

---

# DISCOURS PRÉLIMINAIRE.

## PREMIÈRE PARTIE.

**N**ous avons déjà plusieurs histoires de l'Astronomie, les unes générales et les autres particulières, mais toutes plus ou moins incomplètes. Celle de Weidler, publiée en 1741, est une nomenclature des astronomes de tous les âges et de tous les pays. On y trouve les dates de leurs naissances et de leurs morts, et la liste de tous leurs ouvrages. C'est un répertoire très-bien fait, très-bon à consulter, mais il ne fait qu'indiquer les livres qu'un astronome peut avoir intérêt d'étudier.

Celle de Bailly, beaucoup plus célèbre et plus étendue qu'aucune autre, a été entreprise dans l'intention de prouver aux gens de lettres et aux gens du monde, l'importance et l'utilité de l'Astronomie; de tracer le tableau de ses phénomènes les plus imposans; de donner une idée des travaux et des découvertes principales des Hipparque, des Ptolémée, des Copernic et des Képler, et de tant d'autres savans illustres que les lecteurs, pour la plupart, sont réduits à n'estimer que sur parole.

Cette histoire est terminée par des discours éloquens et pleins d'intérêt, où l'auteur a fait l'exposé des dernières découvertes, des progrès successifs de l'Astronomie, de ce qu'elle peut laisser encore à désirer, enfin de ce qu'on peut espérer du tems et des efforts du génie.

C'est dans ces discours principalement et dans quelques digressions semées dans le cours de l'ouvrage, que l'auteur a fait preuve d'un grand talent. C'est-là qu'on rencontre ces deux beaux portraits de l'astronome et du géomètre, portraits qu'il avait dessinés d'après nature, et dont ses deux maîtres, La Caille et Clairaut, avaient fourni les traits les plus saillans. En tout tems ces discours seront lus avec plaisir et avec fruit; on n'y aperçoit aucune trace des hypothèses favorites de l'auteur; il n'y parle qu'en passant de *ce peuple ancien qui nous a tout appris, excepté son nom et son existence* (1). Au contraire, en remontant de nos jours aux tems les plus anciens, Bailly trouve d'abord une Astronomie

---

(1) Les mots soulignés sont de d'Alembert. Voici comment il s'exprime au tome II de sa Correspondance avec Voltaire, pag. 259.

« Le rêve de Bailly, sur ce peuple ancien, qui nous a tout appris, excepté son nom et son existence, me paraît un des plus creux qu'on ait jamais eus; mais cela est bon

perfectionnée par l'analyse; puis une Astronomie déjà singulièrement améliorée par l'invention du télescope; plus loin, une Astronomie fondée sur la Géométrie plus élémentaire, et sur l'usage des instrumens propres à la mesure des angles; enfin, dans l'antiquité, une Astronomie qui ne suppose que des yeux, de l'attention, de la patience et du tems.

D'après cette division si naturelle et si juste, Bailly n'avait aucun besoin de recourir à la supposition gratuite d'un peuple perdu, qui avait tout inventé, tout *perfectionné*, et duquel il ne reste que des notions éparses, *dont les unes se retrouvent chez les Chinois, d'autres chez les Indiens ou les Chaldéens, qui n'en ont connu ni la valeur ni l'origine*, notions qui enfin ont pénétré dans la Grèce.

Est-il bien vrai que ces notions supposent une Astronomie perfectionnée? Au reste, il ne faut pas se tromper sur le sens de ce mot. Jamais Bailly n'a osé assurer que son peuple eût connu le télescope, ni sondé les profondeurs de l'Analyse; ce qu'il a dû entendre, c'est uniquement une Astronomie qui avait su tirer un parti avantageux de quelques théorèmes de Géométrie élémentaire, et qui s'était aidée de quelques instrumens, tels que l'astrolabe d'Hipparque, les armilles d'Eratosthène et le quart de cercle de Ptolémée. Mais tant de secours sont-ils véritablement nécessaires pour rendre raison de quelques périodes imparfaites, ou de quelques idées qui ont pu naître tout naturellement et sans aucune communication, chez tous les peuples qui ont eu, dans tous les tems, un intérêt presque égal de connaître la véritable longueur de l'année, la succession des saisons et l'ordre dans lequel elles doivent ramener les travaux de l'agriculture et les époques favorables à la navigation?

