

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..... | Pages.<br>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 *mathématique*. — 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 Cysique; 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, Énonipide 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'Hypsioclès; 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 *dioptra*; 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

(2) →  
6200

## LES MATHÉMATICIENS ALEXANDRINS..... 56 à 81

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 dioptré. — Les armilles équatoriales; leur objet. — Observations de cette période rapportées par Ptolémée. — Hauteurs méridiennes. — Anciennes divisions de la circonférence. — Résumé.

## CHAPITRE IV

(3) →  
6201

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

Précis de cosmographie antérieurs à Ptolémée. — Geminus et son *Introduction aux Phénomènes*. — Cléomède. — Théon de Smyrne. — Pline 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

→  
6202

## 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

→  
6202

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

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

6206  
→

Nombre assignés par Pline, Censorinus et Martianus Capella aux distances des planètes, et attribués à Pythagore. — La source commune de ces trois compilateurs est le polygraphe 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.

F3  
P. H. N. E. S.

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

B  
K  
→

WDA. VV 534 Wg  
UBI. 438 f 31-39

Tannery, Paul: Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne. *Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, t. sér. II. Paris: Gauthier-Villars & fils 1893. (VIII, 370 S., 1 tabl.) 8. Fr. 6.

I. Ce que les Hellènes ont appelé astronomie (p. 1-23). 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 Joseph (p. 306-322). V. Sur les opinions conjecturales des anciens concernant les distances des planètes à la terre (p. 323-336) ...

825

kost 22 kwantjes!

T

voor 1900 4611

## SECONDE NOTE

SUR

# LE SYSTÈME ASTRONOMIQUE D'EUDOXE

PAR M. PAUL TANNERY

---

Dans le tome I (2<sup>e</sup> série) des *Mémoires de la Société* (p. 441-449), j'ai publié une *Note sur le système astronomique d'Eudoxe*, où j'ai essayé d'exposer la restitution de ce système, telle qu'elle est due à M. Schiaparelli. Si je reviens aujourd'hui sur ce sujet, c'est à l'occasion de l'important travail que vient de faire paraître M. Th.-H. Martin <sup>(1)</sup>; car notre illustre compatriote admet bien, en ce qui concerne les cinq planètes, les résultats auxquels est arrivé le savant astronome de Milan, et que lui-même avait obtenus de son côté. Mais, pour la théorie du Soleil et de la Lune, il combat l'opinion de M. Schiaparelli, que je crois cependant préférable à la sienne. Je me propose donc de discuter la question, qui a son importance, — il s'agit d'attribuer ou de dénier à Eudoxe la théorie de la rétrogradation des nœuds de l'orbite lunaire; — j'examinerai en même temps quelques-uns des autres problèmes que soulève le Mémoire de M. Th.-H. Martin, et je relèverai diverses inexactitudes qu'il me paraît renfermer.

### I

La découverte de la rétrogradation des nœuds de l'orbite lunaire, certainement antérieure à Hipparque, ne peut être revendiquée

---

<sup>(1)</sup> *Mémoire sur les hypothèses astronomiques d'Eudoxe, de Callippe et d'Aristote*. Paris, Imprimerie nationale, 1881. — Extrait des *Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, 1<sup>re</sup> partie.

pour aucun autre nom que celui d'Eudoxe : mais au commencement du iv<sup>e</sup> siècle avant J.-C., l'astronomie était-elle déjà assez avancée pour permettre l'établissement d'une théorie de cette nature ? d'autre part, Eudoxe était-il bien l'homme qui pouvait la constituer ?

Pour la première de ces deux questions, l'affirmative n'est pas douteuse ; depuis longtemps déjà les Grecs savaient que c'était aux barbares qu'il fallait avoir recours pour pénétrer les mystères du ciel, et depuis des siècles les Chaldéens connaissaient la période des éclipses. L'observation assidue de ces phénomènes leur avait aussi nécessairement dévoilé le sens du mouvement sur l'écliptique des points où ils peuvent se produire. Pour les Égyptiens, ou bien ils étaient arrivés par eux-mêmes à ces découvertes, ou bien les invasions réciproques les avaient transplantées sur les bords du Nil sans doute dès avant la conquête perse, car l'astrologie a pu avoir un berceau, elle n'a jamais eu de patrie. Enfin, depuis Anaxagore, les Grecs connaissaient la véritable cause des éclipses. Tous les éléments de la théorie étaient donc préparés ; pour la constituer, il suffisait d'un géomètre combinant ces éléments dans la représentation précise de mouvements simples.

Or, d'une part, Eudoxe a été chercher auprès des prêtres égyptiens les données astronomiques qui pouvaient lui être nécessaires ; de l'autre, comme géomètre, il fut sans contredit un des plus puissants mathématiciens de l'antiquité, un de ceux qui contribuèrent davantage au développement de la science et dont la marque reste encore le plus profondément empreinte dans les *Éléments* d'Euclide. La restitution de sa théorie des planètes nous le montre particulièrement familier avec les problèmes relatifs à la sphère, ayant une idée parfaitement nette de la combinaison des mouvements, sachant en tirer le plus heureux parti. En un mot, il est tel qu'on ne peut admettre de sa part une erreur de raisonnement, à moins de prouver mathématiquement qu'il l'ait commise.

