronome, cette ignorance nous expose à le faire moins informé ou plus informé qu'il ne l'était effectivement. L'effort demandé à un interprète du *Timée*, pendant de longues années, est analogue à celui de ces instrumentistes qui,

(1) « Quam rerum obscuritas, non verborum, facit ut non intelligatur oratio : qualis est in *Timaeo* Platonis ». Cicéron, *De finibus*, lib. II, c. 5.

pour ressusciter la musique grecque, ont dû accoutumer leur oreille à des modes nouveaux pour eux, et se spécialiser dans la flûte nasale.

C'est pour avoir tâché de vaincre ces difficultés que nous adresserons au lecteur, au terme de cet essai, la prière que *Timée* adressait à Socrate, Hermocrate et Critias, au moment où il allait leur conter la Genèse :

« Si donc, Socrate, en bien des points, sur bien des questions, touchant les Dieux et la genèse de l'Univers, nous ne venons point à bout de remettre en tous points des explications totalement d'accord avec elles-mêmes, ni poussées à la dernière exactitude, n'en sois point étonné ; mais si cependant nous en apportons qui ne le cèdent en vraisemblance à aucune autre, il faut s'en contenter, nous souvenant que, moi qui parle et vous qui êtes juges, nous sommes d'humaine nature, de sorte que, si, en ces matières, on nous offre une vraisemblable histoire, il ne sied pas d'aller chercher plus loin » (29 d).

APPENDICE I

Sur les coordonnées géocentriques

L'intelligence de l'astronomie ancienne en général et de l'astronomie de Platon en particulier exige quelque connaissance des coordonnées sphériques et de leur mode d'établissement.

On prend comme image de la sphère céleste une surface sphérique. Pour définir la position d'un point sur cette sphère, on trace d'abord un grand cercle que l'on pourrait dire « horizontal » comme l'auteur du *Timée* (36 c), mais que l'on appelle aujourd'hui fondamental. Sur ce cercle, on choisit une origine A et un sens positif pour la mesure de la première coordonnée. Ce cercle fondamental détermine le plan fondamental, qui sépare l'hémisphère Nord de l'hémisphère Sud, et l'axe fondamental perpendiculaire à ce plan, axe dont les deux extrémités P et P' sont les pôles Nord et Sud de la sphère.

Soit M un point quelconque de la sphère, par exemple l'image d'un astre : par P, M et P' on fait passer un demi grand cercle qui coupe le cercle fondamental en un point Q ; l'arc AQ est la première des coordonnées sphériques du point M ; l'arc MQ est la deuxième coordonnée sphérique du point M. On définit la position d'un point sur la sphère céleste à l'aide de ses deux coordonnées sphériques. Cela s'appelle utiliser un système de coordonnées.

On emploie en astronomie quatre systèmes de coordonnées :

1. — le système azimut-hauteur ou des coordonnées horizontales. Le plan fondamental est l'horizon, la première coordonnée est l'azimut, qui se mesure à partir du point Sud de l'horizon sur le plan de l'horizon ; la seconde coordonnée est la hauteur (au-dessus ou au-dessous de l'horizon). L'axe fondamental est l'axe zénith-nadir, qui joint les pôles Nord (zénith) et Sud

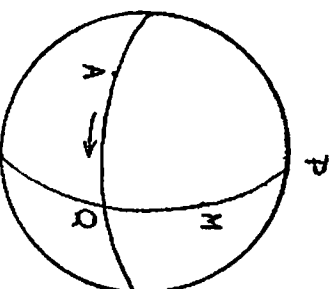


Fig. 7

(nadir) de l'horizon astronomique, qui divise la sphère locale en deux hémisphères ;

2. — le système angle horaire-déclinaison ou des coordonnées équatoriales horaires. Le plan fondamental est l'équateur céleste. La première coordonnée est l'angle horaire, qui se mesure à partir d'un point origine situé à l'intersection du méridien du lieu de l'observation et de l'équateur (point méridien). La seconde coordonnée est la déclinaison ou hauteur par rapport à l'équateur ; l'axe fondamental est l'axe des pôles de l'équateur, dit axe des pôles célestes ;

3. — système ascension droite-déclinaison ou des coordonnées équatoriales célestes. Le plan fondamental est l'équateur. La première coordonnée est l'ascension droite, qui se mesure sur l'équateur, à partir du point vernal ou point gamma, position du centre du Soleil à l'équinoxe de printemps. La deuxième coordonnée est la déclinaison.

