

2848 pdf
DUMAM P.
1913
p. 399-426

CHAPITRE VII

LES ASTRONOMIES HÉLIOCENTRIQUES

I

QUE L'ASTRONOMIE DES SPHÈRES HOMOCENTRIQUES NE SAURAIT SAUVER LES PHÉNOMÈNES

Platon avait formulé, de la manière la plus précise et la plus générale, le problème de l'Astronomie, tel qu'il a été compris jusqu'à Képler. Il faut, disait-il, prendre pour hypothèses un certain nombre de mouvements circulaires et uniformes, et ces mouvements, il les faut choisir de telle sorte que leur composition sauve le cours apparent des astres.

Ce précepte si général, le disciple de Socrate l'avait restreint et particularisé par l'exemple de son propre système; cet exemple montrait, en effet, que ces mouvements circulaires et uniformes devaient être les révolutions de certaines sphères solides, emboîtées les unes dans les autres, ayant toutes pour centre le centre de la Terre. En suivant cet exemple, Eudoxe et Calippe avaient construit le système astronomique des sphères homocentriques, et Aristote, impliquant cette Astronomie dans sa Physique, avait constitué une doctrine cosmologique d'une grandiose unité.

Et cependant, l'Astronomie des sphères homocentriques ne résolvait pas, ne pouvait pas résoudre le problème posé par Platon; elle ne sauvait pas, elle était condamnée à ne jamais sauver la totalité des apparences célestes.

Ceux qui avaient construit cette Astronomie avaient projeté sur une surface sphérique concentrique à la Terre la course des astres

IN: LE SYSTEME DU MONDE VII

CHAPITRE VII

LES ASTRONOMIES HÉLIOCENTRIQUES

I

QUE L'ASTRONOMIE DES SPHÈRES HOMOCENTRIQUES NE SAURAIT SAUVER
LES PHÉNOMÈNES

Platon avait formulé, de la manière la plus précise et la plus générale, le problème de l'Astronomie, tel qu'il a été compris jusqu'à Képler. Il faut, disait-il, prendre pour hypothèses un certain nombre de mouvements circulaires et uniformes, et ces mouvements, il les faut choisir de telle sorte que leur composition sauve le cours apparent des astres.

Ce précepte si général, le disciple de Socrate l'avait restreint et particularisé par l'exemple de son propre système; cet exemple montrait, en effet, que ces mouvements circulaires et uniformes devaient être les révolutions de certaines sphères solides, emboîtées les unes dans les autres, ayant toutes pour centre le centre de la Terre. En suivant cet exemple, Eudoxe et Calippe avaient construit le système astronomique des sphères homocentriques, et Aristote, impliquant cette Astronomie dans sa Physique, avait constitué une doctrine cosmologique d'une grandiose unité.

Et cependant, l'Astronomie des sphères homocentriques ne résolvait pas, ne pouvait pas résoudre le problème posé par Platon; elle ne sauvait pas, elle était condamnée à ne jamais sauver la totalité des apparences célestes.

Ceux qui avaient construit cette Astronomie avaient projeté sur une surface sphérique concentrique à la Terre la course des astres

fixes ou errants, et c'est la projection de cette marche qu'ils s'étaient proposés de figurer par leurs combinaisons géométriques. Mais cette projection constitue-t-elle tout ce qu'en ce cours des astres, la vue peut percevoir et l'esprit concevoir? Ne peut-on se demander si la distance de chaque corps céleste à la Terre demeure fixe, si elle ne varie pas de grandeur tandis que ce corps se projette en des lieux différents de la sphère? Ces variations de distance, ne peut-on pas, au cas où elles se produiraient, en constater la réalité? Ces questions, nous ignorons si les auteurs de l'Astronomie des sphères homocentriques s'en étaient souciés; leur système suppose, en tous cas, qu'ils les avaient résolues par la négative, car, en ce système, la distance d'un astre quelconque à la Terre demeure nécessairement invariable.

Il semble, cependant, qu'ils eussent dû se préoccuper de savoir si les astres demeuraient toujours à la même distance de la Terre. Parmi leurs contemporains, la doctrine de Philolaüs trouvait encore des partisans; or, selon cette doctrine, les distances des divers corps célestes au feu central demeurent toujours les mêmes, mais il n'en est pas de même de leurs distances à la Terre. La variation d'une telle distance pouvait donc être regardée sinon comme une réalité, du moins comme une supposition susceptible d'être faite.

Cette supposition, d'autre part, le témoignage même des sens n'est-il pas de nature à l'imposer? Ce témoignage, quelques-unes des observations qui nous le font connaître n'avaient-elles pas été faites dès le temps d'Eudoxe et d'Aristote? Écoutons Sosigène¹ décrire les phénomènes qui condamnent l'hypothèse des sphères homocentriques et reprocher aux partisans de cette hypothèse de n'avoir pas tenu compte de ces faits :

« Les sphères des partisans d'Eudoxe ne sauvent pas les apparences; non seulement elles ne sauvent pas les apparences qui ont été découvertes après ces auteurs, mais elles ne sauvent même pas les apparences qui étaient connues avant eux et qu'eux-mêmes regardaient comme vraies. Et d'abord, au sujet de ces apparences qu'Eudoxe n'avait pu sauver et que Calippe de Cyzique tenta de sauver, doit-on dire qu'il les a, en effet, sauvées? Du moins est-il une chose qui est manifeste à la simple vue, et qu'aucun d'entre eux n'a réussi, avant Autolyeus de Pitane, à déduire de ses hypothèses. D'ailleurs Autolyeus lui-même n'y est pas parvenu; sa controverse avec Aristothère est bien connue. Ce dont je veux

1. SIMPLICIUS *In Aristotelis libros de Cælo commentarii*, lib. II, cap. XII; éd. Karsten, p. 225, col. b, et p. 226, col. a; éd. Heiberg, pp. 504-505.

parler, c'est le fait que certains astres tantôt nous sont voisins et, tantôt, s'éloignent de nous.

» Et pour quelques-uns d'entre eux, ce fait est manifeste à la simple vue.

» En effet, l'astre qu'on nomme étoile de Vénus et celui qu'on appelle étoile de Mars se montrent beaucoup plus grands lorsqu'ils sont au milieu de leur marche rétrograde, à tel point que, dans les nuits sans lune, l'étoile de Vénus oblige les corps à porter ombre.

» Au sujet de la Lune, il est également manifeste à la simple vue qu'elle n'est pas toujours également distante de nous, car elle ne nous paraît pas toujours de même grandeur, si nous prenons soin de la comparer à des objets invariables, toujours les mêmes.

» D'ailleurs, ceux qui observent à l'aide d'instruments tombent d'accord de la même vérité ; car, à la même distance de l'observateur, il faut placer tantôt un disque de onze doigts, tantôt un disque de douze doigts, interceptant la vue de cet observateur, pour que le regard de celui-ci ne rencontre plus la Lune.

» En outre de ces preuves, les faits qui accompagnent les éclipses totales [c'est-à-dire centrales] du Soleil témoignent en faveur de la proposition que nous avons avancée et fournissent une confirmation de la vérité de cette proposition. En effet, lorsque le centre du Soleil, le centre de la Lune et notre propre œil se trouvent sur une même ligne droite, les effets qui accompagnent cette circonstance ne se montrent pas toujours de semblable apparence ; dans certains cas, le Soleil se trouve tout entier compris dans le cône qui a notre œil pour sommet et qui est circonscrit à la Lune, en sorte qu'il demeure un certain temps caché à notre vue ; en d'autres cas, il s'en faut de quelque chose [qu'il puisse être en entier compris dans ce même cône], en sorte qu'au milieu de la durée de l'éclipse, une partie du Soleil se laisse voir sous forme d'un anneau circulaire entourant [la Lune].

» Or, si la grandeur de tous ces corps nous manifeste une telle variation, c'est nécessairement pour la raison qui fait paraître plus [ou moins] grand, dans l'air, un corps que l'on place à des distances différentes.

» Ce qui a lieu pour ces astres-là est manifeste même à la vue ; mais il est vraisemblable que la même chose a lieu pour les autres, bien que cela ne soit pas manifeste à la vue ; et non seulement cela est vraisemblable, mais cela est véritable, car le mouvement de ces astres paraît, chaque jour, se produire avec une vitesse différente ; dans leur grandeur apparente, il ne se rencontre

pas de variation, car il ne se produit pas une grande différence de distance par l'effet de leur ascension et de leur descente, ou de leur mouvement en profondeur (κατὰ βάθος), ainsi que les mathématiciens ont coutume de le nommer.

» Or, cela, [les tenants du système d'Endoxe] n'ont pas tenté de le sauver ; ils n'ont pas tenté d'expliquer comment cette vitesse variait d'un jour à l'autre, bien que le problème méritât attention.

» Mais il n'est pas permis de dire qu'ils ont ignoré les variations que présente la distance d'un même astre.

» On voit, en effet, que Polémarque de Cyzique connaissait ces variations ; mais il les a négligées comme insensibles, parce qu'il avait une prédilection pour le système qui dispose toutes les sphères [concentriquement] autour du centre de l'Univers.