Mais si sa valeur comme théoricien est hors de conteste, ce pouvait être, et c'est ce qu'admet M. Th.-H. Martin, un très

médiocre observateur. L'astronomie hellène, qui n'avait alors que le matériel le plus sommaire, et à laquelle la trigonométrie ne devait pas venir en aide avant longtemps, pouvait être, sous le rapport des observations, dans un état d'enfance tel que les plus grossières erreurs y fussent possibles sur la position des astres.

Comme matériel d'observation, je suis disposé à aller encore plus loin que M. Th.-H. Martin, et à refuser à Eudoxe même un instrument quelconque propre à mesurer des distances angulaires. Car, avant la fin du siècle où il vivait, je ne vois aucun indice de mesures de ce genre. Mais il avait en tout cas à sa disposition :

1° L'antique gnomon, connu des Grecs depuis plus de deux siècles, et qui avait suffi pour déterminer l'obliquité de l'écliptique à un demi-degré près ;

2° La clepsydre et le cadran solaire, probablement sphérique <sup>(1)</sup>, qu'Eudoxe avait perfectionné, et dont le nom, *l'araignée*, semble indiquer le réseau de parallèles et de méridiens qui devait le couvrir ;

3° Une sphère sur la surface de laquelle étaient tracés les cercles classiques et figurées les constellations ; la construction de cet appareil est à reporter au temps de Thalès.

Des constructions graphiques sur cette sphère ou sur le plan devaient suppléer au défaut de la trigonométrie, et ici, nous sommes évidemment en droit d'attribuer à Eudoxe la connaissance des procédés géométriques fondamentaux, tandis que l'invention de *l'araignée* montre, d'autre part, que son esprit était suffisamment tourné vers les applications pratiques et qu'il se préoccupait d'améliorer les grossiers moyens d'observation, seuls connus de son temps.

Ces moyens étaient-ils suffisants pour déterminer avec quelque approximation la position d'un astre sur la sphère ? Oui, sauf pour les étoiles à l'intérieur du cercle de perpétuelle apparition et cela par la simple observation de l'heure des levers et des couchers. La

---

(1) G. Rayet, *Les Cadraus solaires coniques*, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 1875.

clepsydre, réglée sur le cadran solaire, pouvait donner ces heures avec une certaine précision, et on pouvait en déduire immédiatement, d'une part, la différence ascensionnelle avec tel astre choisi pour point de repère, de l'autre, le rapport des arcs de parallèle au-dessus et au-dessous de l'horizon, d'où, par construction, la déclinaison du parallèle, en supposant connue la hauteur du pôle.

Que ce procédé ait été réellement employé dès cette époque, c'est ce qu'on peut conclure des renseignements que nous fournit Hipparque dans ses *Exégèses des Phénomènes d'Aratus et d'Eudoxe* <sup>(1)</sup>. Nous y voyons que le Cnidien déterminait précisément la hauteur du pôle par le rapport des arcs diurne et nocturne du parallèle que décrit le Soleil au solstice d'été, d'autre part qu'il repérait les levers et couchers des constellations par rapport aux signes du zodiaque.

Mais on peut, d'après ces données, supposer un autre procédé qui rendait inutile même l'emploi de la clepsydre. L'année populaire des Grecs, celle qui réglait les travaux des champs, était en réalité une année sidérale, dont les saisons étaient fixées par les levers et couchers apparents du matin et du soir de certaines étoiles. De cet usage, aussi vieux qu'Hésiode, était née la croyance, déjà combattue par Anaximène, que c'était de l'influence des étoiles que dépendaient les variations des saisons et les changements du temps. L'astronomie grecque commença donc surtout par la réunion d'observations sur les dates des levers et couchers du matin et du soir des diverses constellations et étoiles, et par la liaison de ces observations avec des essais de prédictions météorologiques. Tout astronome crut donc devoir faire son almanach ou *parapegme*; Eudoxe donna le sien comme l'avaient fait avant lui Euctémon et Démocrite, comme le firent après lui Philippe de Locride, Callippe, Conon, Dosithée, Hipparque lui-même et les réformateurs du calendrier césarien <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Ouvrage publié dans l'*Uranologion* de Petau. Paris, 1630.

<sup>(2)</sup> Des débris de ces *parapegmes* nous sont conservés dans l'*Introduction aux phénomènes* de Geminus et dans les *Phases des fluxes* de Ptolémée (*Uranologion* de Petau).

La longitude du Soleil étant donnée par la date même de l'observation d'un lever ou coucher apparent du matin ou du soir, et par une théorie aussi grossière que l'on voudra du mouvement propre du Soleil, la réduction au lever ou coucher vrai pouvait se faire par le repérage avec les étoiles zodiacales se levant ou se couchant en même temps que l'astre observé; ayant ainsi le point de l'écliptique se levant ou se couchant en même temps que cet astre, on obtient par une construction facile un cercle de la sphère sur lequel se trouve ce dernier. Deux observations permettent donc de déterminer la position sur la sphère.