4. — le système longitude-latitude célestes ou des coordonnées écliptiques. Le plan fondamental est l'écliptique. Tandis que l'équateur céleste est le cercle que le Soleil décrit dans son mouvement diurne d'est en ouest à l'équinoxe de printemps ou d'automne, l'écliptique est le cercle que le Soleil décrit en un an d'ouest en est à travers les constellations dites écliptiques ou signes du Zodiaque. D'où le nom de révolution zodiacale donné quelquefois au mouvement propre du Soleil et des autres planètes. La première coordonnée est la longitude, qui se mesure sur l'écliptique à partir du point γ . La seconde coordonnée est la latitude, qui est la hauteur au-dessus ou au-dessous de l'écliptique. L'axe fondamental est l'axe des pôles de l'écliptique.

APPENDICE II

Hipparque a-t-il découvert la précession des équinoxes ?

Dans un savant mémoire présenté en 1869 à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Thomas-Henri Martin, qui s'était fait une spécialité du dénigrement des premiers astronomes, soutenait que la précession des équinoxes n'a pas été connue des Egyptiens, des Chaldéens, des Grecs ou de quelque autre peuple, avant Hipparque, astronome grec qui fit des observations à Rhodes en 128 et 127 avant notre ère. Cette supposition se retrouve chez divers historiens contemporains, bien qu'elle ait été invalidée par des découvertes archéologiques faites en Mésopotamie.

Avant de parler de ces découvertes, nous rappellerons que la notion de précession des équinoxes est ambiguë, du fait que le terme d'équinoxe désigne tantôt un instant du temps, tantôt un point de l'espace.

L'instant appelé équinoxe est celui où commence le printemps ou l'automne. Dans cette acception, la précession des équinoxes consiste dans le fait que, chaque année, le printemps ou l'automne commence 20 minutes 25 secondes plus tôt que l'année précédente. Il n'est pas nécessaire d'observer les astres pour constater ce phénomène, le décalage étant supérieur à une heure tous les trois ans. Point n'est besoin non plus de vivre dans un pays où il existe un printemps et un automne comme dans les régions tempérées : il suffit de remarquer que l'année tropique est plus courte que l'année sidérale. Les Egyptiens mesuraient l'année sidérale comme le

laps de temps qui sépare deux levers consécutifs de Sothis (Sirius), la plus belle de toutes les étoiles. Ils mesuraient l'année tropique ou année des saisons comme le laps de temps qui sépare deux crues successives du Nil. Tous les historiens admettent que les Egyptiens reconnurent de bonne heure le décalage des saisons, c'est-à-dire le fait que la « saison de l'inondation » commençait chaque année de plus en plus tôt dans la nature que dans leur calendrier sothiaque, dit « calendrier vague », précisément pour son retard croissant par rapport au calendrier solaire. C'est dire que les Egyptiens connaissaient la précession des équinoxes, au moins en tant que phénomène temporel ou calendaire.

Au point de vue spatial, on donne le nom d'équinoxe à chacune des extrémités du diamètre d'intersection de l'équateur et de l'écliptique. Si l'on prend l'équateur pour plan fondamental, on dira qu'au début du printemps, le Soleil passe à l'équinoxe de printemps ou point vernal et commence à s'élever au-dessus de l'équateur : le point vernal est le « nœud ascendant » du Soleil. Au début de l'automne, le Soleil passe à un nœud descendant, qui est l'équinoxe d'automne, et se couche au-dessous de l'équateur. Dans cette acception, la précession des équinoxes consiste dans le fait que, chaque année, la longitude du Soleil au printemps, c'est-à-dire la distance angulaire qui sépare le point vernal du début d'un des signes du Zodiaque, supposé fixe et pris pour repère, augmente de 50,26 secondes d'arc.