Pour répondre à cette question, qui n'est nullement difficile, il nous a suffi de remonter aux sources, et de consulter, dans leur langue, les historiens et les philosophes qui nous ont transmis ces notions vagues.

Que nous ont rapporté Platon et Eudoxe de leurs voyages en Égypte? qu'ont-ils pu apprendre de ces prêtres à qui Thalès avait montré comment on pouvait mesurer la hauteur des pyramides par la longueur de leurs ombres? Une année de 365 jours d'abord, et puis de 365 jours et six heures, avec l'idée du zodiaque incliné de 24° sur l'équateur.

Dès les premiers vers de son poëme, Manéthon nous annonce qu'il va démontrer à l'univers les *hautes connaissances du peuple qui ha-*

---

n. à faire des phrases... J'aime mieux dire avec Boileau, en philosophie comme en poésie, n. *Rien n'est beau que le vrai.* n Voyez aussi la pag. 296 du même volume.

*bite les plaines sacrées de l'Égypte.* Mais que voyons-nous dans ce poème ? Un éloge emphatique d'un Pétoisiris et d'un Nécepsos, qu'il vante sans indiquer un seul de leurs travaux ; une imitation servile du poème d'Aratus et toutes les rêveries de l'Astrologie judiciaire.

Les prêtres d'Égypte apprennent à Hérodote que le Soleil a quatre fois changé son cours, que deux fois il s'est levé où il se couche, et couché où il se lève. Ces prêtres étaient très-mystérieux, ce qui convient fort à l'ignorance et au charlatanisme. Aussi n'est-ce point à ce peuple si peu communicatif que Bailly fait honneur de son *Astronomie perfectionnée*. Il serait presque tenté de l'attribuer aux patriarches. Sur la foi de l'historien Joseph, il leur donne une *grande année* de 600 ans, que de son autorité il transforme en une période lunisolaire qui appartiendrait bien plutôt aux Égyptiens, lesquels auraient pu la tirer de la Chaldée, ou la trouver eux-mêmes sans être plus habiles que nous ne le supposons. Ce qu'on appelle *grande année*, c'est la période qui ramène toutes les planètes à un même point du ciel.

Que trouvons-nous chez les Chaldéens ? Quelques observations grossières d'éclipses dont les quantités sont marquées en moitié ou quarts du diamètre, et les tems sont donnés en heures sans fraction, ou rarement avec une fraction qui n'est jamais au-dessous d'un quart.

Diodore de Sicile nous dit que les prêtres de Bétus observaient assidûment les levers et les couchers des astres du haut de leur tour. On ajoute qu'ils ont réuni des séries d'éclipses qui embrassent plusieurs siècles ; Simplicius, commentateur d'Aristote, nous rapporte que ces éclipses sont celles des 1903 années qui ont précédé la conquête d'Alexandre, et que Callisthène les avait envoyées à Aristote. Mais ce philosophe n'en fait aucune mention dans aucun de ses ouvrages existans, ni même dans aucun des ouvrages lus par Simplicius, puisque ce commentateur ne nous donne l'anecdote que sur l'autorité d'un Porphyre dont l'ouvrage est perdu, et que ceux qui nous ont parlé des liaisons et de la correspondance d'Aristote et de Callisthène, ne font pas la moindre mention de ces éclipses. Ptolémée nous dit bien que *des éclipses ont été apportées de Babylone* ; il en calcule plusieurs, mais la première ne remonte qu'à l'an 720 avant notre ère, c'est-à-dire à l'an 26 de Nabonassar ; s'il en avait eu de plus anciennes, il n'eût pas manqué de s'en servir pour la détermination du mouvement de la Lune ; et une preuve assez bonne qu'il n'en avait pas, c'est qu'il a pris pour époque de ses Tables, la première année de Nabonassar. Son intention était que ses

Tables servissent au calcul de toutes les éclipses, tant passées que futures; il ne connaissait donc très-probablement aucune observation plus ancienne que Nabonassar.