A la vérité, ce procédé s'entache facilement d'erreurs considérables, sur lesquelles il est inutile d'insister. Mais son essence même rend en tout cas impossible une erreur *sur le sens de la latitude*, et ce point est important pour la discussion que nous ferons plus loin de la théorie de la Lune d'après Eudoxe.

## II

Nous pourrions nous en tenir là et concéder à M. Th. II. Martin qu'Eudoxe était bien plus mathématicien et théoricien qu'observateur en astronomie; mais il peut être intéressant d'établir que ses erreurs d'observation ne sont pas démontrées tellement considérables pour qu'on doive lui dénier ce que l'antiquité lui a reconnu, le premier rang parmi les astronomes antérieurs à Hipparque.

La discussion de ses observations des phases des fixes, d'après les données conservées par Geminus, n'a jamais été faite sérieusement et elle soulève de sérieuses difficultés. J'essaierai de montrer dans une autre étude que le parapegme d'Eudoxe a pu être fait avec une certaine précipitation et en utilisant trop des observations antérieures non comparables à celles qu'il pouvait faire lui-même, mais qu'on lui doit tout au moins l'ébauche de la théorie des phases des fixes, telle que nous la retrouvons, vers la fin du siècle où il vivait, dans Autolycus de Pitane.

Je ne m'arrêterai pas non plus aux données que renferme le papyrus grec dit *Art d'Eudoxe*, et dont il ne faut user qu'avec une

extrême réserve <sup>(1)</sup>. Au reste l'opinion défavorable qui pèse sur Eudoxe en tant qu'observateur, repose à peu près exclusivement sur les critiques acerbes qu'a dirigées contre lui Hipparque, dans l'ouvrage dont nous avons déjà parlé.

Que ces critiques soient injustes et empreintes d'exagération, Petau l'a déjà reconnu, et un rapide examen suffit pour en convaincre.

Elles portent sur deux ouvrages qu'on attribuait à Eudoxe, les *Phénomènes* et le *Miroir*, où l'astronome de Cnide aurait décrit la sphère étoilée.

Il est assez peu croyable qu'Eudoxe ait réellement écrit deux traités qui n'étaient qu'une répétition l'un de l'autre, sauf quelques divergences comme celle relative à l'indication du climat auquel se rapporte la description. Ce climat était déterminé, comme nous l'avons dit, par le rapport entre la longueur du jour et de la nuit au solstice d'été,  $\frac{5}{3}$  dans le *Miroir*,  $\frac{12}{7}$  dans les *Phénomènes*. Le premier rapport est assez exact pour Cyzique, où Eudoxe a établi sa renommée de savant, le second ne le serait que pour la Macédoine (Abdère, observatoire de Démocrite). Il est très possible en conséquence que les *Phénomènes* n'aient été qu'une révision posthume du *Miroir*, mise au courant pour la Macédoine à l'époque où ce royaume acquit la prépondérance dans les affaires grecques. On sait d'ailleurs que c'est ce traité que mit en vers Aratus pour le roi Antigone Gonatas.

En tout cas, les extraits textuels que donne Hipparque des ouvrages attribués à Eudoxe, montrent immédiatement que le but

(1) Il me semble notamment singulier que M. Th.-H. Martin (p. 59-60) préfère la donnée du rapport  $\frac{9}{8}$  entre le diamètre du Soleil et celui de la Lune d'après Eudoxe, à celle du rapport 9 qui repose sur le témoignage précis d'Archimède. Dire que le Syracusain « a oublié le dénominateur 8, » c'est oublier soi-même que les Grecs ne désignaient point les fractions comme nous. Archimède ne pouvait confondre *ἐκτόβοον* avec *ἑνεαπλάσιον*.

L'*Art d'Eudoxe* est au reste une rédaction pleine d'erreurs, due à un élève astronome, postérieure à Eudoxe de près de deux siècles, et souvent en contradiction avec les données authentiques du paraegme de Geminus.

de leur auteur n'était pas plus élevé que celui d'Aratus. Il ne s'y était proposé qu'une description sommaire, sans prétention à la rigueur scientifique ; il n'indiquait que très approximativement la position des constellations, et il n'y a pas de motifs sérieux de voir dans les inexactitudes auxquelles il se laisse aller dès lors, des erreurs d'observation. D'ailleurs, ces inexactitudes sont aggravées singulièrement par Hipparque, soit qu'il se trompe sur les étoiles que désigne Eudoxe, soit qu'il prenne trop à la lettre les expressions du Cnidian.

Je ne donnerai qu'un seul exemple de la légèreté du critique, parce qu'il se rapporte à un point d'un certain intérêt pour l'histoire de l'astronomie. Hipparque admet qu'Eudoxe plaçait les points équinoxiaux à la moitié des signes, sur ce que le Cnidian dit seulement, et évidemment dans un sens vague, que l'équateur passe par le milieu du Bélier et de la Balance, et les tropiques respectivement par le milieu du Cancer et celui du Capricorne.