Or, les Babyloniens avaient observé et mesuré le mouvement du Soleil en longitude appelé précession des équinoxes. Ils avaient adopté comme point origine de la mesure des longitudes célestes le début du signe du Bélier, usage que nous avons reçu d'eux et conservé, bien que l'équinoxe vernal soit depuis 2 000 ans dans le signe des Poissons. De là vient aussi le nom de point du Bélier donné quelquefois au point gamma (γ), et que ce point soit représenté par une lettre grecque en forme de cornes de bélier. Nous savons d'ailleurs que les Babyloniens avaient vu l'équinoxe vernal passer du Taureau au Bélier, environ 2 000 ans avant l'ère chrétienne.

« Trois positions différentes de l'équinoxe sont données dans trois tablettes babyloniennes différentes, à savoir : 10° , $8^{\circ} 15'$ et $8^{\circ} 0' 30''$ du Bélier. (Kugler, *Mondrechnung*, p. 103 ; Ginzel, *Klio*, I, p. 205). Etant donné une connaissance de cette nature, et l'habitude de formuler les retours des phénomènes en cycles, il n'est guère concevable que les Babyloniens n'aient pas imaginé un cycle pour les précessions » (1). Il est évident, en effet, que ces trois nombres, dont la détermination a demandé 143 ans, leur permettaient d'apprécier exactement la vitesse à laquelle le Soleil avance en longitude, et de calculer en combien de siècles il franchirait 360 degrés, d'autant plus aisément que leur système numérique était sexagésimal.

On peut croire Ptolémée, quand il rapporte que Hipparque a parlé de la précession des équinoxes dans son traité De la longueur de l'année et dans son traité Du transport des points tropiques et équinoxiaux. Le premier de ces titres prouve que l'auteur a envisagé la question au point de vue temporel et calendaire, le second qu'il l'a envisagée au point de vue spatial. Doit-on en conclure que la précession des équinoxes a été « découverte » par Hipparque, en ce sens qu'elle aurait été introduite par lui dans la science grecque ?

(1) John BURNET, *L'aurore de la philosophie grecque*, Paris, Payot, 1952, p. 25, n. 1.

N'oublions pas que, dans son traité *Du ciel*, Aristote rend hommage aux Egyptiens et aux Babyloniens, « dont les observations remontent à de très nombreuses années, et auxquels nous sommes redevables de beaucoup de connaissances sur chaque astre » (1).

Qui sait, d'ailleurs, si la précession des équinoxes n'a pas été introduite dans le monde grec par Thalès, à son retour d'Égypte et à la suite de ses observations personnelles ? Diogène Laërce écrit :

« D'autres auteurs disent qu'il écrivit seulement deux ouvrages, un sur le solstice et un sur l'équinoxe, car il pensait le reste inaccessible. Il passe pour avoir étudié le premier l'astrologie et prédit les éclipses de Soleil et les solstices » (2).

Prédire les solstices, c'est dire une ou plusieurs années d'avance à quelle heure exacte ils se produiront. Cette prédiction implique, comme une condition nécessaire et suffisante, la connaissance de la précession des équinoxes, c'est-à-dire de la différence de 20 minutes 25 secondes horaires qui sépare l'année tropique de l'année sidérale. Pour être parfaitement exacte, elle implique même la connaissance du fait que l'avance séculaire des équinoxes (et des solstices, ce qui revient au même) n'est pas tout à fait uniforme et diminue d'un peu plus d'une demi-seconde (0,56) par siècle. Or, selon Théon de Smyre, Thalès savait que cette avance n'est pas uniforme (3).

Platon a donc pu connaître la précession des équinoxes par les Egyptiens (il aurait, selon Strabon, vécu treize ans à Héliopolis dans la société des prêtres égyptiens), par les Babyloniens (dans le mythe d'Er, il attribue à Mars une marche rétrograde, comme s'il avait lu la fameuse tablette babylonienne sur les rétrogradations de Mars), ou par l'école de Milet.

APPENDICE III

Le bouclier d'Achille et le Zodiaque circulaire de Dendérah

Les archéologues se sont interrogés sur l'origine du style décoratif du bouclier d'Achille et ont admis en général qu'il faut la chercher chez les Crétois, Minoens ou Mycéniens, c'est-à-dire, indirectement, chez les Egyptiens. Sir Arthur Evans, qui a donné le nom de Minoen à la civilisation crétoise, écrit, en effet :

« Dès les débuts de cette époque Minoenne, on reconnaît les indices des relations intimes avec l'Égypte protodynastique... il se propage en Crète une poterie qui emprunte sa forme aux vases égyptiens... la grande cul-

(1) De *Coelo*, II, 12, 292 a, Tricot, p. 96.