» Il est manifeste également qu'Aristote, dans ses *Problèmes de Physique*, a douté des hypothèses des astronomes, parce que la grandeur des astres errants ne paraît pas demeurer toujours la même : il n'était donc pas pleinement satisfait des sphères compensatrices, bien qu'il fût séduit par leur disposition concentrique et par leurs mouvements, tous effectués autour du centre de l'Univers. »

Telles sont les critiques qu'en son traité *Περὶ τῶν ἀνελιπτουσῶν*, Sosigène adressait au système des sphères homocentriques ; l'importance de ces critiques est encore accrue par le fait que Sosigène disposait de livres, tels que l'*Ἀστρολογικὴ ἱστορία* d'Eudème, déjà perdus au temps de Simplicius, et que ces critiques étaient sans doute, en grande partie, extraites de ces livres anciens.

Le système des sphères homocentriques est condamné dans son principe même ; en vertu de ce principe, en effet, il maintient chaque astre à une distance invariable de la Terre ; or la distance d'un astre errant à la Terre varie de jour en jour ; les variations que cette distance subit sont manifestes, et cela de bien des manières.

Elles sont manifestes pour Vénus et pour Mars par les changements d'éclat considérables que ces planètes offrent à notre vue.

Elles sont manifestes pour la Lune, car le diamètre apparent de cet astre peut être mesuré, et la mesure montre qu'il change dans le rapport de 12 à 11.

Elles sont rendues certaines par ce fait que les éclipses centrales de Soleil sont tantôt totales et tantôt annulaires, ce qui ne saurait être si la Lune et le Soleil demeuraient tous deux à une distance constante de la Terre.

Enfin ces variations de distance se peuvent conclure des principes, incontestés depuis Pythagore, que Platon rappelait aux

astronomes ; un astre tel que le Soleil doit parcourir une circonférence de cercle avec une vitesse constante ; s'il nous paraît se mouvoir avec une vitesse angulaire variable, c'est que nous ne l'observons pas du centre du cercle qu'il parcourt.

Telles sont les objections que Sosigène adresse aux partisans des sphères homocentriques ; ces objections, il les emprunte vraisemblablement à Eudème ; et, qui plus est, il nous affirme qu'elles étaient connues des contemporains d'Eudoxe, qui n'en contestaient pas le bien-fondé.

Et, en effet, le premier astronome, au dire de Sosigène, qu'ait préoccupé ce changement de diamètre apparent de chacun des astres errants est Polémarque de Cyzique, l'ami et le disciple d'Eudoxe, qui eut Calippe pour condisciple ; Polémarque a connu ce phénomène, mais il a négligé d'en tenir compte, afin de n'avoir pas à renoncer au système des sphères homocentriques, objet de sa prédilection.

Ce même phénomène avait sollicité, au rapport de Sosigène, l'attention d'Aristote ; il avait même amené le Stagirite à douter du principe sur lequel repose le système des sphères homocentriques. De ces doutes, malheureusement, nous ne savons rien de plus. Aristote les exprimait, nous dit Sosigène, dans ses *Φυσικὰ πρόβληματα* ; ce traité nous est inconnu ; l'ouvrage, intitulé *Πρόβληματα*, que l'on attribue, sans doute à tort, au Stagirite, ne renferme rien qui justifie l'allégation de Sosigène.

Enfin, Autolycus de Pitane avait, le premier, tenté d'édifier une théorie qui rendit compte de ces apparences ; il n'y était d'ailleurs pas parvenu, comme le prouve la controverse qu'il eut à ce sujet avec un certain Aristothère. Celui-ci nous demeure entièrement inconnu ; tout ce que nous savons de lui se réduit à la mention que Sosigène en fait au passage qui vient d'être rapporté.

Autolycus n'est pas aussi complètement ignoré que son contradicteur.

Suivant Diogène de Laërte, Autolycus, mathématicien grec, né à Pitane en Éolide, sur la côte d'Asie mineure, eut pour disciple le philosophe Arcésilaüs de Pitane qui entra ensuite dans l'école de Théophraste, ouverte à Athènes vers 322 av. J.-C. Autolycus fut donc, sans doute, un contemporain de Théophraste, peut-être un peu plus âgé que ce dernier ; comme Théophraste, il prend place, dans le temps, entre Aristote et Euclide.

Nous possédons, sous le nom d'Autolycus, deux écrits ¹ relatifs

1. AUTOLYCI *De sphaera quæ movetur liber ; De ortibus et occasibus libri duo...*
Edidit Fridericus Hultsch ; Lipsiæ, 1885.

à la Géométrie et à la Cosmographie. L'un de ces ouvrages, consacré à l'étude cinématique du mouvement de rotation uniforme, est intitulé : *De la sphère en mouvement*, Περὶ κινουμένης σφαίρας. L'autre écrit est formé de deux livres ; il a pour titre : *Des levers et des couchers des astres*, Περὶ ἐπιτολῶν καὶ δούσεων. Malheureusement, ni l'un ni l'autre de ces deux traités ne contient la moindre allusion à l'essai de théorie dont Sosigène a fait mention.

Nous n'avons donc aucun moyen de contrôler les dire de Sosigène ; mais, d'autre part, nous avons toute raison de les croire empruntés à Eudème et, partant bien informés ; partant, il est avéré qu'à la fin de la vie d'Aristote, au temps du règne d'Alexandre, on connaissait les variations qu'éprouvent les diamètres apparents de divers astres errants ; on savait qu'en son mouvement, chacun de ces astres ne demeure pas à une distance invariable de la Terre ; on en avait conclu que l'hypothèse des sphères homocentriques était condamnée et qu'il fallait recourir à d'autres hypothèses pour sauver les apparences.

II

HÉRACLIDE DU PONT ET LA ROTATION DE LA TERRE

Or, à l'époque même d'Eudoxe et d'Aristote, un novateur audacieux, rejetant la doctrine des sphères homocentriques, proposait des hypothèses astronomiques nouvelles, et ces hypothèses dessinaient la première esquisse du système de Copernic.

Ce novateur était Héraclide du Pont. Né à Héraclée du Pont, Héraclide ¹ vint dès sa jeunesse à Athènes pour se livrer à l'étude de la Philosophie ; il eut commerce avec Platon et devint un de ses disciples les plus illustres ; selon Diogène de Laërte, il suivit également les leçons d'Aristote et celles qu'à l'Académie, donnait Speusippe, successeur de Platon.

Dans ses nombreux écrits, qui sont tous perdus, il aimait à soutenir les opinions les plus nouvelles et les moins répandues ; aussi les Grecs lui avaient-ils donné le surnom de *Paradoxologue* ; en ce qui concerne les choses de l'Astronomie, le Paradoxologue, nous l'allons voir, fut bien servi par son audace.

1. DESWERT, *Dissertatio de Heraclide Pontico* ; Lovanii, 1830. TH. H. MARTIN, *Mémoires sur l'histoire des hypothèses astronomiques chez les Grecs et les Romains*, ch. V, § 3 (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, 2^e partie, 1881).

Et d'abord, Héraclide doit être rangé, sans contestation possible, au nombre de ceux qui expliquaient le mouvement diurne en maintenant immobile le ciel des étoiles fixes et en attribuant à la Terre, autour de l'axe du Monde, une rotation uniforme d'occident en orient. Les textes abondent, qui mettent cette opinion au compte du Paradoxologue.

Nous avons déjà vu, au Chapitre I¹, que le Pseudo-Plutarque auquel est attribué le *De placitis philosophorum*, qu'Eusèbe, en sa *Préparation évangélique*, associaient le nom d'Héraclide du Pont à celui d'Éphantus le Pythagoricien ; ils attribuaient à ces deux auteurs l'hypothèse qui, par la rotation de la Terre, explique le mouvement diurne des étoiles.

D'autres témoignages, plus autorisés, se joignent à ceux que nous venons de rappeler.

Voici d'abord le témoignage de Proclus : « Héraclide du Pont », dit Proclus en son *Commentaire au Timée de Platon*², « professe l'opinion que la Terre se meut d'un mouvement circulaire ; Platon, au contraire, la suppose immobile. »

Simplicius, et un scholiaste anonyme d'Aristote qui puise aux mêmes sources que Simplicius, produisent (et Simplicius le fait à deux reprises) la même affirmation que Proclus ; « Héraclide du Pont », disent-ils³, « pensait qu'on peut sauver les apparences (τὸ φεῖν τὰ φαινόμενα) en maintenant le Ciel fixe et en donnant à la Terre, placée au centre [du Monde], un mouvement de rotation ».

Ailleurs, Simplicius s'exprime d'une manière plus explicite⁴ ; il fait allusion aux auteurs, « tels qu'Héraclide du Pont et Aristarque, qui croient possible de sauver les apparences en maintenant immobiles le Ciel et les astres et en faisant tourner la Terre d'occident en orient autour des pôles de l'équateur, et cela de telle manière qu'elle fasse chaque jour à peu près un tour (κινουμένης ἐκαστης ἡμέρας μίαν ἑγγίστα περιστροφήν). Ils ajoutent le mot à peu près (ἑγγίστα) », poursuit Simplicius, « en raison du mouvement propre du Soleil, qui est d'un degré par jour ». Ainsi Héraclide, et Aristarque après lui, avaient reconnu la nécessité de distinguer le

1. *Vide supra*, ch. I, § IV, pp. 24-25.

2. PROCLI DIADOCHI *In Platonis Timaeum Commentaria*. Edidit Ernestus Diehl. Vol. III, Lipsiæ, MCMVI, p. 138.

3. SIMPLICI *In Aristotelis libros de Cælo commentarii* ; in lib. II cap. XIII ; éd. Karsten, p. 232, col. a ; éd. Heiberg, p. 519. — In lib. II cap. XIV ; éd. Karsten, p. 242, col. a ; éd. Heiberg, p. 541. — *Scholia in Aristotelem*. Collegit C. A. BRANDIS, Berolini, 1836, p. 505, col. b.