Il n'y a certainement pas là une raison suffisante de croire qu'Eudoxe ait changé la détermination qu'il avait donnée dans son parapegme, et d'après laquelle les équinoxes et les solstices tombaient le huitième jour à partir de l'entrée du Soleil dans les signes correspondants. Bæckh <sup>(1)</sup> a très bien expliqué le motif de cette détermination, singulière à première vue. C'est que le Cnidian commençait sa division de l'écliptique par le point correspondant au lever héliaque de Sirius, et faisait partir de là son signe du Lion, le premier de l'année. On ne peut méconnaître ici un emprunt à l'astronomie égyptienne.

La seule erreur vraiment grave qu'on puisse en toute justice reprocher à Eudoxe, et qui est bien constatée, c'est d'avoir rejeté l'anomalie du mouvement propre du Soleil et d'avoir considéré comme uniforme sa circulation en longitude, alors que les observations de Méton et d'Euctémon avaient déjà fait ressortir l'inégale répartition dans la durée de l'année des solstices et des équinoxes.

---

<sup>(1)</sup> *Ueber die vierjährigen Sonnenkreise der Alten, vorzüglich den Eudoxischen*, Berlin, 1863.

Mais cette erreur fut-elle entraînée par de fausses observations ? Il n'y en a pas de preuves. Eudoxe a certainement observé un solstice d'été, celui qui servit de point de départ au commencement de son cycle, fixé par Bœckh au 22-23 juillet de l'année julienne proleptique 381 avant J.-C., et rien n'indique que cette observation ait été erronée. Mais s'il s'est hâté de publier les résultats de son voyage en Égypte, ce qu'il est permis de soupçonner, il a parfaitement pu ne pas faire d'autres observations, et il était en droit, eu égard aux moyens grossiers dont on disposait alors, de suspecter les résultats obtenus par ses précurseurs.

Pour incriminer le parti auquel il s'arrêta, il faudrait connaître exactement le but qu'il se proposait. Son cycle luni-solaire était destiné à la réforme du calendrier civil des Grecs, pour lequel l'exacte détermination des équinoxes et du solstice d'hiver n'avait pas d'intérêt ; la réforme au contraire présentait un caractère d'urgence. Lorsque, sans doute un peu plus tard, Eudoxe combina son système céleste, ce pouvait encore être une prudente réserve que de se borner à la théorie des anomalies qui paraissaient suffisamment constatées, et de laisser à l'avenir l'explication de celles qui semblaient plus ou moins douteuses. Au reste, Callippe réforma plus tard à cet égard et sans difficulté le système astronomique du Cnidien.

### III

Nous ne pouvons en fait constater la valeur d'Eudoxe comme observateur ; mais il n'y a pas de motif suffisant pour la déprécier ; d'ailleurs, pour constituer sa théorie, il n'avait nullement besoin d'être un habile observateur, il lui suffisait d'être renseigné sur le sens général des phénomènes et d'avoir acquis des notions précises sur les périodes astronomiques. Or, l'examen de son cycle montre qu'à cet égard, il avait rapporté d'Égypte des données plus exactes que toutes celles de ses précurseurs.

On sait que Méton avait proposé, à partir de 432 avant J.-C., une période luni-solaire de 19 ans, comprenant 235 mois et 6940 jours. Méton admettait donc les données suivantes :

|                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| Pour l'année solaire.....        | 365,2631579                |
| au lieu de : année tropique..... | 365,2436680 <sup>(1)</sup> |
| ou : année sidérale.....         | 365,2563744                |
| Pour le mois synodique.....      | 29,53191                   |
| au lieu de.....                  | 29,53059                   |

Malgré ses avantages, le cycle de Méton ne paraît pas avoir été adopté par les Athéniens avant 330 avant J.-C., ainsi que Böeckh l'a montré ; c'est l'époque où Callippe en proposa d'ailleurs une réforme, qui ne semble pas avoir jamais été adoptée officiellement à Athènes.

Dans l'intervalle, la patrie de Méton, après des intercalations plus ou moins arbitraires, avait fini par adopter le cycle d'Eudoxe, qui, plus compliqué, avait l'avantage de conserver l'antique période de l'octaétéride.

Voici quelles en étaient les combinaisons, comme les rapporte Geminus. L'année astronomique est fixée à 365',25, ce qui, pour 8 ans, fait 2922 jours, répartis en 99 mois. Dans la période double, de 16 ans, on ajoute 3 jours, pour rétablir l'accord avec le cours de la Lune, et au bout de vingt périodes (160 ans), on retranche un mois de 30 jours, ce qui contrebalance pour l'année solaire l'effet de ces intercalations successives.

Le cycle total comprend donc 160 ans, faisant 58440 jours, répartis en 1979 mois, ce qui donne pour le mois synodique une durée de 29'53007.

La durée admise par Eudoxe est d'ailleurs, d'après Geminus, identique à la durée adoptée par les Chaldéens. La période de l'ἑξελιγμός de ces derniers comprenait d'autre part pour 19756 jours, 669 mois synodiques, 717 mois anomalistiques et 726 mois draconitiques, ce qui donne pour la durée de ce dernier mois 27',21212 au lieu de 27',21222.