Ce qui est sorti de plus ingénieux de l'école chaldéenne; c'est sans aucun doute l'hémisphère creux de Bérose, le premier et le plus répandu des cadrans solaires, et le premier fondement de la Gnomonique. Mais ce cadran ne suppose d'autre connaissance que la forme et le mouvement sphériques du ciel, et nous ne voyons en ces notions aucun moyen pour arriver à une Astronomie perfectionnée.

Les Chaldéens, observateurs assidus de tous les phénomènes, ont eu plusieurs périodes. On parle de leur *saros*, de leur *néros* et de leur *soosos*, sans bien savoir ce que ce pouvoit être. On croit avec quelque vraisemblance que l'une de ces périodes pouvoit être le cycle de 19 ans que Méton trouva depuis à Athènes, où il n'est aucun besoin qu'il eût été apporté de Chaldée. Géminus, dans ses *Éléments d'Astronomie*, nous a montré par quels essais successifs les Grecs étaient arrivés à cette période que Calippe a depuis perfectionnée en la quadruplant. Censorinus s'explique à peu près comme Géminus.

Apollonius Myndien attribue aux Chaldéens des idées fort saines sur les comètes, qu'ils regardaient comme des planètes qui ne sont visibles que dans une partie de leurs révolutions, et reparaissent à certains intervalles. Ce ne serait encore qu'une conjecture raisonnable, puisqu'on ne l'appuyait d'aucune observation; mais Epigène, autre disciple de ces mêmes Chaldéens, nous assure qu'ils regardaient les comètes comme des vapeurs amassées momentanément dans l'atmosphère; on ajoute qu'ils prédisaient l'avenir par les mouvemens des astres. Jugeons de leurs connaissances par ce trait et par l'explication que Bérose donne des éclipses. Suivant ce chaldéen célèbre, la Lune tourne vers nous momentanément la partie qui n'est pas de feu. Suivant d'autres notions apportées en Grèce, la Lune et le Soleil sont des feux qui parcourent les espaces célestes dans des chars fermés. Un côté seulement est ouvert d'un trou rond. Si par hasard l'ouverture vient à se fermer ou à se rétrécir, nous observons une éclipse totale ou partielle.

Voilà donc quel était l'état de la science chez ces Chaldéens et ces Égyptiens si vantés. Nous ne parlons pas encore des Chinois et des Indiens, dont les écrits nous ont été connus si tard, que nous ne trouverons pas mieux instruits, ou qui ne l'ont été que dans des tems bien postérieurs, aux écrits des Grecs et même à ceux des Arabes formés à l'école des Grecs.

C'est donc chez les Grecs, et chez eux seuls, qu'il nous faut chercher l'origine et les monumens d'une science qu'ils ont créée, et que seuls ils ont eu les moyens de créer. Je n'appelle pas science la collection de quelques faits si frappans, qu'ils n'ont pu échapper à aucun observateur, ni quelques conséquences faciles à déduire, et qui ne supposent tout au plus qu'une opération arithmétique. Je n'appelle pas science la simple revue du ciel étoilé et sa distribution en certains groupes auxquels on a imposé des noms arbitraires, non plus que la division du zodiaque en 27 ou 28 maisons indiquées par le cours de la Lune, ou en douze signes qui répondent aux douze mois de l'année. Tout cela est si facile, qu'on a dû le trouver partout où l'on a voulu, et ce n'est guère la peine de rechercher quel est le peuple qui s'en est avisé le premier; ce doit être le plus ancien, et l'on n'aurait aucune raison valable pour refuser ces connaissances aux patriarches.

Ce que j'appelle *science astronomique*, c'est une théorie qui lie tous ces faits mieux observés, qui en donne la mesure plus précise, qui fournit les moyens de calculer tous les phénomènes, qui sait en conclure les distances et les vitesses des corps célestes, leurs marches, leurs rencontres, leurs éclipses, et qui sait assigner les tems et la manière différente dont ces phénomènes s'offriront aux habitans des divers pays. Or, voilà ce que les Grecs ont fait seuls, ce qu'ils ont seuls enseigné aux autres peuples, ce qu'ils ont fait d'une manière complète à certains égards, quoiqu'imparfaite encore à beaucoup d'autres.