(2) DIOGÈNE LAËRCE, *Vies, doctrines et sentences des philosophes illustres*, trad. Grenaille, Paris, Garnier, t. I, p. 41. Cf. EUDÈME, *Histoire de l'astrologie*.

(3) Anaximandre, disciple de Thalès, observait de près le Soleil aux équinoxes (quand il est sur l'équateur) et aux solstices (quand il atteint sa plus grande hauteur par rapport à l'équateur). Théon de Smyrne, s'appuyant sur un abrégiateur d'Eudème, affirme qu'Anaximandre avait évalué à 24 degrés l'angle d'obliquité, qui sépare l'écliptique de l'équateur. Le but de cette détermination était sans doute de permettre la reconnaissance future d'un mouvement du Soleil en latitude.

Fig. 7

Le Zodiaque circulaire de Dendérah (Tentyris) ville ancienne de Haute Égypte, conservé au Musée du Louvre. Selon Nouet, astronome de l'Expédition d'Égypte, ce Zodiaque daterait de 2 052 avant J.-C. Le point vernal est dans le Bélier. L'écliptique (trait plein) traverse tous les signes du Zodiaque. On voit l'Ourse, le Taureau, Orion (Betelgeuse, l'étoile la plus brillante d'Orion, est juste sur l'équateur). A noter que l'Ourse contient le pôle de l'écliptique. A notre avis, le Bouclier d'Achille, décrit dans l'Iliade, est un Zodiaque, peut-être suggéré par le Zodiaque circulaire de Dendérah.

ture crétoise étend sa domination sur les pays avoisinants, englobant d'abord les îles de l'Archipel et, plus tard, la Grèce continentale » (1).

La découverte récente de l'écriture linéaire B, non seulement dans le Péloponnèse, mais à Thèbes en Béotie, n'est pas faite pour invalider cette affirmation. De même, T.B.L. Webster (1962) reconnaît que « les Mycéniens ont certainement eu des relations avec l'Égypte » et attribue au bouclier d'Achille une origine mycénienne (2).

Nous estimons que le bouclier d'Achille est circulaire : sa lueur, visible de loin, évoque celle de la lune (3). D'autre part, nous sommes persuadé que « tous les astres dont le ciel se couronne » sont les constellations dites zodiacales ou écliptiques : Taureau, Bélier, Poissons, etc. Aussi sommes-nous amené à rapprocher le bouclier d'Achille du zodiaque circulaire égyptien, qui était sculpté au plafond de la deuxième chambre supérieure du temple de Dendérah ou Tentyris en Haute-Égypte, et qui est conservé au Musée du Louvre. A notre avis, le bouclier d'Achille est un zodiaque, peut-être inspiré à Homère par le zodiaque de Dendérah. Dans l'*Odyssée*, il est question du fleuve *Ægyptos*, de l'Égypte, et même de la Haute Égypte, puisqu'Homère pose le problème de l'origine des sources du Nil.

En 1844, Jean-Baptiste Biot, qui était un astronome, a publié un *Mémoire sur le zodiaque circulaire de Dendérah*. On y trouve, sous la signature d'un dessinateur nommé Gau, une figure où sont marqués, outre les signes du zodiaque et d'autres constellations, les positions astronomiques calculées par Biot : le pôle de l'équateur, au centre du zodiaque ; le pôle de l'écliptique, compris dans la Grande Ourse ; le cercle de l'écliptique (trait plein), entre les Hyades et les Pléiades ; le cercle de l'équateur qui, à l'époque représentée par le zodiaque, passait juste sur Bételgeuse, étoile rougeâtre qui est la plus brillante d'Orion ; le tropique d'hiver et le tropique d'été, dessinés en pointillé comme l'équateur. Le point vernal est dans le Bélier. Nouet, astronome de l'Expédition d'Égypte, a vu en place ce zodiaque. En raisonnant d'après la position de l'équinoxe d'automne, placé entre la Balance et le Scorpion, et en admettant 50" 1 pour la précession annuelle des équinoxes, il avait trouvé 2 052 avant J.C., pour la date que les auteurs du zodiaque de Dendérah ont voulu représenter.

