

6199-6206
TANNERY, P.
1893

Mémoires de la Société des sciences
de Bordeaux 1893

RECHERCHES SUR L'HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE ANCIENNE.

365

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE.....	Page. v à VIII
--------------	-------------------

CHAPITRE I

CE QUE LES HELLÈNES ONT APPELÉ ASTRONOMIE.....	1 à 25
--	--------

La science du ciel a d'abord été appelée *astronomie*, puis *astrologie*, puis *mathématiques*. — A ces trois noms correspondent trois périodes distinctes de son développement dans l'antiquité. — Le sens primitif du mot astronomie a été « distinction des constellations ». — Le but se bornait à la reconnaissance des saisons et de l'heure pendant la nuit. — Constellations homériques. — Premières descriptions du ciel; les *Phénomènes* d'Aratus. — L'année lunisolaire des Grecs. — La réforme de Méton négligée à Athènes. — Les paraegmes et la prévision du temps, occupation des anciens astronomes mentionnés par Théophraste. — Moyens d'observations: le polos et le gnomon. — Indications sur d'anciens écrits, probablement versifiés. — Cléopâtre; Thalès. — Le prototype versifié de la *Didascalie céleste* de Leptine. — Résumé.

CHAPITRE II

CE QUE LES HELLÈNES ONT APPELÉ ASTROLOGIE.....	26 à 55
--	---------

Emploi du terme d'astrologie par Aristote. — L'École de Cyzique; Eudoxe de Cnide. — Le problème de la science est désormais posé dans toute son extension. — Part attribuée à la physique. — Application des mathématiques, limitée par l'insuffisance de leur développement. — Les précurseurs: Pythagore, Œnopide de Chios. — Fragment historique d'Eudème. — Écrits postérieurs à Eudoxe: la *Petite Astronomie*. — La *Sphérique* primitive; celle de Théodose de Bithynie. — *Phénomènes* d'Euclide. — Traités d'Autolycus. — Les *Ascensions* d'Hypsiclès; ses emprunts aux astrologues chaldéens. — Théorie de la variation des phénomènes de la révolution diurne suivant la latitude. — Question de la distance du soleil et de la lune. — Caractère des observations pendant cette époque; elles semblent servir à démontrer les théories plutôt qu'à découvrir des vérités nouvelles. — Matériel des observations: la *dioptré*; l'*arachné* d'Eudoxe. — Imperfection de l'évaluation des distances angulaires. — Le cadran solaire sphérique et le problème de la mesure du temps pendant la nuit. — Comment la solution de ce problème par Eudoxe donna naissance à l'astrolabe planisphère d'Hipparque. — L'invention de ce dernier instrument, ainsi que celle de la projection stéréographique, doit appartenir à Apollonius. — Probabilité de l'existence d'un prototype chaldéen pour l'*arachné* d'Eudoxe. — Rôle décisif de l'astrolabe pour la mesure du temps.

6199

CHAPITRE III

LES MATHÉMATICIENS ALEXANDRINS..... 56 à 81

(2) →
6200

L'École d'Alexandrie. — La question des précurseurs immédiats d'Hipparque. — L'hypothèse des épicycles : Apollonius de Perge. — L'utilisation des anciennes éclipses : Conon de Samos. — L'invention de la trigonométrie; elle ne peut être due à Hipparque et n'est pas l'œuvre d'un seul. — Le théorème fondamental peut être attribué à Apollonius. — Le calcul des cordes : Archimède. — Le *Sūrya-Siddhanta* des Hindous; indice de l'existence chez les Grecs de tables trigonométriques antérieures à Hipparque. — Comment on doit se représenter l'invention de la trigonométrie. — Archimède et Apollonius observateurs. — Les sphères armillaires. — Description de l'*organon* de Ptolémée. — Le *météoroscope*. — L'instrument universel d'Hipparque; sa dioptre. — Les armlles équatoriales; leur objet. — Observations de cette période rapportées par Ptolémée. — Hauteurs méridiennes. — Anciennes divisions de la circonférence. — Résumé.

CHAPITRE IV

LES POSTULATS DE L'ASTRONOMIE D'APRÈS PTOLÉMÉE ET LES AUTEURS ÉLÉMENTAIRES..... 82 à 102

(3) →
6201

Précis de cosmographie antérieurs à Ptolémée. — Geminus et son *Introduction aux Phénomènes*. — Cléomède. — Théon de Smyrne. — Plinie l'Ancien. — Analyse des six premiers chapitres du Livre I de la *Syntaxe* de Ptolémée; les cinq postulats astronomiques; leur histoire. — La révolution diurne comme uniforme autour d'un axe fixe. — Prétendues vérifications. — Opinions contraires. — Le ciel comme sphérique. — Le monde comme fini. — La terre au centre du ciel et pratiquement considérée comme un point. — Arguments contre le système d'Aristarque de Samos. — Le maintien du système géocentrique n'a pas entravé le progrès de la science chez les anciens. — Véritable caractère de la réforme de Copernic.

CHAPITRE V

LA SPHÉRICITÉ DE LA TERRE ET LA MESURE DE SA CIRCONFÉRENCE. 103 à 121

→

Caractère objectif du postulat de la sphéricité de la terre. — Comparaison des arguments de Posidonius et de Ptolémée. — Les anciennes évaluations de la circonférence. — Le stade des anciens; le stade légal; le stade itinéraire. — Stades d'Ératosthène, de Posidonius, de Ptolémée. — L'évaluation rapportée par Aristote peut être attribuée à Eudoxe. — Celle qu'indique Archimède semble déduite d'une réfutation (par Aristarque de Samos?) de l'hypothèse d'une figure plate pour la terre. — Les évaluations de Posidonius et de Ptolémée ne reposent pas sur des mesures réelles. — Exactitude de la mesure d'Ératosthène. — Discussion du récit de Cléomède sur cette mesure. — Détermination de l'obliquité de l'écliptique par Ératosthène; valeur antérieurement attribuée à cette obliquité.

CHAPITRE VI

LE MOUVEMENT GÉNÉRAL DES PLANÈTES..... 122 à 128

→
6202

Analyse du chapitre 7, Livre I de la *Syntaxe*. — L'indépendance du mouvement des planètes professée dans l'École de Pythagore. — Ses conséquences mécanistes. — Elle est rejetée par les Stoïciens partisans de la finalité. — Compromis final :

RECHERCHES SUR L'HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE ANCIENNE. 367

Posidonius. — Opinions différentes sur l'ordre des planètes. — Hypothèse d'Héraclide du Pont sur Mercure et Vénus. — Comment elle fut écartée.

CHAPITRE VII

LES CERCLES DE LA SPHÈRE..... 129 à 141

Histoire des notions techniques sur les cercles célestes. — Le zodiaque. — Erreur d'Hipparque sur la position attribuée par Eudoxe aux points équinoxiaux et solsticiaux par rapport aux signes. — Callippe, auteur de la division classique. — Survivance postérieure de la tradition ancienne. — Du terme de *colure*. — Des cercles arctique et antarctique chez les anciens. — Les zones terrestres. — Les climats. — La distinction moderne des zones est due à Posidonius. — Sommaire de la *Syntaxe* du Livre I, chap. 8, à la fin du Livre II; théorie de la trigonométrie, tables diverses. — Distinction de l'heure équinoxiale et de l'heure saisonnière. — Résumé.