4. SIMPLICI *Op. laud.* ; in lib. II cap. VII ; éd. Karsten, p. 200, col. b ; éd. Heiberg, p. 444.

jour sidéral du jour solaire, et d'attribuer la première de ces deux durées à la rotation de la Terre.

Ptolémée, en rapportant l'opinion de ceux qui étoient au mouvement de la Terre, ne cite le nom d'aucun d'entre eux ; mais il formule ¹ cette opinion en des termes identiques à ceux que nous venons de lire dans Simplicius ; le mot ἑγγίστεα ne fait pas défaut à l'énoncé qu'il reproduit. Héraclide est assurément parmi ceux que vise l'auteur de la *Syntaxe*.

III

HÉRACLIDE DU PONT ET LES MOUVEMENTS DE VÉNUS ET DE MERCURE

En admettant la rotation de la Terre sur elle-même qu'admettaient aussi certains pythagoriciens de son temps, disciples d'Ephantus, Héraclide n'avait rien innové ; il n'avait, non plus, sauvé aucune apparence céleste que l'on ne pût tout aussi bien sauver en laissant la Terre immobile et en attribuant aux cieux le mouvement diurne.

Il semble s'être montré plus original inventeur par ce qu'il a imaginé touchant le mouvement de la planète Vénus.

Les variations d'éclat que cette planète éprouve d'une époque à une autre montrent clairement qu'elle ne demeure pas toujours à la même distance de la Terre ; cette conclusion, Sosigène nous l'a appris, s'imposait déjà à Eudoxe, à Polémarque de Cyzique, à Aristote, c'est-à-dire aux contemporains mêmes d'Héraclide ; celui-ci ne pouvait pas en méconnaître l'exactitude.

D'autre part, la marche étrange de cette planète, et la marche analogue de Mercure, avaient vivement sollicité et fortement retenu l'attention de Platon ; ce philosophe avait, à plusieurs reprises, signalé ce fait que Vénus tantôt dépasse le Soleil, tantôt se laisse dépasser par lui, tout en gardant une vitesse moyenne exactement égale à celle du Soleil.

Héraclide découvrit le moyen de sauver ces apparences par un artifice aussi simple qu'ingénieux. Tandis que le Soleil S (fig. 3) décrit chaque année, d'Occident en Orient, un cercle dont la Terre T est le centre, imaginons que Vénus, tout en prenant part

1. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Composition mathématique*, livre I, ch. VI ; trad. Halma, t. I, p. 19 ; PARIS, 1813 ; CLAUDII PTOLEMEI *Opera quæ exstant omnia*. Volumen I. *Syntaxis mathematica*. Edidit J. L. Heiberg. Pars I. Lipsiæ, MCCCCLXXXVIII. A', ζ', p. 24.

à ce mouvement, décrive, dans le même sens, un cercle AVBV' plus petit, dont le Soleil soit le centre ; supposons, en outre, que ce cercle soit décrit en un temps égal à la durée de révolution synodique de Vénus, si bien connue d'Eudoxe. Tous les phénomènes que Vénus nous présente seront ainsi expliqués.

Du point T, menons deux tangentes, TA, TB, au cercle décrit par Vénus ; il est clair que nous ne verrons jamais Vénus s'écarter du Soleil, vers l'Orient, d'un angle supérieur à ATS ni, vers l'Occident, d'un angle supérieur à STB.

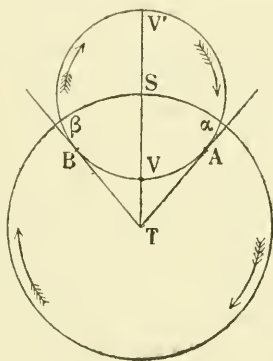


Fig. 3.

Lorsque Vénus décrira l'arc AVB de son cercle, la vitesse de ce mouvement, projetée sur la sphère des étoiles fixes, semblera dirigée d'orient en occident, en sens contraire de la vitesse propre du Soleil ; la projection de Vénus sur la sphère des étoiles fixes semblera se mouvoir, sur le zodiaque, d'occident en orient, avec une vitesse égale à la différence des deux vitesses dont nous venons de parler ; elle semblera marcher moins vite que le Soleil ; elle sera rejointe par la projection de cet astre au moment où la planète parviendra au point V de son cercle, puis elle sera dépassée par cette projection.

Au contraire, tandis que la planète Vénus décrit, sur son cercle, l'arc BV'A, sa projection semble marcher, sur l'écliptique, de l'occident vers l'orient, plus vite que la projection du Soleil ; elle rejoint celle-ci lorsque la planète parvient au point V' de son cercle, puis elle la dépasse.

Ainsi se trouvent sauvées, au moins d'une manière qualitative, les apparences, déjà bien connues de Platon, que présente la marche de Vénus comparée à celle du Soleil.

Les changements de grandeur apparente de Vénus sont également sauvés. Vénus est plus loin de la Terre que n'est le Soleil tandis qu'elle décrit sur son cercle l'arc $\beta V' \alpha$; elle est plus voisine de nous que le Soleil tandis qu'elle parcourt l'arc $\alpha V \beta$.

Platon et Aristote plaçaient Mercure et Vénus au-dessus du Soleil; Pythagore les mettait, dit-on, au-dessous de cet astre, et cette opinion sera reprise par Hipparque et par Ptolémée; selon l'hypothèse d'Héraclide, chacune de ces deux opinions contient une part de vérité et une part d'erreur.

Qu'Héraclide le Paradoxologue ait proposé une telle hypothèse afin de sauver les apparences si remarquables que Vénus nous présente, c'est ce que nous apprend Chalcidius¹.

Chalcidius suppose que les divers astres errants décrivent des épicycles dont les centres parcourent des cercles déférents concentriques au Monde; puis il ajoute: « Héraclide du Pont, en attribuant un cercle épicycle à Lucifer (Vénus) et un autre au Soleil, et en donnant à ces deux cercles épicycles un même centre, a démontré que Lucifer devait se trouver tantôt au-dessus du Soleil et tantôt au-dessous ». Le commentateur du *Timée* montre, en outre, que si l'on mène du centre de la Terre deux tangentes à l'épicycle de Vénus, l'angle de ces deux tangentes détermine l'amplitude de l'oscillation que cette planète semble effectuer de part et d'autre du Soleil.

« Il est possible, écrit Th. H. Martin², que cet écrivain latin [Chalcidius] ait pris lui-même ce passage dans l'ouvrage d'Héraclide *Sur la Nature* ou dans quelque autre de ses ouvrages, et qu'il l'ait traduit ou résumé. Mais il est possible aussi que Chalcidius, attentif à dissimuler ses fréquents plagiais, ait trouvé le résumé tout fait chez quelque auteur grec et qu'il n'ait eu que la peine de le traduire. » Dans son édition de l'*Astronomie* de Théon de Smyrne, Th. H. Martin a même indiqué³, en l'appuyant d'arguments de poids, l'opinion qui ferait d'Adraste d'Aphrodisias ou de Théon de Smyrne le véritable auteur du passage emprunté par Chalcidius.

Un des arguments invoqués par Th. H. Martin mérite de rete-

1. THEONIS SMYRNÆI PLATONICI *Liber de Astronomia...* accedit etiam CHALCIDII locus ex Adrasto vel Theone expressus; Edidit Th. H. Martin, Parisiis, 1849, pp. 419-428. — CHALCIDII *Commentarius in Timæum Platonis*, CLX, CX, CXI (*Fragmenta philosophorum græcorum* collegit F. A. G. Mullachius, vol. II, pp. 206-207. Parisiis, Ambrosius Firmin-Didot, 1867).

2. TH. H. MARTIN, *Mémoires sur l'histoire des hypothèses astronomiques chez les Grecs et les Romains*. Première partie, ch. V, § 4 (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, 2^e partie, 1881).

3. THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia*, éd. Th. H. Martin, pp. 419-420.

nir un instant notre attention. Chalcidius fait mouvoir le Soleil et les Planètes sur des épicycles, et il attribue cette opinion à Platon. Cette dernière affirmation est erronée, comme nous le verrons au Chapitre suivant ; jamais Platon n'a usé d'épicycles pour représenter le mouvement des astres errants. Mais Adraste et Théon avaient, eux aussi, admis que Platon usait de cette hypothèse.

Or, de même que Chalcidius se trompe en attribuant à Platon l'usage des épicycles, de même est-il permis de penser qu'il se trompe lorsqu'il nous dit qu'Héraclide du Pont faisait mouvoir le Soleil sur un épicycle dont le centre décrivait un cercle concentrique à la Terre ; la seconde erreur apparaît comme la conséquence naturelle de la première ; par elle, Chalcidius attribue à Héraclide une théorie du mouvement de Vénus et du Soleil qui est, en réalité, celle qu'ont professée Adraste d'Aphrodisias et Théon de Smyrne.

Il est probable qu'Héraclide s'est borné à imaginer la théorie plus simple que nous avons exposée ; Vénus, en décrivant son épicycle, ne tournait pas autour d'un centre géométrique, d'un point purement fictif, mais autour de la masse même du Soleil.