Eudoxe rejeta l'anomalie de la Lune, de même que celle du

---

(1) Valeur corrigée pour 432 avant J.-C. L'année civile des Grecs commençant à la première lune après le solstice d'été, leur année astronomique doit être considérée comme tropique, même avant la découverte de la précession des équinoxes. L'année astronomique égyptienne doit au contraire être regardée comme sidérale.

Soleil, ou du moins ne s'en occupa pas. Mais Callippe, qui corrigea sur ces deux points le système astronomique du Cnidien, dut connaître la période chaldéenne. Nous avons d'ailleurs un grave témoignage, quoi qu'en dise M. Th.-H. Martin, qui rejette le fait comme impossible, que cette période ou bien celle qui en est le tiers était également connue d'Eudoxe comme pouvant servir à la prédiction des éclipses. C'est l'attribution d'une telle prédiction à son disciple Hélicon de Cyzique. A la vérité, cette prédiction, pour une éclipse de Soleil, ne put être faite qu'au hasard, puisque les anciens ne pouvaient alors connaître si ce phénomène serait ou non visible en tel lieu donné de la Terre. Mais cela n'avait jamais arrêté les Chaldéens; comme pour les oracles, on a toujours célébré les prédictions couronnées de succès, et oublié les mésaventures des faux prophètes.

Le rejet de l'anomalie du mouvement propre de la Lune dans son orbite était d'ailleurs, pour ainsi dire, une conséquence de celui de l'anomalie du Soleil. Eudoxe crut en effet devoir calquer l'une sur l'autre les théories des deux astres; il fut même trop fidèle à ce principe, puisque, comme nous le verrons, il admit pour le Soleil un mouvement analogue à celui de la rétrogradation des nœuds de l'orbite lunaire. Celui-ci devait donc lui être bien démontré pour que l'analogie l'entraînât. Sauf cette faute, il s'était évidemment borné, pour constituer sa théorie mathématique des phénomènes, aux faits les plus saillants qui ressortaient de l'observation; il avait négligé les variations qui lui semblaient accessoires. Celles-ci devaient plus tard, en temps et lieu, trouver facilement place dans son système.

#### IV

Avant d'aborder l'examen du texte relatif à la théorie de la Lune d'après Eudoxe, il nous reste à apprécier la valeur critique de son auteur. Il s'agit, en effet, de savoir si, nous trouvant en présence d'une erreur grave et incontestable, nous serons en droit de l'attribuer à l'historien du système plutôt qu'à Eudoxe. Nous savons ce que vaut ce dernier; quel jugement porterons-nous sur l'autre?

S'il ne s'agissait que de Simplicius, qui nous a conservé, dans son commentaire sur le traité *Du ciel* d'Aristote, à peu près tout ce que nous savons du système d'Eudoxe, la question serait vite tranchée. Mais si le commentateur du <sup>vi</sup><sup>e</sup> siècle est un bien piètre mathématicien, c'est un copiste fidèle, et ici, comme il nous l'apprend, il suit le traité *Sur les sphères ramenantes*, consacré par Sosigène au perfectionnement mécanique qu'Aristote avait prétendu apporter au système déjà corrigé astronomiquement par Callippe.

Si nous rappelons que ce Sosigène, comme l'a établi M. Th.-H. Martin, était un péripatéticien vivant à la fin du <sup>ii</sup><sup>e</sup> siècle après J.-C., et n'a que le nom de commun avec l'astronome contemporain de Jules César, il devient clair que les renseignements que lui emprunte Simplicius ne peuvent être considérés comme transmis par un auteur absolument compétent. Nous ne sommes donc nullement garantis contre une inexactitude dans ces renseignements, et s'ils nous conduisent à des conséquences absurdes, nous serons en droit de les contrôler par le raisonnement et de ne les admettre que sous le bénéfice de ce contrôle. Nous devons nous demander avant tout s'il n'y a pas autre chose qu'un vice de rédaction dans des données dont la conséquence rigoureuse serait d'attribuer une erreur grossière à un savant aussi considérable qu'Eudoxe.

A la vérité M. Th.-H. Martin admet que Simplicius a eu entre les mains, outre le traité de Sosigène, l'ouvrage *Des vitesses* écrit par l'astronome de Cnide lui-même, ainsi que les écrits historiques de deux disciples d'Aristote, Eudème et Théophraste. Mais cette hypothèse est toute gratuite. Il est au contraire à peu près certain que ces autres sources n'existaient plus au temps de Simplicius et qu'il ne les connut que par l'intermédiaire de Sosigène. Il était donc dans l'impossibilité de contrôler les dires de ce dernier, et au reste il eût été incapable de faire sérieusement ce contrôle.

Voyons donc ce que dit Sosigène dans Simplicius, pour la théorie de la Lune d'après Eudoxe.