CHAPITRE VIII

LA LONGUEUR DE L'ANNÉE SOLAIRE..... 142 à 160

(*Syntaxe*, Livre III.) — La définition de l'année comme tropique appartient à Hipparque. — Anciennes déterminations de la longueur de l'année solaire. — Comment se posa la question des différentes sortes d'années. — Témoignage de Théon de Smyrne sur les distinctions faites dans l'École d'Alexandrie. — Le choix entre l'année tropique et l'année sidérale pour régler l'année civile a dépendu de motifs religieux. — Discussion par Hipparque de la question de la fixité de l'année tropique. — Cette discussion est postérieure à sa détermination de l'année et appartient à son traité de la précession. — Des erreurs dans les observations de solstices et d'équinoxes. — Comment faisait-on ces observations? — Inexactitude de celles que Ptolémée s'attribue. — Les équinoxes dans l'année julienne et d'après le Concile de Nicée. — Déterminations successives des anciens pour la longueur des saisons. — Du mode de dater les observations dans la *Syntaxe*. — L'année égyptienne et l'ère de Nabonassar. — Principes pour la réduction des dates de Ptolémée.

CHAPITRE IX

LES TABLES DU SOLEIL..... 161 à 178

(*Syntaxe*, Livre III, suite.) — Tables du mouvement moyen en longitude. — Signification primitive du mot *époque*. — Origine chaldéenne des tables; la période de 18 ans. — Conjectures sur les différences de forme entre les tables d'Hipparque et celle de Ptolémée. — Table de l'anomalie. — Théorie géométrique. — Importance des erreurs dans le calcul de la longitude du soleil d'après les Tables de la *Syntaxe*. — Part d'Hipparque dans ces erreurs; responsabilité de Ptolémée. — Sur le prétendu mouvement du soleil en latitude, rejeté par Hipparque. — Données historiques. — L'hypothèse de ce mouvement remonte à Eudoxe; elle a été maintenue, dans l'École d'Alexandrie, jusqu'après Hipparque. — De la distinction entre le temps moyen et le temps vrai, d'après Ptolémée.

CHAPITRE X

LES PÉRIODES D'HIPPARQUE POUR LES MOUVEMENTS LUNAIRES... 179 à 201

(*Syntaxe*, Livre IV.) — Complications qu'offre la théorie de la lune. — Pourquoi elle doit être fondée sur l'observation des éclipses. — Des quatre différentes révolutions de la lune. — Anciennes déterminations de la lunaison. — La période éclipse

6203

6204



6205

V. *Sur les opinions conjecturales des anciens concernant les distances des planètes à la terre* 323

Nombres assignés par Pline, Censorinus et Martianus Capella aux distances des planètes, et attribué, à Pythagore. — La source commune de ces trois comptes est le polygone de Varron. — Désaccord entre les trois sources touchant l'échelle musicale correspondant à la progression des distances. — Confirmation du texte de Censorinus. — Recherches des sources où avait puisé Varron. — Du dogme de l'harmonie des sphères chez les Pythagoriciens. — Les combinaisons précises sur les distances ne sont pas antérieures à Hipparche. — Texte du grammairien Achille. — Varron a combiné des données de différentes sources. — Correction d'un passage de Pline. — Autres déterminations conjecturales rapportées par Martianus Capella et Macrobe. — Des observations réelles sur lesquelles ces déterminations sont censées s'appuyer.

VI. *Les sphères célestes selon Nastr-Eddin Attâsi, par M. Carra de Vaux* 337

Le *Memento d'astronomie* de Nastr-Eddin. — Notice historique sur l'auteur. — Analyse de l'ouvrage. — Traduction du chapitre XI. — Notes. — Figures.

ERRATA 363

Tannery, Paul: Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne. (*Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux* 4. sér. 17. Paris: Gauthier-Villars & fils 1893. (VIII, 370 S., 1 tabl.) 8. Fr. 6.

I. Ce que les Hellènes ont appelé astronomie (p. 1—25). II. Ce que les Hellènes ont appelé astrologie (p. 26—55). III. Les mathématiciens alexandrins (p. 56—81). IV. Les postulats de l'astronomie d'après Ptolémée et les auteurs élémentaires (p. 82—102). V. La sphéricité de la terre et la mesure de sa circonférence (p. 103—121). VI. Le mouvement général des planètes (p. 122—128). VII. Les cercles de la sphère (p. 129—141). VIII. La longueur de l'année solaire (p. 142—160). IX. Les tables du soleil (p. 161—178). X. Les périodes d'Hipparque pour les mouvements lunaires (p. 179—201). XI. Les tables de la lune (p. 202—218). XII. Les parallaxes de la lune et du soleil (p. 219—230). XIII. Les prédictions d'éclipses (p. 231—243). XIV. La théorie des planètes (p. 244—263). XV. Le catalogue des fixes (p. 264—282). — Appendice. I. Traduction de la Didascalie céleste de Leptine (Art d'Eudoxe) (p. 283—294). II. Vie d'Eudoxe d'après Diogène Laërce (VIII, 83—91). Observations sur la vie d'Eudoxe (p. 295—300). III. Sur la Trigonométrie des anciens (p. 301—305). IV. La Grande Année de Josèphe (p. 306—322). V. Sur les opinions conjecturales des anciens concernant les distances des planètes à la terre (p. 323—336) ...

kost 22 kwantjes!

T₄

voor 1900 4611

CHAPITRE IV

Les Postulats de l'Astronomie d'après Ptolémée et les Auteurs élémentaires.

1. Par une circonstance défavorable pour la gloire des précurseurs immédiats d'Hipparque comme pour la sienne même, il se trouve qu'à leur époque, l'histoire de la science fut négligée. Tandis qu'à la fin du iv^e siècle, un disciple immédiat d'Aristote, Eudème de Rhodes, consacrait déjà à cette histoire un ouvrage important, dont il ne reste malheureusement que quelques fragments, il faut attendre le siècle après Hipparque pour voir revivre cette étude. Elle n'aboutit d'ailleurs nullement pour l'astronomie à un travail ayant quelque valeur historique sérieuse. Toutefois, il nous reste un petit nombre d'écrits qui, à ce point de vue, ne peuvent être négligés, parce qu'ils constituent des documents antérieurs à Ptolémée.

Ces écrits ont le caractère de précis cosmographiques; leurs auteurs sont des hommes instruits, mais qui n'ont aucune spécialité; ils travaillent d'après les ouvrages qu'ils ont à leur disposition, mais que nous n'avons plus; ce sont donc pour nous des témoins intéressants, tandis qu'ils n'ont aucune valeur originale, qu'ils n'ont en rien fait progresser la science.

Comme j'aurai, par la suite, à les invoquer assez souvent, il convient de donner ici quelques détails sur l'époque où ils vivaient, sur les autorités qu'ils invoquent et sur la composition de leurs traités.