Le *Mémoire* de Biot est inséré dans les *Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 2^e partie, tome XVI. L'étude de Nouet est intitulée « Recherches sur les antiquités du temple de Dendérah dans la Haute-Égypte, d'après la construction du zodiaque au plafond de son péristyle, par M. Nouet ». Cette étude a été insérée, après la mort de son auteur, dans les *Œuvres complètes* de Volney, Paris, F. Didot, 1860, pages 553 et

(1) Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique. *Compte Rendu de la 13^e Session*, Monaco, 1906, in tome II, 1908, publié à Monaco. *Sur les termes Egéen, Minoen, Mycénien*, par M. Arthur Evans, p. 61 sq.

(2) T.B.L. WEBSTER. *La Grèce de Mycènes à Homère*, Payot, p. 16 et p. 229.

(3) Nous ajoutons cet argument littéraire aux arguments proposés par les archéologues modernes, tous favorables à la rotundité du bouclier : Mlle H.L. Lorimer, *Defensive Armour in Homer*, *Liverpool Annals*, n° 15, p. 102 et *Homer and the Monuments*, 1950, a résolu définitivement la question. Cf. aussi Wolfgang SCHADENWALDT, *Der Schild des Achilleus*, *Neue Jahrbücher* 1938, cahier 2/3, pp. 65-82 ; et T.B.L. WEBSTER, op. cit., pp. 107-108, 121, 177-179. Cf. *Iliade*, XIX, 372 : « Il prit le bouclier, grand et solide, d'où, visible de loin, naquit une lueur, comme de la lune ».

suivantes. Le zodiaque circulaire de Denderah a été représenté pour la première fois dans l'un des volumes de planches qui accompagnent la « Description de l'Égypte », rédigée sur l'ordre de Bonaparte : Volume V, planche 21. On peut obtenir une photographie de cette pierre sculptée aux Monuments historiques, Palais Royal, 231 galerie Montpensier, Paris (1^{er}) (1).

Lénis BLANCHE,
Lycée de Cannes.

BIBLIOGRAPHIE

1. — Sur la Toupie en archéologie.

DAREMBERG et SAGLIO, *Dictionnaire des Antiquités grecques et romaines d'après les textes et les monuments*. Tome V, aux mots *Turben* et *Turbo*, pp. 541 et 542.

British Museum. *A guide to the exhibition illustrating greek and roman life*. Second edition, London 1920, fig. 235, p. 196 (deux toupies de terre cuite et une peinture de vase représentant une femme jouant à la toupie avec un fouet).

2. — Sur la toupie en physique.

Léon FOUCAULT, *Comptes rendus de l'Académie des sciences* : lundi 27 septembre 1852 et lundi 4 octobre 1852.

BRUHAT (G.), *Cours de physique générale : Mécanique*, 8^e éd. Effet gyroscopique, pages 211 et suivantes. Masson, Paris, 1961.

L. LANDAU et E. LIFCHITZ, *Physique théorique* en 9 volumes. Tome I, *Mécanique*, Edition de la Paix, Moscou, traduit du russe par Claude Ligny. Sans date, pages 150 et 151. Figure 46, p. 151 (très intéressante, parce que le centre de la toupie symétrique passe par l'axe vertical).

3. — Sur la toupie en astronomie.

Nicolas COPERNIC. *Nikolaus Kopernikus Gesamtausgabe*. 2 vol. Munich, 1944-1949.

Vol. I Fac-simile du manuscrit du *De revolutionibus* 1944.

Vol. II. *De revolutionibus orbium coelestium libri sex*, 1949. Le chapitre XI, pages 27 et suivantes, est intitulé « De tripliei motu telluris demonstratio » (Démonstration du triple mouvement de la Terre). Le troisième mouvement est expliqué beaucoup plus longuement que les deux autres, et à l'aide de deux figures.

Jean KEPLER, *Gesammelte Werke*, en 18 volumes (1938-1959). Vol. VII. *Epitomie Copernicanae*. Munich, 1953, page 85 (la Terre figurée par une toupie).

Isaac NEWTON, *Opera quae exstant omnia*, commentariis illustrabat Samuel Horsley, 1782, tome III, Section IV. *De Precessione Aequinoctiorum*, pp. 111 sqq.