Héraclide étendait-il à Mercure la théorie qu'il avait proposée pour sauver le mouvement apparent de Vénus ? Chalcidius ne nous le dit pas, sans doute parce que cela allait de soi. L'analogie est frappante entre le mouvement de Mercure et celui de Vénus. Dans ses dialogues, et particulièrement au *Timée*, Platon ne sépare jamais ces deux planètes l'une de l'autre lorsqu'il raisonne sur les mouvements des astres errants. Au moment où il expose les vues d'Héraclide touchant le mouvement de Lucifer, Chalcidius vient d'analyser les opinions que Platon et ses commentateurs ont professées touchant Vénus et Mercure. Il lui suffisait, évidemment, de montrer comment le Paradoxologue sauvait les apparences présentées par le premier de ces astres pour que le lecteur en conclût aussitôt la possibilité de sauver d'une manière semblable les apparences offertes par le second.

D'ailleurs, Adraste d'Aphrodisie, Théon de Smyrne et tous les auteurs qui, sans citer Héraclide du Pont, ont adhéré aux mêmes hypothèses que Chalcidius, ont toujours appliqué à la fois ces hypothèses à Vénus et à Mercure. Assurément, Héraclide avait fait de même.

Héraclide ou tel de ses disciples avait-il étendu des hypothèses semblables aux autres planètes ? Tout en faisant circuler le Soleil autour de la Terre, avait-il fait circuler Mars, Jupiter et Saturne sur des cercles dont le Soleil fût le centre, et dont le rayon fût

assez grand pour qu'ils pussent embrasser la Terre? Paul Tannery¹ et G. Schiaparelli² pensent qu'avant de produire le système des excentriques et des épicycles sous la forme où il nous est connu, les astronomes grecs avaient essayé de sauver les apparences à l'aide d'une telle hypothèse, esquisse de celle que Tycho Brahé devait proposer durant la seconde moitié du xvi^e siècle. Les inductions de ces deux savants historiens sont menées avec une extrême sagacité; mais aucun texte formel ne les autorise; nous ne les exposerons pas ici, car nous aurons occasion de les retrouver au prochain chapitre.

Réduite aux seules planètes de Mercure et de Vénus, la théorie d'Héraclide du Pont a trouvé de nombreux partisans; elle en a trouvé chez les Grecs avant Ptolémée et chez les Latins après Ptolémée; elle en a trouvé au Moyen-Age, chez les Scolastiques latins qui s'instruisaient auprès des Platoniciens, de Chalcidius, de Macrobe, de Martianus Cappella, au temps où Ptolémée et Aristote étaient encore inconnus; au moment où nous étudierons ce Néo-platonisme chrétien, nous rappellerons quelle fut, dans l'Antiquité, la fortune de cette théorie du Paradoxologue, et nous dirons quelle fut ensuite cette fortune jusqu'au temps de Copernic.

IV

HÉRACLIDE DU PONT A-T-IL ADMIS LA CIRCULATION DE LA TERRE AUTOUR DU SOLEIL ?

Par son hypothèse relative aux mouvements de Vénus et de Mercure, Héraclide a droit au titre de précurseur de Tycho Brahé. Faut-il aussi lui attribuer le titre de précurseur de Copernic? La réponse qu'il convient de faire à cette question dépend de l'interprétation qu'on donne à un passage des *Commentaires à la Physique d'Aristote* composés par Simplicius. Malheureusement, le texte de ce passage n'est pas entièrement assuré, et les inter-

1. PAUL TANNERY, *Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne*, ch. VI, § 7 et ch. XIV, §§ 14-17 (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 4^e série, t. I, 1893, p. 7 et pp. 256-260).

2. G. SCHIAPARELLI, *Origine del sistema planetario eliocentrico presso i Greci*, §§ I-III [*Memorie del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Classe di Scienze matematiche e naturali*, vol. XVIII (serie III, vol. IX); 1898, pp. 63-72].

prétations qu'en ont proposées les érudits ne s'accordent nullement entre elles.

Occupons-nous d'abord du texte.

Commentant le second chapitre du second livre des *Physiques* d'Aristote, Simplicius expose quels sont, selon lui, les rôles respectifs de l'astronome et du physicien ; à l'appui de cette doctrine, il invoque une autorité¹ ; cette autorité lui est fournie par un certain passage de l'*Abrégé* des Μετεωρολογικά du stoïcien Posidonius, abrégé composé par un contemporain de Cicéron, le philosophe grec Gémînus ; Simplicius, d'ailleurs, ne tire pas directement cette citation à l'Ἐπιτομή τῶν Ποσειδωνίου Μετεωρολογικῶν ; elle lui est donnée, il nous en avertit, par Alexandre Philopon (d'Aphrodisias).

Gémînus donc, ou mieux Posidonius, voulant montrer par un exemple comment l'astronomie peut imaginer des hypothèses propres à sauver les apparences, écrit la phrase suivante :

« Διὸ καὶ περελθὼν τίς φησιν Ἡρακλείδης ὁ Ποντικὸς. [ἔλεγεν] ὅτι καὶ κινουμένης πῶς τῆς γῆς, τοῦ δὲ ἡλίου μένοντός πῶς, δύναται ἢ περὶ τὸν ἡλίον φαινομένη ἀνωμαλία σώζεσθαι. »

Le texte de ce passage, avons-nous dit, n'est pas fixé sans ambiguïté ; les divergences portent sur le mot ἔλεγεν que nous avons placé entre crochets ; ce mot se trouve dans la célèbre édition Aldine, donnée à Venise en 1526 ; après examen minutieux des manuscrits, Hermann Diels a estimé que les meilleurs d'entre eux ne portaient pas ce mot, et il l'a biffé dans l'édition qu'il a donnée, en 1882, sous les auspices de l'Académie de Berlin.

Admettons d'abord qu'il faille conserver le mot ἔλεγεν. Les premiers mots de notre texte devront se traduire ainsi :

« C'est pourquoi, dit Héraclide du Pont, quelqu'un, s'étant présenté, disait que..... »

La meilleure interprétation que l'on puisse donner d'une telle phrase paraît être celle qu'a proposée Th. H. Martin². Héraclide avait, comme son maître Platon, écrit des dialogues ; Diogène de Laërte nous l'affirme. La phrase citée par Posidonius serait

1. SIMPLICI *Commentarii in octo Aristotelis physicæ auscultationis libros cum ipso ARISTOTELIS textu*. In fine : Venetiis in Aedibus Aldi, et Andreae Asulani Soceri Mensæ (sic) Octobri MDXXVI ; foll. 64 v. et 65 r. — SIMPLICI *In Aristotelis physicorum libros quatuor priores commentaria*. Edidit Hermannus Diels, Berolini, 1882, pp. 291-292.

2. TH. H. MARTIN, *Mémoires sur l'histoire des hypothèses astronomiques chez les Grecs et chez les Romains*. Première partie, Ch. V, § 4 : Autres hypothèses d'Héraclide, préparant les progrès ultérieurs des systèmes astronomiques (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, 2^e partie, 1881).

extraite d'un tel dialogue ; celui-ci était, peut-être, en entier sous forme de récit, comme la *République* ; ou bien, comme dans le *Phédon* ou le *Protagoras*, un des personnages racontait à ses interlocuteurs une conversation à laquelle il avait assisté. Ce quelqu'un, τις, qui s'était présenté pour parler, ce qui est le sens propre du mot παρελθών, ce personnage auquel Héraclide ne donnait pas de nom, était sans doute, dans le dialogue, le porte-parole d'Héraclide lui-même, chargé d'exposer les opinions du Paradoxologue.

Si, avec Hermann Diels, nous biffons le mot ἔλεγεν, la traduction change et le commentaire qu'elle avait suggéré disparaît. Il nous faut, en effet, traduire ainsi le début de notre texte :

« C'est pourquoi un certain Héraclide du Pont, s'étant présenté, dit que..... »

L'étude des manuscrits paraît imposer cette leçon ; et cependant, selon la remarque de G. Schiaparelli¹, elle paraît bien invraisemblable. Comment admettre que Posidonius, que Gémînus, qu'Alexandre d'Aphrodisias, ayant à parler d'un philosophe aussi célèbre qu'Héraclide, l'appellent : un certain (τις) Héraclide du Pont ?

Paul Tannery², à son tour, a proposé une interprétation nouvelle et fort ingénieuse du passage en litige.

Selon cette interprétation, le texte primitif de Posidonius était seulement celui-ci : « Διὸ καὶ παρελθὼν τις φησιν ὅτι..... ». Les mots : Ἡρακλειδῆς ὁ Ποντικός n'y figuraient pas. Ces mots auraient été ajoutés, en marge d'un manuscrit, par un lecteur désireux de désigner plus clairement l'auteur que Posidonius avait appelé simplement : *quelqu'un*, τις. Puis, comme il est arrivé en tant de circonstances, un copiste aurait fait passer cette glose de la marge dans le texte, où elle est demeurée depuis ce temps.

S'il en est ainsi, ce n'est plus, comme Paul Tannery en fait la remarque, Posidonius qui nous renseigne au sujet des hypothèses astronomiques d'Héraclide du Pont ; c'est un scholiaste anonyme. Si donc, avec G. Schiaparelli, on fait d'Héraclide un précurseur de Copernic, ce ne sera pas en vertu de la grave autorité de Posidonius, mais sur la foi de cet annotateur.

Or ce scholiaste était-il bien informé des choses de l'Astrono-

1. G. SCHIAPARELLI, *Origine del sistema planetario eliocentrico presso i Greci*, VI, 40 [*Memorie del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere* ; classe di Scienze matematiche e naturali ; vol. XVIII (serie III, vol. IX), 1898, pp. 87-88].