Ces auteurs sont au nombre de trois qui ont écrit en grec : Geminus, *l'Introduction aux Phénomènes*; Cléomède, la *Contem-*

plation des cercles et des corps célestes (Κυκλική θεωρία μετεώρων); Théon de Smyrne, une *Astrologie*.

On peut en rapprocher le second livre de l'*Histoire naturelle* de Pline.

2. Geminus⁽¹⁾, dont on ignore la patrie, composa son ouvrage⁽²⁾ vers le milieu du 1^{er} siècle avant notre ère. A cette époque, l'éducation libérale, en tant qu'elle comprend des notions scientifiques, était à peu près accaparée par les stoïciens; tandis que les autres sectes philosophiques s'éteignaient ou restreignaient le cadre de leur enseignement, eux avaient su au contraire élargir le leur, de façon à satisfaire au besoin de vulgarisation qui se faisait de plus en plus sentir, à mesure que les conquêtes romaines, tout en menaçant les foyers de la civilisation hellène, étendaient de fait le cercle de leur rayonnement.

La ville où Hipparque avait vécu, possédait une école célèbre; Panétius de Rhodes fut contemporain du grand astronome; son successeur, Posidonius d'Apamée, semble avoir cherché, par l'étendue de ses connaissances, par la variété de ses travaux, à être, pour ainsi dire, l'Aristote du stoïcisme. En tout cas, il avait traité *ex professo* de la cosmographie dans les nombreux livres de son φυσικὸς λόγος, et préparé ainsi des matériaux faciles à utiliser pour les abrégiateurs.

Geminus puisa-t-il à cette source? On peut le croire; cependant, il est en tout cas loin d'être un simple plagiaire, et il paraît assez souvent avoir négligé les opinions de Posidonius pour celles d'auteurs plus anciens; malheureusement il ne nomme guère ses sources et cite plutôt des littérateurs⁽³⁾ que des savants⁽⁴⁾. Ce

(1) Voir dans mon ouvrage : *La Géométrie Grecque* (Paris, Gauthier-Villars, 1887) le second chapitre : *Sur l'époque où vivait Geminus*.

(2) Peut-être à Rome, pour la jeunesse qui recevait l'éducation hellénique; en tout cas sous le climat de quinze heures (chap. IV).

(3) Callimaque qui aurait, d'après lui, donné le nom de *Chevelure de Bérénice* à la constellation que l'on attribue à Conon; le grammairien Cratès, sur Homère; Aratus, Cléanthe, Boéthius.

(4) Hipparque, Ératosthène; comme géographes, Pythéas, Polybe.

qu'il expose est, à vrai dire, un lieu commun ; c'est un corps de vérités acquises dès longtemps et, sauf de rares exceptions, devenues du domaine public. Cependant il a des renseignements précis et intéressants sur une école d'astrologues qu'il appelle Chaldéens, et qui doit être celle fondée à Cos par Bérose.

3. Le titre de son ouvrage, *Introduction aux Phénomènes*, marque son but élémentaire ; il doit préparer à l'étude des traités mathématiques d'Euclide, d'Autolykos ou de Théodose, sinon les remplacer, en exposant sommairement les théories qui y sont développées et en enseignant les notions préliminaires de cosmographie qui y sont supposées. Il ajoute, par surcroît, divers développements sur des sujets à peu près aussi classiques, comme la durée du mois et de l'année ou la cause des éclipses.

Quoiqu'il adopte plusieurs déterminations numériques dues à Hipparque, il est muet sur les travaux les plus importants du grand astronome, soit qu'il les ignore, soit qu'il ne les regarde pas comme suffisamment consacrés par l'assentiment général. Dès lors, son précis cosmographique représente plutôt l'état de la science avant Hipparque, soit au temps d'Ératosthène qui paraît lui avoir principalement servi de guide (1).

Ainsi, il ignore la précession des équinoxes. S'il considère le mouvement propre du soleil comme s'effectuant sur un cercle excentrique à la terre et si d'ailleurs il admet que les mouvements célestes sont circulaires et uniformes, il se contente de dire, pour la lune et les cinq planètes, que chacune a sa *sphéropée* particulière. Quel que soit le sens qu'il ait en réalité attaché à cette expression empruntée à Archimède, elle se rapporte plutôt à l'hypothèse des sphères concentriques d'Eudoxe, qu'à celle des épicycles.

Quoique Geminus connaisse la division en 360° du cercle en général, il emploie de préférence celle en soixantièmes, sauf pour le zodiaque.

(1) Cependant il s'en écarte évidemment quand il place, comme les stoïciens, Mercure et Vénus au-dessous du Soleil ; Archimède et Ératosthène les plaçaient encore au-dessus.

Il ne tient pas compte des corrections apportées par Hipparque aux évaluations de la durée de l'année et du mois et ne connaît aucune période luni-solaire plus exacte que celle de Callippe.

4. La patrie de Cléomède et l'époque où il vivait sont inconnues, mais à la différence de Geminus, il cite expressément Posidonius et le donne même comme l'auteur auquel il a emprunté la plus grande partie de sa compilation, car il avoue n'avoir rien d'original. Si parfois il s'écarte de son guide principal, il a soin de le noter, mais quand il cite d'autres autorités, Bérose, Hipparque, Ératosthène, il ne semble les connaître que de seconde main et par Posidonius lui-même. Son ouvrage peut donc être considéré comme un abrégé de la doctrine du savant stoïcien. Mais il a reproduit, presque textuellement, une longue et violente diatribe de Posidonius contre Épicure, et cette circonstance, jointe à ce fait que son écrit ne trahit aucune connaissance des travaux de Ptolémée, ne permet pas d'en fixer la date plus bas que le commencement du II^e siècle de l'ère chrétienne.

Quoique le titre de l'ouvrage soit plus ambitieux que celui qu'avait adopté Geminus, Cléomède ne s'élève pas au-dessus du niveau atteint par ce dernier et il reste dans le même cercle d'idées. Si, pour réfuter Épicure, il s'attache aux spéculations concernant la distance du soleil à la terre, il n'aboutit à l'exposition d'aucun procédé scientifique. Son guide avait en effet abandonné le point de départ de la théorie exposée par Aristarque de Samos pour se jeter dans des hypothèses hardies, mais sans support suffisant.

Quant aux planètes, Cléomède se contente d'affirmer leur mouvement propre et d'indiquer plus ou moins exactement la durée de leurs révolutions et la valeur de leurs digressions en latitude.

Le point le plus neuf dans son ouvrage consiste dans une indication assez nette des effets de la réfraction astronomique.

5. Théon de Smyrne paraît avoir vécu à l'époque que nous avons indiquée comme étant, au plus bas, celle de Cléomède,

c'est-à-dire immédiatement avant Ptolémée. Son *Astrologie* faisait partie d'un traité sur *Ce qui, en mathématique, est utile pour la lecture de Platon*. C'est encore une compilation, mais beaucoup plus intelligemment faite que celle de Cléomède et représentant une tradition essentiellement différente.