« Quant à la Lune, les choses sont disposées en partie de la même manière (que pour le Soleil), en partie différemment. Elle est de même portée par trois sphères, parce qu'on y a observé de même trois mouvements. De ces sphères, l'une est animée du même mouvement que celle des fixes. La seconde tourne en sens contraire par rapport à la première et autour d'un axe perpendiculaire au cercle moyen du zodiaque, précisément comme pour le Soleil. La troisième n'est pas entièrement comme la troisième sphère du Soleil ; si elle est semblablement placée (ayant son axe perpendiculaire au plan de l'orbite), son mouvement n'est pas dans le même sens, mais contraire à celui de la seconde sphère, et par conséquent dans le sens du mouvement de la première. Il s'accomplit avec une lente révolution autour d'un axe perpendiculaire au plan du cercle que semble parcourir la Lune. L'inclinaison de ce plan sur le moyen du zodiaque est égale à la digression maximum de la Lune en latitude. La première sphère est pour le mouvement (diurne) d'orient en occident ; la seconde pour le retard qu'on observe dans la Lune le long du zodiaque (mouvement direct en longitude), la troisième pour ce que la Lune ne semble pas revenir aux mêmes points du zodiaque à la position plus boréale ou plus australe, mais que ces points se déplacent constamment contre l'ordre des signes. Et comme la rétrogradation de ces points dans l'espace d'un mois n'est que d'une petite quantité, le mouvement de cette troisième sphère d'orient en occident est supposé assez lent. »

Faisons abstraction de la première sphère qui correspond au mouvement diurne ; quiconque a la moindre teinture d'astronomie verra immédiatement, avec M. Schiaparelli, dans le mouvement des deux autres sphères, la représentation, d'une part, de la circulation de la Lune sur son orbite (circulation supposée sans anomalie), de l'autre, le mouvement de nutation de cet orbite autour de l'axe de l'écliptique, mouvement qui entraîne la rétrogradation des nœuds.

A la vérité, nous apercevons une intervention dans l'ordre des vitesses des deux sphères ; c'est la troisième qui devrait avoir la

révolution la plus courte, égale en durée au mois draconitique ; la seconde, au contraire, qui entraîne la troisième, comme la première entraîne les deux autres, devrait avoir la révolution la plus longue, égale en durée à la période de rétrogradation des nœuds, soit environ 230 lunaisons.

L'erreur paraît remonter à Aristote, qui dit formellement (*Métaph.* XII, 8), que pour toutes les planètes (ce qui n'est vrai que des cinq), la seconde sphère correspond au mouvement en longitude. Le péripatéticien Sosigène aura accepté sans plus de contrôle la parole d'un maître dont l'autorité en pareille matière est certainement plus suspecte encore que la sienne.

Que ce soit bien une erreur, c'est ce qui ressort évidemment de la contradiction du texte, où il est dit que l'axe de la troisième sphère est perpendiculaire au plan de l'orbite apparent, lequel est dès lors supposé incliné sur l'écliptique, comme d'ailleurs le marque Aristote avec précision. M. Th.-H. Martin admet lui-même que l'inclinaison était dès lors fixée à  $6^{\circ}$  environ. Mais, avec l'interversion des vitesses, l'orbite parcouru pendant un mois serait au contraire à très peu près parallèle au plan de l'écliptique, la variation de latitude n'atteignant que quelques minutes. De la sorte le mouvement de la Lune devrait se représenter comme combiné d'un mouvement mensuel circulaire dans un plan parallèle à l'écliptique et de l'oscillation de ce plan, dans une longue période, entre les latitudes de digression maximum, boréale et australe, ce qui, entre parenthèses, rendrait les éclipses presque impossibles.

Si Eudoxe connaissait réellement les phénomènes à représenter, celui qui a su combiner si heureusement les sphères des cinq planètes ne pouvait commettre une erreur aussi grossière que celle de l'interversion des vitesses ; s'il les ignorait, il ne pouvait en tout cas se figurer un mouvement où la Lune n'eût pas changé chaque mois des latitudes boréales aux latitudes australes. La donnée de Sosigène est donc inadmissible dans tous les cas.

Pour la défendre, M. Th.-H. Martin fait une violence au texte. Lorsqu'il y est très clairement dit que l'inclinaison des équateurs des deux sphères est égale à la digression maximum de la Lune en

latitude, le savant historien admet que plus loin « les positions plus boréales ou plus australes » à expliquer par cette inclinaison doivent être rapportées à l'équateur et non à l'écliptique.

Cette malencontreuse hypothèse n'avance nullement la question. Si Eudoxe pouvait dans ses observations se tromper de  $12^\circ$  dans les variations de la Lune en latitude pendant un mois, ses observations de déclinaison étaient nécessairement aussi inexactes, et il lui était dès lors impossible de reconnaître l'obliquité sur l'écliptique du plan de l'orbite lunaire, alors que M. Th.-H. Martin avoue qu'il la déterminait à un demi-degré près.

Mais des erreurs d'observation aussi grossières ne peuvent aucunement être supposées, ainsi que nous l'avons vu, et toute base est ainsi enlevée à cette inutile hypothèse sur le choix des coordonnées.

## V

La question, tranchée pour la Lune, se trouve l'être aussi pour le soleil, puisque les théories des deux astres ne diffèrent que par le degré de l'inclinaison que l'orbite du Soleil est supposé avoir sur le plan moyen du zodiaque et par le sens attaché au mouvement de nutation.