Hérodote nous dit que Thalès avait annoncé aux peuples d'Ionie la fameuse éclipse de Soleil qui fit jeter les armes aux Mèdes et aux Lydiens, et l'historien fait remarquer comme une merveille, que l'astronome eût pu fixer d'avance l'année où devait s'observer un phénomène si remarquable. Faut-il d'autre preuve qu'on ignorait alors l'art de calculer une éclipse? Cette connaissance ne remonte pas plus haut qu'Hipparque, qui, le premier, donna aux Grecs une Trigonométrie, fixa plus sûrement la durée du mois lunaire et de l'année solaire, et sut déterminer la parallaxe de la Lune et sa distance à la Terre. En vain chercherait-on ces connaissances dans Aristarque, Archimède, Euclide. Aucun de ces géomètres fameux ne savait résoudre un triangle même rectangle, autrement que par des opérations graphiques. Quand Aristarque eut trouvé sa méthode ingénieuse pour estimer la distance du Soleil à la Terre, il parvint, par un emploi fait avec beaucoup d'adresse de toutes les ressources de la Géométrie de son tems, à prouver que cette distance



renfermait plus que 18 fois et moins que 20 la distance de la Lune à la Terre. En adoptant ses données, fort inexactes, Hipparque lui aurait prouvé, par une règle de trois, que ce rapport devait être celui de 19 à l'unité. Dans une recherche à peu près de même genre, Archimède est réduit à porter, sur un quart de cercle, un arc qu'il a mesuré; il trouve ainsi que le diamètre du Soleil surpasse 27', et qu'il est moindre que de 53', laissant une incertitude d'un cinquième sur une mesure si facile et si fondamentale.

Que trouvons-nous chez les géomètres qui l'avaient précédé? Des considérations vagues et générales sur le mouvement diurne, et pas un théorème usuel.

Autolycus fait tourner une sphère; il examine la partie de ses différens cercles qui est au-dessous de l'horizon et celle qui est au-dessus; il rassemble et démontre géométriquement quelques propositions sur les levers et les couchers, sans pouvoir assigner en nombre, ni l'instant précis d'aucun phénomène, ni le tems qu'un point donné doit employer à passer de l'horizon oriental à l'horizon occidental.

Platon conseille aux astronomes de chercher l'explication des mouvemens célestes, dans la combinaison de différens cercles; ils suivent ce conseil, et faute d'idées assez précises et de bonnes observations, ils multiplient les cercles outre mesure et sans aucun succès.

Par les difficultés que rencontre l'établissement de l'Astronomie chez un peuple ingénieux qui avait produit des géomètres tels qu'Archimède et Apollonius, que l'on juge ce qu'a dû être la science, ce qu'elle a été certainement chez les nations qui n'avaient aucune Géométrie.

Il est démontré que du tems d'Archimède, les Grecs n'étaient guère plus avancés que les autres peuples desquels ils avaient pu emprunter ces notions vagues, disséminées chez leurs historiens. Toutes leurs connaissances se trouvent à fort peu près rassemblées dans le poème d'Aratus, qui n'avait fait que mettre en vers deux ouvrages d'Eudoxe, dont Hipparque, dans son Commentaire, nous a conservé quelques fragmens précieux.

Aratus n'était point observateur, Eudoxe ne l'était guère davantage. Celui-ci avait fait ou s'était procuré un globe sur lequel, d'après des levers et des couchers, on avait placé grossièrement quelques étoiles brillantes et l'écliptique inclinée de 24°; il fait tourner ce globe, et remarque quelles étoiles se lèvent et se couchent ensemble; quelles constellations seront visibles en différentes saisons de l'année; il fait, de ces