Théon de Smyrne a abrégé successivement les écrits de deux philosophes du 1^{er} siècle de l'ère chrétienne, le péripatéticien Adraste d'Aphrodisias, et le platonicien Dercyllide. Le premier semble avoir composé un traité élémentaire passablement complet; le second, au contraire, s'était borné à divers aperçus intéressant l'astronomie dans un commentaire sur le mythe d'Er, au livre X de la République de Platon.

Adraste possédait des connaissances mathématiques étendues et appartenait à une école plus sérieusement scientifique que celle des stoïciens. Les rapprochements que l'on peut faire entre l'abrégé de Théon et les ouvrages de Geminus et de Cléomède ne prouvent pas qu'il ait subi réellement l'influence de Posidonius; ils nous indiquent seulement que, là où la matière est commune, il y avait une même façon, dès longtemps classique, de la traiter.

Théon passe au reste assez rapidement sur ce sujet rebattu, il s'attache au contraire à exposer le principe d'explication du mouvement des planètes. Il définit nettement les phénomènes dont il s'agit de rendre compte, montre qu'on peut employer dans ce but l'hypothèse d'un excentrique ou celle d'un cercle concentrique avec épicycle, tout en conservant l'uniformité aux mouvements. Il essaie de prouver que la seconde hypothèse est plus rationnelle et qu'elle est conforme aux opinions de Platon.

A part cette dernière assertion, qui ne témoigne guère en faveur du sens critique de son auteur, l'ensemble est digne d'attention; mais, quoiqu'il comporte certaines déterminations numériques dues à Hipparque, il ne s'agit, en somme, dans toute cette théorie, que de questions déjà résolues avant l'astronome de Nicée.

Quant à l'abrégé de Dercyllide, il est très court et, quoique intéressant à divers égards, ne nous indique aucun progrès particulier.

6. Le second livre de l'*Histoire naturelle* de Pline l'Ancien, composé dans la seconde moitié du 1^{er} siècle de notre ère, comprend un exposé de cosmographie élémentaire, entremêlé de notions sur les météores, les bouleversements subis par la terre et un certain nombre de merveilles naturelles. Cet ensemble confus est compilé, d'après Pline lui-même, de divers auteurs latins ou grecs qu'il énumère au nombre de quarante-cinq, mais dont la plupart ne ressortissent nullement à l'histoire de l'astronomie (1).

Sous les ambages d'un style prétentieux et obscur, on trouve de précieux renseignements, dont malheureusement la source immédiate est inconnue, sur la théorie des éclipses et des planètes, telle qu'elle était constituée à cette époque. Il paraît hors de doute qu'il y a là des débris de l'enseignement d'Hipparque, tels qu'il serait difficile d'en trouver trace ailleurs. Mais il nous suffit de les signaler pour le moment. Il convient en effet d'aborder désormais les conclusions qui doivent découler de la comparaison, avec la Syntaxe de Ptolémée, des quatre traités élémentaires que nous venons de passer en revue (2).

7. Après une préface (Syntaxe I, 1) où il définit philosophiquement le rôle de l'étude mathématique du ciel, et cela dans un langage qui dénote une franche adhésion aux doctrines d'Aristote,

(1) Parmi les Romains, Pline fait surtout des emprunts au polygraphe Varron; mais nous devons citer Sulpicius Gallus, qui expliqua la cause des éclipses aux soldats dans la guerre contre Persée (168 avant Jésus-Christ). Parmi les Grecs, Pline indique comme sources Anaximandre, Démocrite, Eudoxe, Euclide, Archimède, Ératosthène, Épigène, Hipparque, Posidonius, Critodème (?), Sosigène, Thrasyllé, Sérapion et des ouvrages de faussaires alexandrins : pseudo-pythagoriciens, Timée de Locres, Petosiris, Necepsos, Cœranus.

(2) Geminus a été édité dans l'*Uranologion* de Petau (1630) et par Halma, avec traduction française, dans sa *Chronologie de Ptolémée*, seconde partie (1819). La seconde édition laisse beaucoup plus à désirer que la première.

Pour Cléomède, celle de Schmidt (Leipzig, 1832), d'après Bake, est suffisante au point de vue critique.

Théon de Smyrne a été publié pour la première fois par Th.-H. Martin en 1849 (*Theonis Smyrnæi liber de Astronomia*, etc.). Il n'y a pas à revenir sur ce remarquable travail.

Pour Pline, j'emploie l'édition de Iahn (Leipzig Teubner, 1870).

Ptolémée (ch. 2) expose sommairement le plan de son ouvrage, puis déclare qu'il faut commencer par admettre comme prémisses :

1° Que le ciel est sphérique et qu'il se meut comme une sphère (c'est-à-dire autour d'un axe passant par son centre);

2° Que la terre est, dans son ensemble, sensiblement sphérique;

3° Qu'elle est située au milieu du ciel, vers le centre;

4° Que sa grandeur n'est que comme un point par rapport à la sphère des fixes;

5° Qu'enfin elle n'est animée d'aucun mouvement de translation.

Dans les chapitres suivants (3, 4, 5, 6), il détaille les motifs que l'on a d'adopter ces postulats et réfute les objections qui ont été élevées contre eux.

J'insisterai sur ce point qu'en réalité Ptolémée ne tente nullement une démonstration scientifique des principes qu'il émet; il répète simplement les lieux communs qu'on trouve à ce sujet dans les traités élémentaires dont nous parlions tout à l'heure. Et de fait, si les raisonnements donnés à l'appui de ces thèses ont pu faire illusion à la plus grande partie de ceux auxquels on les enseignait, il n'en est pas moins certain qu'elles ont été posées à l'origine, non pas comme susceptibles de démonstration, mais comme des postulats indispensables pour servir de point de départ à une théorie mathématique. Elles appartiennent d'ailleurs, comme nous l'avons vu, à ce que les Hellènes ont appelé *astrologie*, et elles remontent aux Pythagoriens, quoiqu'une partie de l'école ait mis en doute les trois dernières.

8. Geminus admet les cinq postulats de Ptolémée sans la moindre discussion; il se contente de montrer comment ils permettent de se rendre compte de l'ensemble des phénomènes, ce qui était bien certainement le plus sage parti à prendre.

Posidonius (Cléomède) se livre, au contraire, à une discussion tout à fait analogue à celle de Ptolémée; toutefois il n'y suit pas le même ordre. Notamment, il développe surtout les postulats

relatifs à la terre et prétend déduire la sphéricité du monde de celle de notre globe.

Pline fait brièvement allusion aux arguments de l'école, qu'on trouve déjà formulés dans la *Didascalie* de Leptine. Mais c'est dans Adraste (Théon), véritable représentant de la tradition péripatéticienne suivie par Ptolémée, que l'on rencontre le plus nettement, tout au début, l'énoncé complet des postulats de la *Syntaxe*, puis l'exposé des raisons à l'appui.

Dercyllide (Théon) insiste très particulièrement sur la nécessité en astronomie de postulats (qu'il appelle *hypothèses*), et il compare ces postulats à ceux de la géométrie (et de la musique); il les formule d'ailleurs d'une façon originale, sur laquelle nous reviendrons.