Dans l'opinion de M. Th.-H. Martin, qui pense retrouver les données numériques d'Eudoxe chez des auteurs postérieurs, notamment Théon de Smyrne, l'amplitude du prétendu mouvement du Soleil en latitude aurait atteint un demi-degré de chaque côté du plan moyen du zodiaque, et la période de ce mouvement aurait été de 2922 ans. Dans cette opinion, le mouvement propre du Soleil doit d'ailleurs se représenter, de même que celui de la Lune, par la combinaison d'une circulation (annuelle) dans un plan parallèle au moyen du zodiaque et de l'oscillation de ce plan dans un intervalle d'un degré. Les solstices auraient donc lieu à la même longitude, comptée sur le plan moyen du zodiaque, avec des variations de latitude très lentes ( $5'$  au plus par an). Avec les grossiers moyens d'observation de cette époque il est impossible de

se figurer comment ces variations auraient pu être soupçonnées, et M. Th.-H. Martin est, en fait, impuissant à l'expliquer.

Les points équinoxiaux se seraient au contraire déplacés dans cette combinaison de mouvements, de manière que la différence entre la durée du printemps et de l'été et celle de l'automne et de l'hiver, tantôt positive, tantôt négative, eût pu atteindre près de 5° en valeur absolue. C'eût été, en fait, le phénomène le plus saillant; qu'une telle conséquence ne puisse être attribuée à Eudoxe, nous le savons de reste, et par sa détermination des saisons astronomiques, et parce qu'il nous est dit formellement que le troisième mouvement du Soleil avait été conclu de l'observation des solstices.

M. Schiaparelli n'a pas cherché à expliquer l'origine de l'erreur d'Eudoxe; il refuse de rapporter au système du Cnidian la période déduite de Théon de Smyrne; car le mouvement à attribuer à la seconde sphère d'Eudoxe devrait être en sens inverse du mouvement affirmé par Sosigène, si l'on essaie d'appliquer au système les données auxquelles a eu recours M. Th.-H. Martin. Il demande si l'on ne pourrait déduire d'un passage de Plin qu'Eudoxe admettait une période quadriennale. Cette supposition me semble devoir être rejetée, car le texte de Sosigène suppose que la période du troisième mouvement était, d'après Eudoxe, beaucoup plus longue pour le Soleil que pour la Lune.

Il n'est d'ailleurs nullement prouvé qu'Eudoxe eût cherché à préciser très exactement les éléments du mouvement du Soleil en latitude. Peut-être se bornait-il à des conclusions analogues à celles de ce passage du *Miroir* rapporté par Hipparque : « Il semble qu'il y ait aussi pour le Soleil une différence relative aux points solsticiaux, mais elle est beaucoup moins évidente et tout à fait petite. » Cependant la détermination du sens du mouvement de la seconde sphère, inverse du mouvement adopté pour la Lune, devait avoir son motif.

Dans la combinaison de mouvements restituée par M. Schiaparelli et en admettant une inclinaison d'un demi-degré entre les axes de la seconde et de la troisième sphère, les points solsticiaux

oscillent sur un arc de  $2^{\circ}28'$ . L'année tropique a donc une longueur variable, tantôt plus courte, tantôt plus longue que l'année sidérale de  $365\frac{1}{4}$ , suivant Eudoxe.

Si le mouvement de la seconde sphère est en sens inverse de celui de la troisième, comme d'après les données de Théon de Smyrne, l'année tropique est plus courte que l'année sidérale lorsque l'obliquité de l'orbite est supérieure à celle du plan moyen du zodiaque <sup>(1)</sup>, elle est plus longue lorsque l'obliquité devient inférieure. C'est le contraire si le mouvement des deux sphères est dans le même sens, comme Eudoxe l'avait admis.

Or il paraît, comme nous l'avons vu, de l'observation des solstices. Cette observation se faisait, non pas avec le gnomon simple, qui ne peut donner que le jour de l'année où l'ombre est minimum, mais, puisque Méton savait déjà déterminer l'heure des solstices, avec le cadran sphérique. Si l'année tropique avait été exactement de  $365\frac{1}{4}$ , au bout de la période quadriennale, le solstice aurait dû être observé exactement à la même heure du jour.

Or la valeur de l'année sidérale paraissait suffisamment établie par la période caniculaire des Égyptiens; d'autre part, les observations grecques des solstices d'été portaient déjà sur des époques assez éloignées pour que l'avance du solstice ait dû être bien constatée. De ce fait, dont l'étude plus approfondie devait conduire Hipparque à la découverte de la précession des équinoxes, Eudoxe crut devoir trouver l'explication en admettant un mouvement en latitude analogue à celui de la Lune.

La détermination du sens du mouvement de ses deux sphères indique d'ailleurs qu'il trouva l'obliquité de l'écliptique inférieure à la valeur du quinzième de la circonférence déterminée avant lui et qu'il dut naturellement considérer comme moyenne. A cet égard, il aurait montré un réel talent d'observation.