remarques faciles et inexactes, un livre pour l'usage des navigateurs. Ce livre a une vogue qui prouve l'ignorance générale; ce livre est mis en vers, il a l'honneur d'être commenté par plusieurs astronomes, au nombre desquels très-heureusement se trouve Hipparque. Le poëme est traduit par Cicéron et Germanicus; l'original parvient jusqu'à nous avec le Commentaire de Théon et le Commentaire bien autrement intéressant d'Hipparque. Son importance s'accroît en raison de son antiquité; on y voit le dépôt des connaissances les plus précieuses; on suppose très-gratuitement, et contre le témoignage formel d'Hipparque, qu'il ne peut être fondé que sur des observations très-exactes; tout ce qu'il contient d'erroné devient article de foi, on n'ose le révoquer en doute; mais, d'après un mouvement découvert postérieurement par Hipparque, mouvement dont il n'est plus possible de douter, et qu'Hipparque ignorait encore au tems où il écrivait son Commentaire, la sphère d'Eudoxe ne donne pas les positions telles qu'elles devaient être de son tems. Newton calcule à quelle année doivent se rapporter les positions indiquées; il conçoit le hardi projet de réformer la Chronologie. Son système est vivement-combattu par Fréret; différens auteurs prennent parti pour ou contre. La victoire paraît demeurer au savant français; mais, dans cette guerre si longue et si inutile, on oublie précisément la chose par laquelle il fallait commencer. On renouvelle le scandale de la *dent d'or*; on néglige de discuter ces observations prétendues sur lesquelles on dispute sans s'entendre; on ne prend garde qu'à la position équivoque des solstices et des équinoxes. Mais Eudoxe et Aratus nous décrivent en même tems les deux colures, l'équateur et les deux tropiques. Si les observations sont bonnes, si elles sont d'une même époque, toutes les étoiles indiquées devront se trouver sur le cercle désigné. Au moyen du mouvement de précession, aujourd'hui parfaitement connu, nous pourrions vérifier la bonté des données; nous pourrions déterminer entre certaines limites l'époque des observations. Si tout ne s'accorde pas, nous pourrions dire à quel âge appartient telle partie de la sphère, à quel autre appartient telle autre partie qui n'est pas du même tems.

Or, ce calcul, que nous avons fait, prouve invinciblement que les étoiles placées sur un même cercle ne s'y trouvent pas réellement, que les unes ne peuvent jamais s'y trouver, et les autres ne peuvent s'y rencontrer ensemble; ensorte qu'il faudrait autant d'époques différentes qu'il y a d'étoiles dans cette sphère; qu'il ne suffit plus de remonter à des époques de mille à douze cents ans, qu'il faut remonter de deux

à trois mille ans ; et ce qui est surtout digne de remarque, que plusieurs étoiles n'étaient pas encore arrivées à la position où il les place, qu'elles n'y sont pas même aujourd'hui, et n'y viendront que dans trois cents ans ; de manière qu'Eudoxe s'est trompé de vingt-quatre siècles, à moins qu'on n'aime mieux remonter à vingt-trois ou vingt-quatre mille ans.

Que conclure de toutes ces remarques ? Une chose si naturelle et si simple qu'on aurait pu l'affirmer avant d'en avoir fait le calcul : les observations étaient grossières, et les étoiles mal placées, parce qu'on manquait de moyens, et qu'on n'avait aucun des instrumens nécessaires pour un pareil travail. Rien de plus facile que de dessiner des groupes de constellations, de les placer sur un globe d'une manière qui représente à peu près ce qu'on a vu ou cru voir. Mais pour faire un bon globe et un bon catalogue d'étoiles, il y faut bien d'autres soins et bien d'autres ressources. Nous avons plusieurs de ces anciens catalogues rédigés sans instrument et sans observation véritable. Tels sont ceux qui passent sous les noms d'Eratosthène et d'Hygin. Ce sont de simples nomenclatures des étoiles qui composent une constellation, de celles qui sont à la tête, sur les bras ou la poitrine ; du reste aucune indication précise. Tels sont les catalogues que nous trouvons chez les Chinois et les Indiens qui leur attribuent une antiquité fabuleuse que nous n'avons aucun intérêt à contester. Ils sont assez grossiers pour être aussi anciens qu'on voudra. Le premier catalogue vraiment digne de ce nom, est celui d'Hipparque. On sait avec quels éloges Pline a parlé de cet ouvrage. Pour le composer, Hipparque avait imaginé des instrumens dont on ne voit aucune mention avant lui, et qui ont été imités par tous ses successeurs. Avec ces nouveaux moyens, à quelle précision Hipparque est-il parvenu ? à celle d'un demi-degré à peu près, comme nous le prouvons par une multitude de rapprochemens et de calculs qui, par des voies différentes, nous ramènent toujours au même résultat ; et l'on voudrait qu'Eudoxe, les Chinois et les Indiens eussent fait mieux, eux à qui l'on ne connaît aucune Géométrie, aucun instrument, aucune méthode quelconque !