9. L'ordre adopté par Ptolémée est incontestablement conforme à la logique, puisque les thèses relatives à la terre dépendent essentiellement des observations faites sur le ciel. Mais on a pu remarquer que son premier postulat est double, et j'ajoute qu'en le développant il en confond les deux parties.

Il convient d'y distinguer nettement la représentation du mouvement de la révolution diurne, qui correspond à un fait empirique et a par suite une valeur objective, et la représentation de la forme du ciel, qui est, au contraire, une conception purement arbitraire et subjective.

Mais si, comme nous venons de le dire, l'assimilation de la révolution diurne au mouvement d'un solide tournant autour d'un axe fixe repose sur des données de l'expérience, il est essentiel de remarquer (ce qu'on oublie trop souvent dans l'enseignement élémentaire) que cette assimilation n'est susceptible d'aucune vérification ayant un caractère scientifique, et qu'on doit lui conserver son rôle de postulat.

Le fait est que ce postulat a été admis sur des apparences relativement grossières et qu'il n'a que la valeur d'une première approximation. Si on le soumet à l'épreuve de vérifications rigoureuses, on reconnaît qu'il ne rend nullement un compte exact des

apparences. Pour les expliquer, on a été conduit, d'une part, à compliquer le mouvement diurne de déplacements de l'axe (précession des équinoxes, nutation); de l'autre, à chercher des explications spéciales (réfraction, aberration) pour les divergences entre l'hypothèse et l'observation que l'on ne pouvait rapporter à ces mouvements secondaires.

Ainsi, la position de la science est la suivante : elle admet, comme *a priori*, le mouvement de révolution diurne et s'impose par là même le devoir de rendre compte, d'une façon ou de l'autre, des déviations observées.

Le caractère du postulat apparaît nettement dans ce fait que c'est précisément en le supposant vrai (toutes autres corrections faites d'ailleurs) que l'on mesure les effets de la réfraction astronomique.

Si l'on opposait à ces remarques que, sous le rapport qui vient d'être indiqué, la plupart des formules qualifiées de lois physiques se trouvent soumises à des restrictions tout à fait analogues, j'ajouterais que, d'un côté, il y a cette différence que les observations qui ont établi la notion du mouvement diurne n'ont demandé aucune recherche technique; que, d'autre part, on ne saurait trop, dans l'enseignement élémentaire, chercher à donner des idées justes sur le caractère de notre connaissance de la nature, sur le rôle très considérable qu'y jouent les hypothèses et les postulats; qu'il importe donc, au début de chaque science, et sur les exemples les plus simples et par là même les plus frappants, de bien préciser sous quelles conditions particulières elle s'est constituée.

10. Historiquement, la conception du ciel comme d'une pièce solide animée d'un mouvement de rotation autour de pivots fixes remonte aux Chaldéens, sans que chez eux la date puisse en être assignée. Malgré sa grande simplicité, elle ne semble pas devoir être considérée comme absolument naturelle à l'humanité sortant de l'âge de la barbarie, car les Égyptiens ont préféré assimiler le déplacement apparent des étoiles à la marche régulière et

savante d'une flotte « voguant sur les eaux d'en haut » en conservant ses distances.

La conception de la rotation n'apparaît point dans l'Hellade avant Anaximandre, au ^{vi}^e siècle avant notre ère. Mais après lui elle est dominante; également adoptée par les physiologues de l'Ionie et par l'École de Pythagore, elle ne rencontre que de rares contradicteurs, étrangers d'ailleurs au cercle de ceux qui s'occupent de la science du ciel. Tous les auteurs de la *Petite Astronomie* la supposent admise immédiatement.

La preuve de Leptine (21) que répète Ptolémée après Adraste, à savoir que les étoiles circompolaires sont toujours les mêmes pour un même lieu d'observation et que les astres se lèvent ou se couchent toujours aux mêmes points de l'horizon, indique seulement la constance, mais non la circularité de la trajectoire des fixes. Mais si nous ne voyons pas insister sur la persistance des configurations formées par les étoiles, c'est qu'avant tout cette persistance est admise, que le ciel est assimilé à un solide en mouvement.

Seul Geminus (ch. X) parle de la vérification de la circularité du mouvement opérée en visant les étoiles avec des *dioptrés* et en les suivant pendant une révolution complète. Cette vérification a pu se faire, en réalité, avec l'instrument universel dont nous avons admis la construction dans la seconde moitié du ⁱⁱ^e siècle avant notre ère. Mais déjà à cette époque la croyance au mouvement de révolution était suffisamment établie et n'avait pas besoin d'un tel appui.

La part faite à l'hypothèse dans cette croyance a d'ailleurs été formulée comme suit par Dercyllide : « Le système du monde est la conséquence régulière d'un principe unique. »

Obligés, ainsi que nous, d'expliquer la régularité du mouvement apparent des fixes, mais ne soupçonnant pas ou se refusant à admettre le mouvement de la terre, les anciens recoururent à l'hypothèse d'une liaison invariable entre les étoiles et d'une rotation de l'ensemble. La simplicité de cette explication et son accord incontestable avec les constatations de l'observation immé-

diate suffirent à la faire universellement adopter. Les mesures plus précises, effectuées avec des instruments inventés plus tard, purent servir à la confirmer, mais non pas à la contrôler.

11. Ptolémée nous parle de deux opinions contraires à la croyance au mouvement de révolution diurne, et Dercyllide fait également allusion à ces mêmes opinions.

La première est celle de Xénophane, qui prétendait que l'apparence du mouvement circulaire était une illusion; que les astres suivaient une ligne droite indéfinie et que ceux qui reparaissaient à l'orient étaient nouveaux. Ce singulier paradoxe ne méritait guère l'honneur d'une réfutation.

La seconde est celle qu'Héraclite avait empruntée à l'Égypte ou renouvelée soit de Thalès, soit des anciens poètes du VII^e siècle. Elle suppose la terre plate et les astres se mouvant individuellement, ne s'allumant qu'à l'horizon du levant, s'éteignant à celui du couchant et, de leur coucher à leur lever, circulant autour de la terre sur le fleuve Océan. Cette conception, empreinte de mythologie, présente quelque intérêt historique, parce que l'école d'Épicure en avait repris le trait saillant comme une explication physiquement possible de la lumière des astres. Les mathématiciens pouvaient donc avoir à la combattre en réalité, mais ils n'avaient pas besoin de le faire sérieusement; les Épicuriens ne furent en effet jamais pour eux des adversaires redoutables.

Cette école avait pris, par suite de trop de fidélité aux paroles du maître, une singulière position par rapport à la science. Épicure s'était proposé de bannir toutes les explications théologiques de la nature, et, dans ce but, il avait admis comme également possibles toutes les explications physiques qui, eu égard à ses connaissances positives, d'ailleurs relativement restreintes, ne lui semblaient pas en contradiction formelle avec les phénomènes. Pour lui, la question n'était pas de découvrir quelle était la véritable explication physique à adopter, mais de convaincre qu'il y en avait une.