2. PAUL TANNERY, *Sur Héraclide du Pont* (*Revue des Études grecques*, t. XII, 1899, p. 305).

mie ? Nous l'ignorons et rien ne nous empêche de le nier. Nous pourrions, dès lors, admettre, avec sir Thomas Heath ¹, que, par le mot $\tau\acute{\iota}\varsigma$, Posidonius voulait désigner Aristarque de Samos ; que l'annotateur, sachant par ailleurs qu'Héraclide faisait tourner la Terre sur elle-même, avait confondu cette supposition avec l'hypothèse du mouvement de la Terre autour du Soleil ; qu'il avait alors mis en marge, en face du mot $\tau\acute{\iota}\varsigma$, le nom d'Héraclide, dérobant ainsi à Aristarque la priorité de la théorie héliocentrique.

Par ces suppositions, fait-on disparaître toutes les difficultés ? Il en reste une. G. Schiaparelli se scandalisait que Posidonius eût accolé au nom d'Héraclide du Pont le terme, assez dédaigneux, $\tau\acute{\iota}\varsigma$, un certain. N'est-il pas bien plus étonnant qu'il se soit contenté de ce petit mot pour désigner, sans le nommer, Aristarque de Samos, illustre non seulement par les propos d'Archimède, mais aussi par son traité *Des grandeurs et des distances du Soleil et de la Lune* ?

Essayerons-nous de résoudre ces difficultés ? Nous ne voyons aucun moyen de le faire avec quelque certitude. Nous nous contenterons donc d'attribuer à Héraclide du Pont, *jusqu'à plus ample informé*, l'hypothèse mentionnée par notre texte.

Comment ce texte précise-t-il cette hypothèse ? Traduisons-le :

Héraclide du Pont dit : « Que la Terre étant mue d'une certaine manière ($\pi\omega\tilde{\omega}\varsigma$) et le Soleil demeurant immobile d'une certaine manière ($\pi\omega\tilde{\omega}\varsigma$), il est possible de sauver l'anomalie qui apparaît autour du Soleil ($\pi\epsilon\tau\epsilon\lambda\epsilon\tau\acute{\alpha}\iota\ \tau\omicron\nu\nu\ \eta\lambda\iota\omicron\nu\nu$) ».

Comment doit-on interpréter cette phrase ?

Trois explications distinctes s'offrent à nous, celle de Bœckh, celle de Th. H. Martin, celle de M. G. Schiaparelli.

Selon Bœckh ², le mouvement de la Terre dont il est ici question, c'est la rotation diurne de la Terre, d'Occident en Orient, autour de l'axe du Monde ; nous savons en effet, par ailleurs qu'Héraclide admettait une telle rotation. Le Soleil est en repos *d'une certaine manière*, c'est-à-dire qu'il n'est plus animé du mouvement diurne ; il est seulement mû de son mouvement propre annuel.

Mais une telle hypothèse ne sauve aucune des *anomalies*, aucune des irrégularités de vitesse que l'on constate en observant le cours des planètes. Bœckh semble croire qu'Héraclide a seulement voulu dire qu'un tel mouvement de la Terre, qu'un tel repos partiel du Soleil, ne rendaient pas impossible l'explication d'une telle ano-

1. SIR THOMAS HEATH. *Aristarchus of Samos*, p. 282.

2. A. BÖCKH, *Das kosmologische System des Plato*, pp. 133-141.

malie, sans prétendre d'ailleurs fournir cette explication. On s'étonnerait que le Paradoxologue eût éprouvé le besoin de formuler une proposition d'une si banale évidence; on s'étonnerait encore plus que Posidonius y eût pu voir un exemple caractéristique de la liberté laissée à l'astronome dans l'invention des hypothèses propres à sauver les apparences.

Passons à l'explication proposée par Th. H. Martin ¹.

Selon Martin, l'anomalie qu'Héraclide se propose de sauver, c'est, comme Bergk l'avait déjà pensé ², la marche non uniforme du Soleil sur l'écliptique, d'où résulte l'inégalité des saisons; pour cela, il ne prive pas le Soleil de tout mouvement, mais il le maintient en repos *d'une certaine manière*, c'est-à-dire qu'il lui laisse un seul mouvement uniforme, d'Occident en Orient, sur l'écliptique; le mouvement diurne étant déjà sauvé par la rotation diurne attribuée à la Terre, l'anomalie de la marche du Soleil sera sauvée, à son tour, par un autre petit mouvement attribué à la Terre; quel était, d'ailleurs, cet autre petit mouvement, rien ne nous permet de le conjecturer.

Cette explication se heurte à de fort graves objections que G. Schiaparelli a longuement développées ³. Elle semble s'égarer bien loin du texte qu'elle se propose de pénétrer. Il est difficile de penser qu'Héraclide, en disant que le Soleil demeure immobile d'une certaine manière et que la Terre se meut d'une certaine manière, veuille exprimer que le Soleil décrit un très grand cercle et la Terre une très petite orbite.

D'autre part, au point de vue de la Géométrie, on voit aisément qu'au mouvement uniforme et annuel du Soleil sur l'écliptique, on ne peut associer aucune circulation uniforme de la Terre autour du centre du Monde de telle manière que l'anomalie qui en résulte admette l'année pour période irréductible.

Remarquons, d'ailleurs, que le sens attribué par Bergk et par Martin aux mots ἡ περὶ τὸν ἥλιον φαινόμενη ἀνωμαλία semble pécher contre les règles de la grammaire grecque; pour qu'on pût traduire *l'anomalie relative au Soleil*, il faudrait qu'il y eût ἡ περὶ τοῦ ἡλίου φαινόμενη ἀνωμαλία; περὶ gouverne le génitif lorsqu'il signifie : *au sujet de, relatif à*; avec l'accusatif, il a toujours le sens de : *autour*.

L'irrégularité qu'il s'agit de sauver est donc quelque chose qui

1. TH. H. MARTIN, *Op. laud.*, loc. cit.

2. BERGK, *Fünf Abhandlungen zur Geschichte der griechischen Philosophie und Astronomie*, Leipzig, 1883, p. 151.

3. G. SCHIAPARELLI, *Op. laud.*, VI, 42-45; loc. cit., pp. 89-91.

se produit *autour* du Soleil ; il est très vraisemblable que cette irrégularité, cette *περὶ τὸν ἥλιον ἀνωμαλία* qui préoccupait Héraclide est identique¹ à celle qu'Hipparque et Ptolémée appellent tantôt² *ἡ πρὸς τὸν ἥλιον ἀνωμαλία*, tantôt³ *ἡ πρὸς τὸν ἥλιον ἀνωμαλία* ; et celle-ci est la grande inégalité du mouvement apparent des planètes, celle qui produit les stations et les rétrogradations, celle qu'au temps d'Héraclide, Endoxe et Calippe s'efforçaient de sauver par des combinaisons de sphères homocentriques.

Cette interprétation de G. Schiaparelli est donc favorisée non seulement par la grammaire, mais encore par l'histoire, puisqu'elle nous montre Héraclide attentif aux phénomènes mêmes qui sollicitaient les efforts des astronomes de son temps.

Qu'Héraclide, d'ailleurs, se soit préoccupé de sauver la grande irrégularité apparente de Vénus, et sans doute aussi celle de Mercure, Chalcidius nous l'a appris, et il nous a enseigné, en même temps, comment le Paradoxologue y parvenait. Le génial artifice de ce philosophe consistait, nous l'avons vu, à prendre le Soleil, et non pas la Terre, pour centre du mouvement de ces deux planètes.

G. Schiaparelli, nous l'avons dit au précédent paragraphe, n'hésite pas à admettre qu'Héraclide avait étendu une semblable hypothèse aux trois autres planètes, à Mars, à Jupiter, à Saturne ; les variations d'éclat que Mars présente sont extrêmement grandes⁴ ; au rapport d'Eudème et de Sosigène, les contemporains d'Héraclide avaient été frappés de ces variations et les rapprochaient des changements analogues que présente la lumière de Vénus ; le Paradoxologue devait être naturellement conduit⁵ à répéter de Mars ce qu'il avait dit de Vénus, à placer dans le Soleil le centre de la circulation de cette planète-là comme de celle-ci ; mais, à la différence de Vénus, Mars peut s'écarter du Soleil à toute distance angulaire concevable, ce qui exige que son cercle, ayant le Soleil pour centre, embrasse la Terre.

Cette hypothèse une fois admise pour Mars, il était pour ainsi dire forcé qu'elle fût étendue à Jupiter et à Saturne.

Ces considérations, les unes appuyées de textes formels, les autres dirigées par de très plausibles inductions nous donnent un

1. G. SCHIAPARELLI, *Op. laud.*, VI, 46 ; *loc. cit.*, p. 92.

2. *Composition mathématique* de CLAUDE PTOLÉMÉE, livre IX, ch. II et livre X, ch. VI (Trad. Halma, vol. II, p. 117, p. 118 et p. 211 ; éd. Heiberg, pars II, p. 209, p. 211 et p. 317.)

3. *Composition mathématique* de CLAUDE PTOLÉMÉE, livre XII, ch. I (Trad. Halma, vol. II, p. 312 et p. 313 ; éd. Heiberg, pars II, p. 450 et p. 451).