Si nous n'avions que les observations d'Hipparque et de Ptolémée pour juger du tems où vivaient ces grands astronomes, nous serions bien embarrassés pour y répondre d'un demi-siècle, et l'on voudrait fixer l'époque de Chiron et des Argonautes ! Mais que pensera-t-on de ce long procès astronomique et chronologique, si nous ajoutons qu'il n'a été occasionné que par une méprise, par un simple malentendu.



Sextus Empiricus nous apprend que les Chaldéens avaient divisé le zodiaque en douze signes, par les levers, au moyen d'une clepsydre. Nous voyons déjà ce que nous devons penser de ce moyen, qui nécessitait plus d'un demi-degré d'erreur sur le lieu vrai de chaque étoile, à cause de la réfraction, quand même on supposerait l'horizon terrestre aussi bien terminé que celui de la mer, et sans parler de l'écoulement inégal de l'eau, et des erreurs qu'il produit dans la mesure du tems et dans celle du mouvement diurne. Quand le Soleil se couche, l'étoile qui devrait paraître à l'orient est effacée par le crépuscule; ce n'est que plus d'une heure après, que les étoiles sont visibles. On ne peut donc observer directement, ni le lieu occupé par le Soleil, ni le point opposé. Autolycus estime à  $30^\circ$ , ou un signe entier, l'espace absorbé par les rayons solaires. Une heure environ après le coucher du Soleil, on verra paraître une étoile qui sera à  $15^\circ$  du Soleil ou du lieu opposé. Dans une même nuit, on ne verra que onze des douze signes qui forment l'écliptique; mais la partie invisible change tous les jours d'un degré. En peu de mois, on aura divisé l'écliptique entière, et reconnu les étoiles des douze signes.

De cette méthode il résulte qu'on placera le Soleil au milieu de l'arc invisible, dont on ne peut déterminer que les deux points extrêmes. Au jour du printemps, l'arc invisible s'étendra de  $15^\circ$  de part et d'autre du premier point du Bélier. Les points équinoxiaux répondront au milieu des signes du Bélier et de la Balance; les points solsticiaux, au milieu du Cancer et du Capricorne. L'été se composera des trois mois ou des  $90^\circ$  qui donneront les plus longs jours; l'hiver, des  $90^\circ$  qui donneront les nuits les plus longues; le printemps et l'automne, des  $90^\circ$  qui de part et d'autre donnent des durées moyennes au jour et à la nuit. Pour trouver l'époque du Catalogue qui donne ces positions aux colures, il ne sera plus besoin de remonter du nombre de siècles qui donnera une précession de  $15^\circ$ , c'est-à-dire de douze cents ans environ. Isidore d'Hispsala nous a transmis une figure du zodiaque, ainsi divisé, suivant la méthode des Chaldéens; mais cette division a cessé d'être celle des astronomes, et la raison en est bien simple. Hipparque, après avoir inventé la Trigonométrie, sentit la nécessité de donner aux arcs de l'écliptique, pour origine commune, l'intersection vernale, qui était le sommet de tous les triangles qu'il avait à calculer. Il a changé de  $15^\circ$  la place de toutes les étoiles, parce qu'il a changé le point de départ. Toutes les fois qu'il fait un calcul, et qu'il en veut comparer le résultat à une position

b

*transcription  
de l'original  
V. h. XX 2  
dans le catalogue  
du zodiaque.*

donnée par Eudoxe, il tient compte à part de ces 15° de différence. Eudoxe, qui n'était ni observateur ni calculateur, a suivi la division chaldéenne. Hipparque, qui était l'un et l'autre, a changé cette division; il a été contraint de le faire, pour ne pas allonger très-inutilement tous les calculs. Ce changement était de nature à n'être ni remarqué, ni même compris des auteurs qui écrivaient sur la sphère; et de là tant de systèmes et tant de disputes.