Si le doute est le commencement de la science et si Épicure

avait en général montré plus de sens critique, les sages réserves qu'il avait été amené à formuler contre bon nombre d'opinions courantes, auraient pu, confiées à des successeurs animés d'un esprit de progrès, être dans bien des cas fécondes pour la science. Mais, restant sur le terrain étroit où s'était placé le maître, ses disciples aboutirent, en physique et même en mathématiques, à un véritable scepticisme pratique, et ils n'exercèrent aucune influence sérieuse sur le développement de la science.

12. Laissons désormais ce sujet et abordons la seconde partie du premier postulat de Ptolémée, c'est-à-dire la représentation de la forme du ciel.

Une liaison étant supposée établie entre les étoiles fixes, elles se trouvent dès lors, par là même, regardées comme situées sur une même surface. Si l'hypothèse que cette surface est sphérique concorde suffisamment avec l'apparence de la voûte du ciel, si, d'un autre côté, cette hypothèse est sans contredit la plus commode au point de vue mathématique, le choix de la forme représentative du ciel n'en reste pas moins arbitraire, n'en constitue pas moins par suite un postulat indémontrable d'un caractère spécial; étant admis toutefois que l'on se trouve dans l'impossibilité de mesurer la distance à la terre d'une quelconque des étoiles.

Nous aurions donc à résoudre une question préalable qu'il convient d'examiner sous deux points de vue distincts. Dans quelle mesure les anciens ont-ils considéré la distance des étoiles à la terre, soit comme théoriquement, soit comme pratiquement infinie?

Le quatrième postulat de Ptolémée (que la terre est comme un point par rapport à la sphère des fixes) suppose au moins que cette sphère doit être, au point de vue des phénomènes, regardée comme infinie. Il y a donc, dans la *Syntaxe*, un défaut évident de logique à prétendre déduire des apparences la sphéricité du ciel.

D'autre part, le raisonnement employé, qu'on retrouve au reste déjà dans Adraste (Théon) et qui se fonde sur la permanence

apparente des grandeurs des astres ⁽¹⁾ et des distances des étoiles, pourrait seulement prouver que la surface du ciel est de révolution autour de l'axe du monde.

Il est inutile de s'arrêter à quelques autres motifs invoqués par Ptolémée : que la sphéricité du ciel est supposée par la construction des appareils servant à la détermination de l'heure (singulier exemple de cercle vicieux); que la forme sphérique est la plus propre au mouvement révolutif ⁽²⁾ (ce qui n'est ni prouvé ni probable); qu'enfin elle renferme le plus grand volume sous la plus petite surface (propriété géométrique sans doute très intéressante, mais qui n'a rien à faire ici).

Le dernier argument de Ptolémée n'est certainement pas plus convaincant que les précédents, mais peut-être est-il plus curieux en ce qu'il jette quelque jour sur les opinions physiques de l'auteur de la *Synlaxe*.

D'après lui, l'éther étant la substance la plus homogène (*ἐμμερές*), la surface de ses particules doit être composée d'éléments homogènes entre eux, par conséquent sphérique ⁽³⁾. Les corps célestes, divins et impérissables, qui se trouvent dans l'éther et qui sont constitués par lui, étant également sphériques, il est naturel d'induire de là que l'ensemble total de l'éther doit aussi affecter la même forme.

13. En résumé, nous ne voyons pas que les anciens aient jamais fait d'efforts bien sérieux pour motiver la croyance à la

(1) Cependant Ptolémée abandonne l'assertion, incontestablement fausse, que tous les rayons visuels, de notre œil au ciel, nous paraissent égaux; il reconnaît même que la grandeur apparente des astres (du soleil et de la lune) augmente à l'horizon, ce qu'il attribue, à tort, à la réfraction, en appliquant une remarque faite, semble-t-il, par Archimède sur la vision des objets plongés dans l'eau. La même explication avait déjà été donnée par Posidonius.

(2) De même Posidonius, dans Diogène Laërce, VII, 140.

(3) Ptolémée admet au contraire que les éléments des corps terrestres et périssables sont arrondis, mais non homogènes. — Ces idées paraissent un mélange assez incohérent des doctrines du Lycée et de celles du Portique. Au reste dans Cléomède (p. 36), les arguments de Posidonius pour la sphéricité du ciel sont tout à fait similaires.

sphéricité du ciel. Si elle a triomphé, c'est qu'elle n'a eu à subir la concurrence réelle d'aucune autre, et cela parce que, si l'on admet que le ciel a une forme, il n'y a aucune raison suffisante pour en choisir quelque autre que la sphérique.

Cependant, historiquement, ce n'est ni la seule ni la première qui ait été proposée. Anaximandre supposa une forme cylindrique ⁽¹⁾; d'après les traditions orphiques, le monde est un œuf, et Empédocle paraît les avoir suivies sous ce rapport comme sous d'autres, car son *Sphæros*, absolument homogène et immobile, doit changer de forme en s'organisant. Le Ps.-Plutarque (*De placitis philosophorum*, II, 1) cite encore, sans l'attribuer à aucun personnage déterminé, l'opinion que la figure du monde est conoïde. Je ne crois ni qu'il faille entendre par là la figure d'un cône, ni penser qu'il s'agisse d'une fantaisie postérieure à Archimède. Mais la forme des surfaces de révolution qu'il avait étudiées a pu convenir à quelque doxographe pour spécifier la représentation à laquelle conduit, par exemple, le langage d'Anaximène : « Le ciel tourne autour de la terre, comme un bonnet autour de la tête. » Enfin, Épicure soutenait très raisonnablement que la forme du ciel pouvait être tout à fait quelconque.

La forme mathématique de la sphère paraît avoir été introduite en Grèce par Pythagore; du moment où elle eût donné lieu, dans son école, à la constitution d'une théorie géométrique, le postulat devint indispensable en fait, comme représentation subjective, pour l'étude des phénomènes célestes. Objectivement, la question resta ouverte et se compliqua de celle de l'infinitude du monde.

Au début, alors que la notion de l'infini et du fini ne sont pas encore bien précisées, Anaximandre n'a aucun scrupule pour assigner aux distances entre la terre et les astres des valeurs de pure fantaisie, qu'il jugeait sans doute énormes, mais qui n'atteignent pas à la moitié du rayon de l'orbite lunaire. Pythagore spécifia nettement que le *cosmos* était limité. Dès lors, la difficulté

(1) Comparer la forme attribuée à la nébuleuse (voie lactée) dont fait partie le système solaire.

de concevoir l'au-delà souleva un débat philosophique des plus graves.