4. Cet éclat varie dans le rapport de 1 à 24.

5. G. SCHIAPARELLI, *Op. laud.*, II ; *loc. cit.*, pp. 66-68.

commentaire très satisfaisant de ces mots : ὅτι..... θύναται ἡ περὶ τὸν ἥλιον φαινομένη ἀνωμ ἀλίξ σφῆζεσθαι. Mais elles ne nous présentent rien qui serve à éclaircir le sens de ces autres mots : κινουμένης πως τῆς γῆς, τοῦ δὲ ἡλίου μένοντός πως. Pour sauver de la sorte les grandes inégalités planétaires, il n'est aucunement besoin de mouvoir la Terre ni d'ôter aucun mouvement au Soleil ; on peut, en même temps que ces hypothèses, garder la supposition du repos terrestre et tracer ainsi une sorte de première esquisse du système de Tycho Brahé.

Voyons donc comment G. Schiaparelli interprète celle des paroles d'Héraclide qui n'ont pas encore été expliquées.

Il admet ¹, tout d'abord, que l'adverbe πῶς, mis après les mots τοῦ δὲ ἡλίου μένοντος, est une pure redondance et doit être négligé ; le Soleil, pour Héraclide, n'est pas en repos *d'une certaine façon* ; il est purement et simplement immobile. La Terre est alors en mouvement *d'une certaine manière* ; et cette manière nous est sûrement connue si nous admettons qu'Héraclide néglige, comme Eudoxe, comme Polémarque de Cyzique, l'inégalité des saisons et les variations du diamètre apparent du Soleil ; le mouvement de la Terre est, en sus de la rotation diurne, une marche uniforme sur un cercle dont le Soleil est le centre.

Tel serait donc, selon G. Schiaparelli ², le système auquel Héraclide faisait allusion dans le fragment cité par Posidonius :

Le Soleil est immobile au centre du Monde ; la Terre et les cinq planètes tournent autour du Soleil ; les cercles décrits par Mercure et par Vénus sont plus petits que le cercle décrit par la Terre ; au contraire, les orbites de Mars, de Jupiter et de Saturne embrassent l'orbite terrestre ; le ciel des étoiles fixes est immobile et la rotation de la Terre produit l'apparence du mouvement diurne ; aucun texte ne nous suggère le mouvement qu'Héraclide attribuait à la Lune, mais il ne semble pas qu'il pût faire autrement que de la laisser tourner autour de la Terre. La construction héliocentrique du Paradoxologue nous présente ainsi une première ébauche du système de Copernic.

Cette interprétation du savant astronome italien est, il faut le reconnaître, des plus séduisantes ; sans doute, les suppositions y sont nombreuses, mais elles comblent de la manière la plus heureuse les lacunes qui séparent les textes, trop rares, où les hypothèses d'Héraclide se trouvent mentionnées. Un point demeure obscur, cependant, et pourrait inquiéter l'esprit prêt à adhérer à

1. G. SCHIAPARELLI, *Op. laud.*, VI, 44 ; *loc. cit.*, p. 90.

2. G. SCHIAPARELLI, *Op. laud.*, VI, 45-49 ; *loc. cit.*, pp. 91-93.

cette interprétation. Le texte de Posidonius donne les hypothèses du repos du Soleil et du mouvement de la Terre comme destinées à sauver les anomalies apparentes des planètes. Or, le système combiné par Héraclide pour sauver l'anomalie de Vénus et, vraisemblablement, les anomalies des autres astres errants, ne suppose ni ce repos ni ce mouvement ; il est compatible avec l'immobilité absolue de la Terre. Pour expliquer les rapprochements que fait la phrase d'Héraclide rapportée par Posidonius, il faut bien admettre, cependant, que le Paradoxologue établissait un certain lien entre le procédé qui lui servait à sauver l'anomalie planétaire et les hypothèses du mouvement de la Terre et du repos du Soleil.

On peut, croyons-nous, deviner sans peine quel était ce lien et, qui plus est, prouver que le philosophe du Pont en reconnaissait la solidité.

Pour sauver les anomalies apparentes, Héraclide avait fait circuler les cinq planètes autour du Soleil ; il était, alors, tout naturellement conduit à attribuer le même mouvement à la Terre, car il regardait la Terre comme une planète.

L'assimilation de la Terre à une planète était, au temps d'Héraclide, une des opinions soutenues par les Pythagoriciens de la Grande Grèce, par ceux qui, à la suite de Philolaüs, faisaient tourner la Terre autour du foyer central ; lorsqu'il expose leur doctrine aussi bien que lorsqu'il la réfute, Aristote les désigne ¹ comme ceux « qui font, de la Terre, un des astres ». Héraclide pouvait donc, sans se singulariser, mettre la Terre au nombre des astres errants.

Stobée nous apprend ², d'ailleurs, que le Paradoxologue partageait entièrement, à ce sujet, les convictions des philosophes d'Italie : « Héraclide et les Pythagoriciens », dit-il, « prétendent que chacun des astres forme un monde, que l'air y entoure une terre, et que le tout se trouve au sein de l'éther illimité. Les mêmes croyances sont rapportées dans les *Hymnes Orphiques*, car ils font un monde de chacun des astres ».

Cette assimilation s'étendait également à la Lune, car le même Stobée nous dit ³ : « Héraclide et Ocellus font de la Lune une terre entourée de nuages ».

Cette analogie admise par Héraclide entre la Terre, la Lune et

1. ARISTOTE, *De Cælo* lib. II, capp. XIII et XIV (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 403 et p. 407 ; éd. Bekker, vol. I, p. 293, col. a, et p. 296, col. a).

2. STOBÉE, *Eclogarum physicarum* lib. I, cap. XXIV ; éd. Meineke, p. 140.

3. STOBÉE, *Op. laud.*, lib. I, cap. XXVI ; éd. Meineke, p. 151.

les planètes est évidemment la raison qui, de l'explication des anomalies planétaires, l'a conduit à l'adoption d'une Cosmologie héliocentrique. Elle nous révèle, d'ailleurs, certaines influences qui ont dû le seconder en ce passage ; elle nous montre que l'astronome du Pont acceptait avec complaisance certains des dogmes pythagoriciens ; l'exemple de la doctrine astronomique de Philolaüs a pu l'aider en l'élaboration de sa propre doctrine ; celle-ci, en effet, ne diffère de celle-là que par la substitution du Soleil à cette *Ἐστὶς* longtemps hypothétique et devenue clairement inadmissible, et par la suppression de la non moins inadmissible Antiterre.

V

LE SYSTÈME HÉLIOCENTRIQUE D'ARISTARQUE DE SAMOS.

Les ingénieuses inductions de G. Schiaparelli nous ont fait retrouver, dans Héraclide le Paradoxologue, un novateur aussi audacieux qu'heureux ; au temps même d'Aristote, il posait les hypothèses essentielles du système astronomique de Copernic. L'importance saisissante d'une telle conclusion serait peut-être de nature à inspirer en quelques esprits une certaine méfiance à l'égard des raisonnements qui l'ont fournie ; elle pourrait leur faire craindre que ces raisonnements n'eussent été trop fortement sollicités par le désir de trouver, dans l'Antiquité grecque, un précurseur au grand réformateur du xvi^e siècle.

Ces craintes seraient mal fondées ; qu'au temps d'Aristote, le système héliocentrique, auquel le nom de Copernic devait être plus tard attaché, ait déjà compté des partisans, cela n'a rien que de très vraisemblable. Un demi-siècle au plus après la mort d'Aristote, en effet, le même système était soutenu, les documents les plus autorisés nous l'affirment, par un astronome de grand talent ; et cet astronome a eu la gloire d'être non seulement le précurseur, mais encore l'inspirateur de Copernic, qui a connu sa tentative et s'en est autorisé. Cet astronome est Aristarque de Samos¹.

Aristarque de Samos florissait vers l'an 280 avant notre ère, après Euclide, donc, et avant Archimède. Nous savons, en effet, par ce que Diogène de Laërte écrit sur la vie de Straton de Lamp-

1. Sur Aristarque de Samos, l'ouvrage fondamental est : Sir THOMAS HEATH, *Aristarchus of Samos, the Ancient Copernicus* ; Oxford, 1913. — Voir aussi : J. THIMON, S. J., *Aristarque de Samos, à propos d'un livre récent (Revue des Questions Scientifiques, juillet 1913)*.

saque, qu'Aristarque fut au nombre des disciples de ce philosophe. Or, c'est vers 284 que Straton succéda, à la direction du Lycée, à Théophraste, qui avait lui-même succédé à Aristote. Straton demeura à la tête du Lycée jusqu'en 266. D'autre part, Ptolémée, dans sa *Syntaxe mathématique*, rapporte ¹ une observation de solstice d'été qui fut faite par Aristarque en l'année 280.

Des écrits d'Aristarque, un seul nous reste ; c'est le précieux traité *Sur la grandeur du Soleil et de la Lune* dont il sera question plus loin ². La forme géométrique parfaite qu'ont revêtue les raisonnements exposés dans ce traité fait, de l'auteur, un digne émule d'Euclide et d'Archimède. Du livre où Aristarque exposait le système du Monde dont nous allons parler, il ne nous reste rien, pas même le titre.

En revanche, de nombreux témoignages nous indiquent d'une manière très certaine et très claire, bien que trop sommaire, quel était ce système ; parmi ces témoignages, il en est un dont la compétence et l'autorité sont d'une particulière gravité ; c'est celui d'Archimède ; commençons donc par l'analyse de ce témoignage ; aussi bien est-il le plus ancien.