Philosophiae naturalis principia mathematica. Reproduced in facsimile by William Dawson and Sons Ltd, London. 1 000 exemplaires. Prop. XXI, Theor. XVIII du livre III (De Mundi Systemate) : Puncta Aequinoctialia et axem Terrae singulis revolutionibus nutando bis inclinari in Eclipticam et bis redire in positionem priorem.

Donald H. MENZEL, *Our Sun*. Nouvelle édition, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1959, p. 38, fig. 25 : Inclinaison de l'axe de rotation du Soleil.

(1) Nous la reproduisons ici en hors-texte (fig. 7).

4. — Quelques traductions de la phrase du *Timée* (40 b) sur l'état de mouvement de la Terre.

CICÉRON, *Ex Platonis Timaeo Particula, Ciceronis de Universitate libro respondens*. Paris 1540, page 23. (Ioachinus Perionus Benedictinus).

« Jam vero terram, altricem nostram, quae trajecto axe sustinetur, diei noctisque effectricem eandemque custodem antiquissimam deorum voluit esse eorum, qui intra coelum gignerentur ».

CHALCIDIUS, *Chalcidii Timaeus ex Platonis Dialogo translatus et in eundem commentarius cum graeco Platonis exemplo et latina Ciceronis interpretatione*. Müllach 1865. vol. II, page 168, colonne 2 :

« Terram vero matrem, et altricem omnium terrenorum animantium, constrictam limitibus per omnia videntis et cuncta continentis poli, diei noctisque custodem locavit, antiquissimam et eximiae dignitatis deam, ex eorum numero, qui intra mundi ambitum continentur deorum ».

La traduction de Cicéron se trouve à la page 167.

FICIN (Marsile), *Platonis opera tralatione Marsilii Ficini emendatione*, 1533, 1 vol. 781 p. Traduction complète du *Timée*, pp. 572-600 précédée d'un *Compendium de subjecto libri*, pp. 546-572.

« Terram autem altricem nostram circa polum per universum extensum alligatam, diei noctisque effectricem et custodem esse voluit, neonon primam antiquissimamque deorum omnium qui intra coelum sunt geniti ».

RIVAUD (Albert), Traduction du *Timée*, p. 155. Coll. G. Budé, *Platon*, X.

« Pour la Terre, notre nourrice, qui est pressée étroitement autour de l'axe qui traverse le Tout, le Dieu l'a disposée pour être la gardienne et la protectrice de la Nuit et du Jour, la première et la plus vieille des divinités qui sont nées à l'intérieur du Ciel ».

JOWETT (B.), *The Dialogues of Plato translated into english with analysis and introduction*, in five volumes. Oxford, at the Clarendon Press. 3^e édition 1892.

Vol. III, Introduction au *Timée*, p. 405.

« The earth, which is our nurse, compacted (or revolving) around the pole which is extended through the universe, he made to be the guardian and artificer of night and day, first and eldest of gods in the interior of heaven. »

Sir Thomas HEATH, *Aristarchus of Samos. The Ancient Copernicus*. Oxford. At the Clarendon Press. 1913. p. 174.

« But the earth our foster-mother, globed round the axis stretched from pole to pole through the universe, he made to be guardian and creator of night and day, the first and chiefest of the gods that have been created within the heaven ».

Francis Macdonald CORNFOLD, *Plato's Cosmology*. London. Routledge and Kegan Paul Ltd. 1937, page 120.

« 40 B. And Earth he designed to be at once our nurse, as she winds round the axis that stretches right through, the guardian and maker of night and day, first and most venerable of all the gods that are within the heaven ».

George S. CLAGHORN, *Aristotle's criticism of Plato's Timaeus*. The Hague. Martinus Nijhoff, 1954, p. 71.

« Earth, our nurse, which is globed around the pole that stretches through all, he framed to be the wardress and fashioner of night and day... ».

BLANCHE L., *L'hypothèse astronomique de Platon* : REPh XX 1969-1970 N° 4 22-55. | L'observation astronomique, l'extrapolation géométrique et mécanique, l'intuition divinatrice enfin, se succèdent chez Platon dans un ordre logique, pour aboutir à un système du monde cohérent. Et l'astronomie théorique n'a reçu en héritage de l'antiquité grecque que deux systèmes du monde : celui des Pythagoriciens et celui de Platon. L'un et l'autre postulaient la mobilité de la terre.