L'école atomique inventa la solution qui de fait prévaut de nos jours, à savoir la pluralité des mondes. Aristote en préconisa une qui répondait aux préoccupations des Éléates, et dont la singularité, à nos yeux, ne doit pas faire oublier qu'elle a été classique au moyen âge; tout en affirmant que le monde était fini, il nia l'existence d'un espace vide au delà. Les stoïciens reconnurent, au contraire, l'existence de cet espace, et ils semblent en cela avoir été d'accord avec tous les géomètres. Entre les deux thèses opposées, l'opinion courante resta incertaine et flottante. Pline, pour le prendre comme exemple, déclare que la recherche de l'au-delà n'a aucun intérêt pour l'homme et dépasse la portée de son intelligence; deux lignes plus bas, il dit que le monde est « infini, tout en étant semblable au fini ». Il s'élève contre la folie d'avoir prétendu le mesurer; il n'en citera pas moins plus loin les proportions que des faussaires alexandrins avaient pris la fantaisie de lui assigner, en en attribuant hardiment la détermination à Pythagore ou à Petosiris ⁽¹⁾.

14. La croyance à la sphéricité du ciel est devenue inutile à partir du moment où l'on a admis son immobilité et expliqué les phénomènes de la révolution diurne par la rotation de la terre. Après Copernic, la pensée moderne a « effondré cette voûte dérisoire » et échelonné les astres dans les profondeurs de l'infini.

Il est à remarquer toutefois que cette conséquence a été amenée surtout par le renouvellement au XVII^e siècle des doctrines atomiques, et que les précurseurs de Copernic dans l'antiquité ne paraissent point l'avoir tirée. Philolaos, qui le premier imagina de faire décrire à la terre un cercle autour d'un foyer central hypothétique, Ecphante et Hicétas de Syracuse ⁽²⁾, qui lui supposèrent seulement un mouvement de rotation, sont des pythagoriens qui

⁽¹⁾ Voir mon article : *Une opinion faussement attribuée à Pythagore*, dans l'*Archiv für Geschichte der Philosophie* (IV, 1).

⁽²⁾ Il paraît y avoir eu exception pour Héraclide du Pont (Stob. ecl., I, 21).

maintiennent fermement le dogme de la sphéricité. Aristarque de Samos enfin, qui proposa inutilement la vérité, reste également fidèle à ce dogme. D'après l'exposé qu'Archimède fait de son système dans l'Arénaire, il plaçait le centre du soleil en coïncidence avec celui de la sphère des fixes et faisait, autour de ce centre, décrire à la terre un orbite circulaire, dont le diamètre était, d'après lui, comme un point par rapport à celui de la sphère céleste. Archimède critique à bon droit l'exactitude de ce langage au point de vue mathématique, et l'on doit rappeler qu'Aristarque emploie une forme analogue dans son traité *Des grandeurs et distances du soleil et de la terre*, où il prend comme postulat que la terre est dans le rapport d'un point à la sphère de la lune et où cependant il arrive à conclure à une proportion assez faible entre le diamètre de la terre et celui du soleil ($6 \frac{3}{4}$ comme moyenne entre les limites qu'il indique).

Il paraît donc bien par là qu'on ne doit nullement penser qu'Aristarque considérât la sphère céleste comme théoriquement infinie; il affirmait seulement qu'on pouvait la regarder pratiquement comme telle (¹). Or, il est très probable que, comme forme, le quatrième postulat de Ptolémée lui a été emprunté; il s'ensuit donc que ce postulat ne doit pas être entendu dans un autre sens.

Ainsi, quelles que soient à cet égard les contradictions que l'on peut signaler dans la littérature ancienne, il semble bien que l'opinion dominante, chez les mathématiciens, ait été que le rayon de la sphère céleste avait une valeur finie, quoique les phénomènes ne leur offrissent aucune prise qui permît de la déterminer.

15. La question avait déjà été posée au temps d'Eudoxe, comme nous l'avons vu (II, 2), et une limite inférieure fut dès lors assignée pour la distance des étoiles à la terre. Il est inté-

(¹) Autrement dit, que les étoiles n'avaient pas de parallaxe annuelle. Aristarque ayant certainement observé, on peut croire qu'il avait fait des vérifications à cet égard, par des mesures de hauteurs méridiennes. Le langage d'Archimède prend, dans cette hypothèse, une signification précise qu'il n'aurait pas autrement.

ressant d'examiner quels purent être les moyens employés dès cette époque.

En étudiant les arguments mis par Ptolémée à l'appui de ses trois derniers postulats, lesquels se réduisent évidemment à un seul, à savoir que tout lieu d'observation sur la terre peut toujours être regardé comme le centre de la sphère céleste, je ne vois pas que l'on puisse penser à quelque tentative sérieuse en dehors de celle qui aurait consisté à vérifier avec la clepsydre, en opérant sur une étoile équatoriale, le degré d'exactitude avec lequel l'horizon astronomique partage la sphère céleste en deux parties égales ⁽¹⁾.

La démonstration mise à l'appui des trois derniers postulats est d'ailleurs menée méthodiquement par Cléomède (Posidonius), aussi bien que par Ptolémée; mais elle s'attache plutôt aux phénomènes qu'offre le mouvement du soleil qu'à ceux que présentent les fixes.

Ainsi, on établit d'un côté que l'horizon astronomique passe par le centre de la sphère céleste, en remarquant qu'autrement il n'y aurait pas d'équinoxe ou du moins que le cercle équinoxial ne serait pas un grand cercle de la sphère à égale distance des tropiques. Il est inutile d'insister sur le faible degré de précision qui aurait pu être atteint par des observations entreprises dans cet ordre d'idées.

Que le méridien passe également par le centre de la sphère céleste, on le prouvait de même, plutôt par l'égalité entre les deux parties du jour, avant et après midi, qu'en montrant que le moment de la culmination d'une étoile fixe divise également l'intervalle entre son coucher et son lever. On invoquait également des phénomènes qui n'étaient guère susceptibles d'une mesure précise, comme l'identité de la grandeur apparente pour le soleil et la lune au lever et au coucher, ou bien l'exacte symétrie entre les ombres projetées vers l'est ou vers l'ouest.

⁽¹⁾ Cléomède indique, comme diamétralement opposées et se prêtant à cette vérification, deux étoiles qui sont évidemment Aldébaran et Antarès (au 15° degré, dit-il, du Taureau et du Scorpion). Cette indication est quelque peu grossière; en tout cas la longitude se rapporte au temps d'Hipparque.

Restait à montrer que la perpendiculaire à la méridienne au lieu de l'observation doit également être regardée comme passant par le centre du monde. On répétait ici les arguments invoqués à propos de l'horizon, sauf à les préciser quelque peu, en remarquant qu'à l'équinoxe, les ombres projetées par le soleil levant ou couchant sont précisément dirigées suivant la perpendiculaire à la méridienne.

En résumé, tous ces arguments ne supposent guère, avec la clepsydre, que l'emploi du gnomon, et ils appartiennent incontestablement au début de l'*astrologia* hellène.

16. La formule du quatrième postulat est probablement plus récente, car elle doit avoir été empruntée à Aristarque de Samos. Le motif principal invoqué à l'appui est tiré de ce fait qu'entre les différents points de la surface de la terre, on n'observe dans les phénomènes aucune variation qui infirme les arguments développés pour le troisième postulat.