Si le savant astronome de Milan n'est pas arrivé aux mêmes conclusions, c'est peut-être que son attention s'est trop arrêtée sur une tradition conservée par Martianus Capella et le faux Bède,

---

(1) Ou, plus exactement, à une valeur un peu plus faible que celle dernière.

et d'après laquelle la ligne des nœuds de l'orbite solaire sur le plan moyen du zodiaque aurait à très peu près coïncidé avec celle des solstices. Dans cette situation, la différence de l'année tropique à l'année sidérale est à peu près nulle et le phénomène le plus saillant du mouvement attribué au Soleil en latitude est une variation de l'obliquité de l'écliptique.

Mais cette variation ne peut en tous cas être supposée que trop faible pour avoir été conclue sans autre motif des observations faites par les Grecs ; d'autre part, la tradition me semble pouvoir être facilement mise d'accord avec l'opinion que j'ai exposée.

Eudoxe n'a dû trouver qu'une très faible différence entre l'obliquité de l'écliptique et celle qu'il devait admettre pour le plan moyen du zodiaque ; regardant d'autre part l'année tropique comme plus courte de son temps que l'année sidérale, s'il a précisé la position de la ligne des nœuds de l'orbite solaire sur le plan moyen du zodiaque, il devait la placer au plus en s'écartant des solstices vers le Lion et le Verseau.

Le système d'Eudoxe jouit d'ailleurs d'une longue faveur, et les données de Martianus Capella et du faux Bède peuvent provenir d'une source qui lui ait été postérieure de deux siècles et dont l'auteur a pu tenir compte du mouvement indiqué par l'astronome de Cnide.

Que l'invention du prétendu mouvement du Soleil en latitude ait eu pour motif principal la constatation de la différence entre l'année tropique et l'année sidérale, c'est donc ce qui me paraît le plus probable. Il semble d'ailleurs que l'hypothèse de ce mouvement ait été antérieure à Eudoxe, et que plus ou moins longtemps après lui on ait essayé de la préciser ou de la corriger pour la mettre d'accord avec les phénomènes. C'est ce qu'indiquent les données divergentes de l'antiquité sur l'amplitude de l'oscillation ( $1^{\circ}$  ou  $2^{\circ}$ ) et sur le sens du mouvement. Celui qui résulte des renseignements fournis par Théon de Smyrne a notamment pu être soutenu par analogie avec celui de la rétrogradation des nœuds de l'orbite lunaire. Il suffisait pour l'adopter de changer la détermination du plan moyen du zodiaque.

Que ces efforts pour représenter les phénomènes aient toujours été infructueux, c'était une conséquence nécessaire de la fausseté de l'hypothèse. Il était réservé à Hipparque de découvrir la vérité. Mais dans la combinaison des mouvements par laquelle il expliqua la précession des équinoxes, il suivit les traces du Cnidien, et ce précurseur lui avait facilité sa voie.

Qu'enfin des erreurs d'observation aient paru confirmer pendant longtemps la conséquence de l'hypothèse d'Eudoxe relative à la variabilité de l'obliquité de l'orbite solaire, il n'y a ni à le nier ni à s'en étonner. Mais que ces observations aient eu une concordance telle qu'elles aient pu servir à constituer l'hypothèse dont il s'agit, c'est ce qui paraîtra sans doute incroyable à une réflexion un peu attentive.

## VI

Il me reste à signaler une dernière erreur où me paraît être tombé M. Th.-H. Martin (p. 76), cette fois en ce qui concerne la théorie spéciale des planètes Mercure et Vénus.

Aristote (*Métaphys.* XII, 8) dit que les pôles de la troisième sphère, différents pour les différentes planètes, sont cependant identiques pour Mercure et pour Vénus.

M. Th.-H. Martin soutient qu'il faut lire : les pôles de la quatrième sphère, contre l'autorité des manuscrits.

Je rappelle que les pôles de la première sphère, ceux du monde, et les pôles de la seconde, ceux du plan moyen du zodiaque, sont les mêmes pour toutes les planètes. La révolution de la seconde sphère (révolution géocentrique) dure d'ailleurs un an pour Mercure et pour Vénus seules. Les pôles de la troisième sphère pour ces planètes peuvent donc coïncider ; mais pour que ceux de la quatrième sphère coïncidassent, il faudrait d'abord la coïncidence des pôles de la troisième, puis l'identité des révolutions pour la troisième sphère, et nous savons pertinemment qu'elles diffèrent. La donnée d'Aristote ne représente donc pas, comme le pense M. Th.-H. Martin, l'identité entre l'amplitude des variations de Mercure et de Vénus en latitude, et si Eudoxe avait cru à cette

identité, il ne l'eût pas exprimée par l'identité des pôles pour la quatrième sphère.

M. Schiaparelli a très bien expliqué la raison de la donnée d'Aristote, et il y a vu, à bon droit, une éclatante confirmation de la vérité de sa restitution du système d'Eudoxe.

Les pôles de la troisième sphère sont placés sur l'écliptique et à  $90^\circ$  du lieu moyen de la planète, d'après la révolution géocentrique. Or, pour Vénus et Mercure, ce lieu moyen est celui du Soleil, donc les pôles de la troisième sphère doivent coïncider pour ces deux planètes.

---