Ce témoignage se trouve au curieux écrit qu'Archimède a intitulé *Ψαμμίτης*, titre que l'on a traduit en français par ce mot : *L'arénaire*. Voici comment débute ce traité ³ :

« Certains pensent, ô roi Gélon, que la multitude des grains de sable est infinie ; je ne parle pas seulement du sable qui se trouve au voisinage de Syracuse et dans toute la Sicile, mais de celui qui est contenu dans tous les pays tant habitables qu'inhabitables. D'autres pensent que cette multitude n'est pas infinie, mais qu'il n'est pas possible d'exprimer un nombre qui surpasse cette multitude. »

En effet, la représentation d'un nombre suffisamment grand pouvait apparaître aux Grecs comme une impossibilité ; notre numération décimale nous permet, par des combinaisons régulières effectuées au moyen de dix chiffres, de représenter des nombres aussi grands qu'il nous plaît ; la numération des Grecs ne leur offrait rien d'analogue ; le nombre des signes divers à employer croissait au delà de toute limite en même temps que la grandeur du nombre à représenter.

Archimède avait imaginé un système de numération plus compliqué que le nôtre, mais partageant l'avantage essentiel de

1. *Syntaxe mathématique* de CLAUDE PTOLÉMÉE, livre III, ch. II (éd. Halma, vol. I, pp. 162-163 ; éd. Heiberg, pars I, pp. 206-207).

2. V. Chapitre IX, § III.

3. ARCHIMEDIS *Opera omnia cum commentariis* EUTOCH, iterum edidit J. L. Heiberg ; volumen II, Lipsiæ, MDCCCXIII, pp. 216-217.

celui-ci, le pouvoir de représenter une multitude aussi grande que l'on veut par une combinaison régulière d'un nombre limité de signes. Pour donner au roi Gélon un exemple saisissant de sa méthode, le géomètre de Syracuse va lui montrer comment elle permet de figurer le nombre des grains de sable qui rempliraient la sphère du Monde.

En cette sorte de gageure, Archimède veut se montrer beau joueur et faire appel, pour évaluer le volume du Monde, au système astronomique qui attribue à ce volume la plus grande valeur ; c'est ce qui le conduit à parler des hypothèses d'Aristarque de Samos.

« Tu n'es pas sans savoir », poursuit le grand géomètre ¹, « que la plupart des astronomes donnent le nom de Monde à une sphère dont le centre est le centre de la Terre et qui est décrite par une ligne droite issue de ce centre et égale à la droite menée du centre du Soleil au centre de la Terre. Mais, rejetant ces propositions que l'on trouve dans les livres composés par les astronomes, Aristarque de Samos a publié certains écrits relatifs aux hypothèses (ὑποθεσιῶν γράμματα) ; des fondements posés en ces écrits (ἐκ τῶν ὑποκειμένων), il résulte que le Monde est beaucoup plus grand que celui dont nous venons de parler. Il admet, en effet, l'hypothèse que la sphère des étoiles inerrantes et le Soleil demeurent immobiles ; quant à la Terre, elle se meut suivant une circonférence de cercle tracée autour du Soleil, qui se trouve au centre du cours de la Terre. La sphère des étoiles inerrantes est décrite autour du même centre que le Soleil ; il dit qu'elle est tellement grande que [le rayon de] la circonférence selon lequel, par hypothèse, la Terre circule a, à la distance des étoiles fixes, le même rapport que le centre de la sphère à la surface de cette même sphère. Il est évident que cela est impossible, car le centre d'une sphère n'a pas de grandeur ; il n'est donc pas possible d'admettre qu'il ait un rapport quelconque à la surface de cette sphère. Nous devons croire qu'Aristarque a entendu ce qui suit : Le rapport qui existe entre la Terre que nous supposons placée au centre du Monde et ce que nous appelons le Monde est égal au rapport qui existe entre la sphère sur laquelle est tracé le cercle que la Terre parcourt selon les suppositions d'Aristarque, et la sphère des étoiles fixes. Telle est l'hypothèse qu'il est conduit à faire par des démonstrations adaptées aux apparences célestes.

» Il apparaît clairement que la sphère sur laquelle il admet que

1. ARCHIMEDIS *Opera*, éd. Heiberg, vol. II, pp. 218-221. Cf. Sir THOMAS HEATH, *Op. laud.*, p. 302.

la Terre se meut est supposée précisément égale à celle que nous appelons le Monde. »

Dans tout ce qu'il nous rapporte, le texte d'Archimède offre la précision que l'on pouvait attendre de ce grand géomètre.

Nous y voyons d'abord qu'Aristarque de Samos, en abordant le problème astronomique, se donne, de ce problème, un énoncé tout semblable à celui que Platon proposait aux mathématiciens de son temps ; il cherche à poser des hypothèses telles que la démonstration en déduise des conséquences capables de sauver les apparences.

Ces hypothèses, il les prend autrement que ne les prenaient les astronomes, c'est-à-dire, sans doute, ceux qui professaient l'astronomie des sphères homocentriques.

De ces hypothèses, Archimède nous rapporte les plus essentielles. Ce sont :

La fixité absolue de la sphère des étoiles fixes ;

La fixité absolue du Soleil dont le centre coïncide avec le centre de cette sphère ;

Le mouvement annuel de la Terre sur une circonférence de cercle ayant pour centre le centre du Soleil.

Ces trois hypothèses, Aristarque leur donne un complément d'une extrême importance ; pour qu'elles permettent de sauver les apparences, il faut que le rayon de la sphère des étoiles fixes ait, au rayon de l'orbite terrestre, un rapport immensément grand, sinon les corollaires déduits des hypothèses ne s'accorderaient plus avec les phénomènes ; l'aspect du ciel des étoiles fixes changerait selon que la Terre se trouverait en un point de sa course ou en un autre ; en langage moderne, les étoiles fixes auraient des parallaxes.

Le témoignage d'Archimède touchant le système héliocentrique d'Aristarque de Samos n'a pas besoin d'être confirmé par d'autres témoignages plus récents et moins autorisés. Si une telle confirmation eût été utile, nous l'eussions trouvée en divers passages de Plutarque qui seront cités en ce paragraphe et au suivant ; nous la trouverions également dans ce texte de Stobée ¹ :

1. STOBÆI *Eclogarum physicarum* lib. I, cap. 25 ; éd. Meineke, p. 145. Le même texte est donné par le Pseudo-Plutarque (*De placitis philosophorum* lib. II, cap. 24) et par le Pseudo-Galien (*Historia philosophica*, cap. 14), mais avec des altérations qui le rendent incompréhensible ou absurde ; v. à ce sujet : G. SCHIAPARELLI, *I precursori di Copernico nell' Antichità*, Documenti giustificativi, XI [*Memorie del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere*, Classe di Scienze matematiche e naturali, vol. XII (3^e série, vol. III), 1873, p. 430].

« Aristarque maintient fixe le Soleil en même temps que les étoiles ; [il enseigne] que la Terre se meut tout autour du cercle solaire, et qu'elle est [diversement] ombragée suivant ses inclinaisons [différentes]. »

Nous voyons par là qu'Aristarque, dans son traité, s'attachait à montrer comme l'obliquité même de l'axe terrestre sur le plan de l'écliptique donnait, dans son système, au sujet de l'inégalité des saisons, les mêmes résultats que l'obliquité de l'écliptique sur l'équateur dans le système communément reçu.

La sphère des étoiles fixes étant déclarée immobile, Aristarque n'aurait pu sauver le mouvement apparent de ces étoiles s'il n'eût donné à la Terre, autour de l'axe qui lui est propre, une rotation diurne d'Occident en Orient. Pour affirmer qu'il a dû admettre cette hypothèse, nous n'aurions besoin d'aucun témoignage ; la Logique nous donnerait le sien, qui suffit ; nous en avons cependant plusieurs.

Nous avons entendu, au § II, Simplicius associer ¹ le nom d'Aristarque à celui d'Héraclide lorsqu'il parle de l'hypothèse du mouvement diurne de la Terre.

Un scholiaste anonyme d'Aristote écrit ² : « L'opinion d'Aristarque et de ses disciples (τῶν περὶ αὐτόν) est celle qui dit : Les astres et le Ciel sont fixes ; la Terre se meut de l'Occident vers l'Orient, puis revient [de l'Orient à l'Occident]. »

Ce dernier texte nous montre qu'Aristarque avait, autour de lui, des élèves qui recueillaient son enseignement. La même conclusion se peut déduire d'un passage de Sextus Empiricus.

Les Péripatéticiens pensaient que la rotation du Ciel des étoiles fixes était une condition indispensable de l'existence même du temps ; le temps était, pour eux, la mesure même de ce mouvement ; à quoi Sextus leur objecte ³ « que ceux qui ôtent le mouvement au Ciel et qui croient que la Terre se meut, comme les disciples du mathématicien Aristarque (οἱ περὶ Ἀρίσταρχον τὸν μαθηματικόν), ne sont pas empêchés, par là, de concevoir le temps. »

Aristarque trouvait donc des partisans parmi ses contemporains ; il trouvait aussi des adversaires. Son hypothèse mouvait la Terre et, par conséquent, le feu central, l'Ἑστία, le foyer du Maître des dieux. Certains crièrent au sacrilège. De ce nombre fut, au témoi-

1. SIMPLICIUS *Commentarii in Aristotelis libros de Caelo* ; in lib. II cap. VII ; éd. Karsten, p. 200, col. b ; éd. Heiberg, p. 444.

2. *Scholia in Aristotelem*. Collegit C. A. BRANDIS ; Berolini, 1836, p. 95, col. a.