Quoi qu'il en soit de cette explication, à laquelle on donnera, si l'on veut, le nom de système, nous ne perdrons pas le tems à la défendre; elle est fort indifférente à la véritable Astronomie. Qu'on l'adopte ou qu'on la rejette, il n'en restera pas moins démontré que la sphère d'Eudoxe est mal construite, et qu'on n'en peut rien tirer pour l'avantage de l'Astronomie, ni pour celui de la Chronologie.

Qu'on ne s'étonne pas de ces erreurs d'un demi-degré que nous avons l'air de reprocher à Hipparque. Songeons que son astrolabe n'était autre chose qu'une sphère armillaire; que le diamètre en était fort médiocre, les sous-divisions du degré peu sensibles; qu'il ne connaissait ni les lunettes, ni les verniers, ni les micromètres. Que ferions-nous aujourd'hui même, si nous étions dépourvus de ces secours; si nous ignorions la réfraction et la véritable hauteur du pôle, sur laquelle, à Alexandrie même, malgré les armilles de toute espèce, on commettait une erreur d'un quart de degré? Aujourd'hui nous disputons pour une fraction de seconde; on ne pouvait alors répondre d'une fraction de degré, on pouvait se tromper d'un diamètre du Soleil ou de la Lune. Songeons bien plutôt aux services essentiels qu'Hipparque a rendus à l'Astronomie, dont il est le vrai fondateur. Le premier il a donné et démontré les moyens de calculer tous les triangles, soit rectilignes, soit sphériques. Il avait construit une Table des cordes, dont il tirait à peu près les mêmes services que nous tirons de nos Tables de sinus. Il a fait des observations beaucoup plus nombreuses et mieux entendues que ses prédécesseurs. Il a établi la théorie du Soleil d'une manière à laquelle Ptolémée, deux cent soixante-trois ans après, n'a trouvé rien à changer. Il est vrai qu'il s'est trompé sur l'inégalité du Soleil; mais nous démontrons que sa méprise tient à une erreur d'un demi-jour sur l'instant du solstice. Lui-même il avoue qu'il a pu s'y tromper d'un quart de jour; et l'on peut toujours, sans scrupule, doubler l'erreur avouée par un auteur qui est de bonne foi, mais qui se fait illusion à lui-même. Il a déterminé la première inégalité de la Lune, et Ptolémée n'y change rien; il a donné les mou-

vements de la Lune, ceux de son apogée et de ses nœuds, et Ptolémée n'y fait que des corrections légères et d'une bonté plus que douteuse. Il a entrevu la seconde inégalité; il a fait toutes les observations nécessaires pour une découverte dont l'honneur était réservé à Ptolémée; découverte qu'il n'eut peut-être pas le tems d'achever, mais pour laquelle il avait tout préparé. Il a montré que toutes les hypothèses de ses prédécesseurs étaient insuffisantes pour expliquer la double inégalité des planètes; il a prédit qu'on ne pourrait y parvenir qu'en combinant ensemble les deux hypothèses de l'excentrique et de l'épicycle. Les observations lui manquaient, parce qu'elles exigent des intervalles qui passent la durée de la plus longue vie; il en a préparé pour ses successeurs. Nous devons à son Catalogue la connaissance précieuse du mouvement rétrograde des points équinoxiaux. Nous pourrions, il est vrai, tirer cette connaissance des observations beaucoup meilleures qu'on a faites, surtout depuis cent ans; mais il nous manquerait la preuve que ce mouvement est sensiblement uniforme pour une longue suite de siècles; et ses observations, par leur nombre, par leur ancienneté, malgré les erreurs qu'on est forcé d'y reconnaître, nous donnent cette confirmation importante de l'un des points fondamentaux de l'Astronomie. C'est lui qui en a fait la première découverte. Il a inventé le planisphère, ou le moyen de représenter la sphère étoilée sur un plan, et d'en tirer la solution des problèmes de l'Astronomie sphérique, d'une manière souvent aussi exacte et plus commode que par le globe même. Il est encore le père de la véritable Géographie, par l'idée heureuse de marquer la position des villes comme celle des astres, par des cercles menés perpendiculairement du pôle sur l'équateur, c'est-à-dire par longitudes et latitudes. Sa méthode pour les éclipses a été long-tems la seule qu'on eût pour déterminer les différences des méridiens; enfin, c'est d'après la projection dont il est l'auteur, que nous faisons encore aujourd'hui nos mappemondes et nos meilleures cartes géographiques.