La régularité des horloges solaires, fondées sur le principe que l'extrémité du style peut être considérée comme centre du monde, est notamment mise en avant. Cet argument, qui de fait s'applique à la sphère du soleil et seulement *a fortiori* à celle des étoiles, semble en particulier avoir été emprunté à Aristarque (1).

17. En revanche, c'est contre ce dernier que se trouve dirigé le cinquième et dernier postulat de Ptolémée. Toutefois le système héliocentrique n'est nullement discuté à fond dans la *Syntaxe*; il n'avait plus sans doute aucun adhérent sérieux.

Les arguments que Ptolémée met en avant contre ce système sont au reste exclusivement d'ordre physique ou mécanique. Ils se réduisent en fait à deux :

Il faut nécessairement supposer dans l'univers une partie immobile pour y rapporter le mouvement des autres parties. Or, il est

(1) Cléomède remarque que, pour la sphère de la lune, la terre ne peut au contraire être considérée comme un point. Les observations des distances de cet astre aux fixes sont, en effet, d'après lui, soumises à des parallaxes suivant les lieux où on les fait; mais la preuve la plus sensible est tirée des différences dans les phénomènes présentés suivant les régions par une même éclipse de soleil.

naturel d'attribuer l'immobilité à la terre, qui nous apparaît comme le corps le plus lourd et par là même tendant à venir se reposer au centre du monde, plutôt qu'aux étoiles qui nous semblent constituées par l'élément igné, le plus subtil et le plus aisé à déplacer.

On ne conçoit pas comment la terre pourrait être animée d'un mouvement (qui devrait d'ailleurs être très rapide) sans que les effets en fussent sensibles sur les corps situés à la surface.

Ce double argument dénote, bien entendu, l'ignorance des lois de la dynamique que les anciens n'ont jamais soupçonnées, mais il repose surtout sur la conception de la pesanteur comme étant une attraction vers le centre du monde et sur la croyance à une différence essentielle de nature entre les astres et notre terre.

Cette dernière croyance dominait dans la physique grecque depuis Platon et Aristote et, sous quelque forme qu'elle ait été présentée, soit par eux, soit par les stoïciens, elle est marquée d'un caractère théologique indéniable. Le sentiment religieux des Hellènes s'était soulevé contre les hardiesses des *physiologues* antérieurs ⁽¹⁾, et dès lors la philosophie lui avait fait une large part dans la construction des systèmes du monde ⁽²⁾.

Quant à la conception de la pesanteur que nous avons signalée, elle se relie évidemment au postulat astronomique d'après lequel le monde était regardé comme sphérique. Du moment où ce postulat n'était pas restreint à une explication subjective des apparences, où on lui attribuait au contraire une valeur objective, il était aussi naturel qu'illégitime de reconnaître au centre de la sphère cosmique des propriétés spéciales.

18. Si digne d'admiration que soit, au reste, le trait de génie d'Aristarque de Samos, on ne doit nullement exagérer le tort que

(1) L'accusation d'impiété dirigée contre Anaxagore fut surtout fondée sur ses assertions relatives à la nature du soleil et de la lune.

(2) On sait que le stoïcien Cléanthe écrivit contre Aristarque (Diog. Laërce, VII, 174) en l'accusant d'impiété. Toutefois il n'est pas probable qu'il y ait eu des poursuites réellement exercées devant les tribunaux d'Athènes, dont le Samien n'a sans doute jamais été justiciable.

subit la science astronomique par le fait qu'Hipparque et Ptolémée ont maintenu le système géocentrique. Au point de vue mécanique et physique, la conception héliocentrique réalisait un immense progrès; au point de vue géométrique, que la science des anciens n'a pas dépassé pour les astres, cette conception ne présentait aucun avantage réel.

Le véritable titre de gloire de Copernic est peut-être moins d'avoir réprouvé le système d'Aristarque que d'avoir en même temps, mais à la suite d'un travail considérable et tout à fait indépendant de ce système, simplifié extrêmement les hypothèses relatives aux épicycles et excentriques, tout en conservant les mêmes principes géométriques que les anciens pour l'explication des mouvements des planètes. Mais on doit seulement en conclure que ces hypothèses avaient été mal digérées; les postulats astronomiques de Ptolémée devaient logiquement conduire au système de Tycho-Brahé, c'est-à-dire à un ensemble de combinaisons tout aussi simples, géométriquement, que celles de Copernic. Quant à savoir pourquoi ce résultat n'a pas été atteint dès l'antiquité, c'est une question dont nous devons nécessairement réserver l'examen, mais qui n'est en rien impliquée dans la présente discussion.

19. En résumé, si l'on fait abstraction de la secte épicurienne, que son indifférence à l'égard des solutions possibles des problèmes scientifiques doit faire écarter ici, et quoique Posidonius par exemple (*Cléomède*, II, 11) ait nettement affirmé que les étoiles devaient avoir des dimensions très supérieures à celles du soleil, aucun savant des siècles postérieurs à Démocrite ⁽¹⁾ ne semble s'être élevé à la conception de l'univers comme peuplé à l'infini de systèmes stellaires analogues à celui que nous pouvons contempler ⁽²⁾.

(1) Si l'on réfléchit que Démocrite n'admettait pas la sphéricité de la terre, il ne paraît pas douteux que l'établissement de la doctrine de cette sphéricité ait influé sur l'adoption universelle des postulats concernant la forme du ciel.

(2) Peut-être faudrait-il excepter le Chaldéen hellénisé Séleucus de l'Érythrée, qui soutint le système héliocentrique et affirma l'infinitude du monde (Ps.-Plut., *De plac. phil.*, II, 1).

Dès lors, les apparences conduisaient invinciblement les anciens à se représenter le monde comme une sphère animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe fixe, au centre de laquelle tout observateur devait se considérer comme placé et dont le rayon échappait dès lors, par sa grandeur, à toute mesure.

Ni Aristarque ni Copernic n'ont échappé à ces conséquences, si ce n'est qu'en attribuant un mouvement à notre globe, ils ont pu affirmer l'immobilité de la sphère céleste. L'idée de l'infinitude de l'univers ne fut reprise que par un novateur du xvi^e siècle qui n'était d'ailleurs nullement astronome, Giordano Bruno.

Cette idée nous apparaît cependant comme la conséquence naturelle du système héliocentrique (1); mais ce dernier système ne triompha qu'à la suite d'une évolution complète de la science.

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 astrolâtriques de l'antiquité.

Dès lors, les principaux appuis du système géocentrique se trouvant minés, on put remettre en question l'explication traditionnelle de la pesanteur; les lois cinétiques proposées par Képler trouvèrent finalement leur traduction dans la formule de la gravitation universelle. A partir de ce moment, la question fut tranchée sans nouveau débat. La mécanique céleste était fondée et l'astronomie physique possédait un point de départ assuré. La science avait entièrement changé de caractère et les postulats antiques se trouvaient réduits à leur seule valeur subjective.

(1) Il convient de remarquer que les dogmes religieux entravèrent le développement de cette conséquence; la pluralité des mondes est inutile s'ils ne sont pas habités; s'ils le sont, la conception primitive du christianisme subsiste difficilement. Bruno fut condamné pour hérésie.