3. SEXTUS EMPIRICUS *Adversus mathematicos* ; éd. Gentianus Hervetus, Coloniae Allobrogum, 1621, p. 410 ; éd. Bekker, X, 174, p. 512.

gnage de Plutarque ¹, Cléanthe, disciple de Zénon : « De l'avis de Cléanthe, Aristarque devait être accusé, devant les Grecs, de profanation sacrilège, pour avoir déplacé le foyer du Monde ; cet homme avait tenté, en effet, de sauver les apparences en faisant l'hypothèse que le Ciel demeure immobile et que la Terre parcourt le cercle oblique [l'écliptique], en même temps qu'elle tourne autour de son axe propre ».

Si Aristarque ne fut pas, comme Socrate, condamné à boire la ciguë, la faute n'en est pas au pieux stoïcien Cléanthe.

VI

SÉLEUCUS

Aristarque, cependant, s'était borné à présenter la fixité du Soleil et du Ciel des étoiles fixes, le double mouvement de la Terre comme des hypothèses propres à sauver les apparences ; il ne semble pas qu'il ait jamais affirmé la réalité de telles hypothèses. D'autres ont été moins réservés que lui ; tel Séleucus, si nous en croyons Plutarque.

« La Terre, dit celui-ci ², est-elle nécessairement liée à l'axe qui traverse l'Univers de part en part ? Incapable d'être mue comme une machine, demeure-t-elle arrêtée et immobile ? Ou bien devons-nous la regarder comme tournante et détachée [de cet axe] ? Aristarque et Séleucus ont proposé cette dernière opinion ; le premier, il est vrai, l'a donnée comme une hypothèse ; le second, au contraire, l'a produite d'une manière affirmative. »

Ce Séleucus était né, au rapport de Strabon, à Séleucie, ville de Chaldée située sur le Tigre ; de sa vie, nous ne savons rien, sinon qu'elle fut antérieure à celle d'Hipparque, qui observait à Rhodes en 128 et en 127 ; cette vie de Séleucus avait donc pris fin quand le premier siècle commença.

A son système astronomique, sans doute identique à celui d'Aristarque, Séleucus rattachait une théorie des marées qu'il opposait à celle de Cratès, qui fut le maître de Zénon. Voici, en effet, ce que dit un texte de Jean de Damas ³ :

1. PLUTARQUE, *De facie in orbe Lunæ*, § 6. Cf. DIOGÈNE DE LAËRTE, *De vitis philosophorum* lib. VII, cap. 174.

2. PLUTARQUE, *Platonice questiones*, quæst. VIII.

3. Publié dans : STOBÆI *Florilegium*, éd. Meineke, t. IV, p. 245. Le même texte, avec omission du nom de Cratès et quelques variantes, se trouve dans : PSEUDO-PLUTARQUE, *De placitis philosophorum* lib. III, cap. 17.

« Séleucus le mathématicien, écrivant contre Cratès, et faisant, lui aussi, mouvoir la Terre, dit que la révolution de la Lune autour de la Terre produit une réaction sur la rotation de la Terre ; que l'air qui se trouve entre ces deux corps est retourné sens dessus dessous ; qu'il se précipite alors sur la Mer Atlantique, et que pour cette raison, la mer prend part à cette perturbation de l'air. »

Peut-être cette explication des marées paraîtra-t-elle quelque peu naïve ; elle ressemble cependant, et d'une manière très frappante, à celle que proposera Descartes lorsqu'il cherchera l'explication du flux et du reflux dans la gêne qu'éprouve la matière subtile, tourbillonnant autour de la Terre, à passer entre la Terre et la Lune.

VII

L'ABANDON DU SYSTÈME HÉLIOCENTRIQUE

Après Séleucus, nous ne trouvons plus personne, durant l'Antiquité gréco-romaine, qui ait tenu pour l'hypothèse héliocentrique ; cette hypothèse semble être tombée dans un profond oubli d'où nul, avant Copernic, n'a essayé de la tirer.

D'un tel délaissement, il n'est pas fort aisé d'indiquer les raisons ; peut-être, cependant, en peut-on deviner quelques-unes.

Le système héliocentrique pouvait être, comme l'avait fait Aristarque de Samos, présenté comme une hypothèse géométrique propre à sauver les mouvements apparents des astres ; il pouvait être donné pour une doctrine physique conforme à la véritable nature des choses, et c'est ainsi que l'avait proposé Séleucus. En ce dernier cas, il ne donnait pas satisfaction au physicien ; dans le premier, il ne contentait pas les légitimes désirs de l'astronome.

Le physicien, désireux non pas de composer des mouvements imaginés par le géomètre, mais de savoir quels corps, dans l'Univers, sont vraiment en repos, quels se meuvent réellement, recourait, pour décider cette question, aux principes de la Dynamique. Or la Dynamique qu'il avait à sa disposition, c'était, à fort peu près, celle qu'Aristote avait exposée dans ses divers ouvrages ; et cette Dynamique-là donnait, du repos de la Terre, des démonstrations que tous les philosophes jugeaient convaincantes. Comment ce physicien n'eût-il point tenu le système héliocentrique

d'Héraclide, d'Aristarque et de Séleucus pour condamné par les principes les plus sûrs de la Mécanique ?

Si la Physique d'Aristote ou des Stoïciens donnait à l'astronome, pour affirmer que la Terre était fixe et qu'elle n'avait pas même nature que les astres errants, des raisons qu'il avait tout lieu de juger bonnes, la Religion, de son côté, lui imposait ces opinions à titre de préceptes sacrés. Les obstacles qu'au xvii^e siècle, le Protestantisme, puis l'Église catholique opposèrent aux progrès de la doctrine copernicaine ne peuvent nous donner qu'une faible idée des accusations d'impiété qu'eût encouru, de la part du Paganisme antique, le mortel assez osé pour ébranler l'immobilité perpétuelle du foyer de la divinité, pour assimiler ces êtres incorruptibles et divins que sont les astres à la Terre, domaine humilié de la génération et de la mort. Écoutons Paul Tannery ¹ : « Galilée, d'une part, fonda sur l'expérience les véritables lois de la Dynamique, montra de l'autre, par des découvertes célèbres, que la croyance à une différence de nature entre les astres et notre globe était un préjugé sans fondement. Si les partisans des anciennes doctrines purent le faire condamner par l'Église, les dogmes chrétiens ne lui opposaient en réalité aucun obstacle ; il eût probablement couru des dangers beaucoup plus sérieux s'il avait eu à lutter contre les superstitions astrolatriques de l'Antiquité. » Nous avons vu, d'ailleurs, comment Cléanthe souhaitait que les Grecs condamassent Aristarque pour crime d'impiété ; et cette condamnation, l'aveugle et crédule vulgaire n'eût pas, sans doute, été seul à la porter ; elle eût pu s'autoriser des doctrines théologiques d'Aristote aussi bien que de celles de Platon.

Si le physicien voulait des hypothèses conformes à la réalité, si le théologien exigeait que ces hypothèses respectassent la hiérarchie des dieux, l'astronome demandait seulement qu'on lui donnât des combinaisons de mouvements circulaires et uniformes propres à sauver les mouvements apparents du Soleil, de la Lune et des planètes. Mais ces combinaisons, le système d'Aristarque de Samos était bien loin de les lui fournir.

Sans doute, les mouvements imaginés par Héraclide et par Aristarque sauvaient *d'une manière qualitative* les grandes inégalités planétaires. Mais l'astronome souhaitait quelque chose de plus ; il voulait des règles qui lui permissent de calculer d'avance, avec précision, les mouvements apparents des astres errants ; or,

1. PAUL TANNERY, *Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne*, ch. IV, 19, p. 102.

ces méthodes de calcul, ces procédés pour dresser des tables et des éphémérides, il ne paraît pas qu'Héraclide ni Aristarque se soient essayés à les lui fournir.

Et d'ailleurs, il n'était que trop évident que la théorie du gnomètre de Samos ne pouvait conduire à ces concordances numériques précises exigées par la Science des astres. Aristarque faisait mouvoir la Terre sur une circonférence de cercle dont le centre, Archimède nous l'a dit, était identique au centre du Soleil ; qu'il l'y fit mouvoir d'un mouvement uniforme, cela ne fait pas question ; comment, dès lors, aurait-il pu rendre compte de cette inégalité des saisons que Thalès avait déjà reconnue, dont Méton et Euctémon, dont Eudoxe avaient déterminé la valeur, et qui, au rapport d'Eudème, avait si fort préoccupé Calippe ?

Cette théorie, capable de sauver, jusqu'à la concordance numérique précise, les inégalités apparentes des mouvements des astres errants, elle commençait à s'ébaucher, au temps même de Séleucus, et peut-être avant lui, par les travaux d'Apollonius de Perge ; ceux d'Hipparque allaient lui assurer de rapides et admirables progrès ; le système des épicycles et des excentriques allait combler les désirs de l'astronome, comme la doctrine d'Aristote avait comblé ceux du physicien, et lui faire oublier entièrement les combinaisons de mouvements héliocentriques.

Entre le physicien, qui demande à la Cosmologie d'Aristote de lui faire connaître les mouvements réels, et l'astronome, soucieux de sauver minutieusement les mouvements apparents par les hypothèses qui supportent le système des excentriques et des épicycles, nous verrons s'engager un combat singulier ; à travers l'Antiquité hellénique, le Moyen-Age islamique et le Moyen-Age chrétien, ce combat se prolongera jusqu'au milieu du xvi^e siècle ; mais, au cours de ce long débat, ni l'un ni l'autre des adversaires n'aura cure de l'Astronomie héliocentrique.