Après ce grand homme, nous trouvons une lacune considérable dans l'histoire de l'Astronomie. Nous ignorons jusqu'au nom des prédécesseurs de Ptolémée; et nous ne voyons d'eux que des observations aussi grossières que celles des Chaldéens. Sur la foi du juif Abraham Zaeht; Riccius nous parle d'un Millæus qui vivait à Rome sous Trajan, et qui fit un Catalogue que Ptolémée s'attribua, sans y faire d'autre changement que celui d'ajouter à toutes les longitudes, les 25' dues à la précession. Ainsi, tout conspire pour refuser à Ptolémée ce Catalogue, que

tous les astronomes, aujourd'hui, restituent à Hipparque, parce qu'il n'y a que ce moyen pour le rendre moins défectueux, et que le Catalogue prétendu de Millæus aurait précisément le même défaut, et ne serait qu'une copie tirée d'après le Catalogue d'Hipparque. S'il est difficile de disculper Ptolémée de ce plagiat, et peut-être de quelques autres, il lui reste au moins d'autres titres qui le feront toujours placer au nombre des astronomes du premier ordre. Telle est sa découverte de l'évection ou de la seconde inégalité de la Lune. D'après une idée d'Hipparque, il a le premier établi la théorie et calculé des Tables de toutes les planètes, et déterminé, avec une précision assez remarquable, les rapports des rayons de leurs épicycles à leurs distances moyennes; c'est-à-dire, en d'autres termes, et sans qu'il s'en doutât lui-même, les rapports de leurs distances moyennes à la distance moyenne de la Terre au Soleil. Cette théorie, toute imparfaite qu'elle était, a régné quatorze cents ans; elle a été adoptée par les Arabes, transmise aux Persans, aux Tartares, et enfin aux Indiens, qui l'ont défigurée en la déguisant. Les centres équidistans de la Terre, de l'excentrique et de l'équant, les orbites aplaties de la Lune et de Mercure, ont conduit à l'idée de l'ellipse et de ses foyers. Ainsi Ptolémée a préparé les voies à Képler, qui les a préparées à Newton. Ses écrits sont les seuls qui nous aient conservé la connaissance des travaux d'Hipparque. D'après les idées que ce grand astronome avait consignées dans un Traité du Planisphère qu'on avait trouvé trop obscur, il a écrit un nouveau traité sur le même sujet, auquel il a joint un ouvrage sur l'Analemme, où l'on trouve la première idée des sinus substitués aux cordes. Il est auteur du Traité de Géographie le plus complet qui nous soit parvenu; il a écrit sur la Musique; il avait fait un ouvrage sur les trois dimensions des corps, où l'on trouve la première idée des trois coordonnées orthogonales. On lui doit enfin la découverte de la réfraction astronomique, des Tables précises de la réfraction dans l'eau et dans le verre, c'est-à-dire les seuls vestiges de Physique expérimentale qu'on ait pu découvrir dans les écrits des Grecs.

De ces faits incontestables il résulte que si Ptolémée fut un observateur médiocre et justement suspect, il fut au moins un écrivain très-distingué, un excellent calculateur, qui savait imaginer et combiner des hypothèses. Comme on est porté naturellement à donner à un auteur tout ce qu'on trouve dans ses ouvrages et qu'on n'a encore vu nulle part, il a été réputé le *Prince des Astronomes*; et sans la justice qu'il rend partout au grand homme qui lui avait été si utile dans la compo-

sition de ses Livres, il passerait pour le seul astronome véritable qu'ait produit l'antiquité.

Ptolémée n'eut aucun successeur parmi les Grecs; car Théon, son commentateur, n'a rien fait, rien perfectionné. Il paraîtrait n'avoir lu et ne connaître que Ptolémée. On lui devrait cependant l'observation d'une éclipse de Soleil, la seule qui nous soit restée des anciens; mais elle a bien l'air de n'être qu'un calcul fait sur les Tables de Ptolémée.

Après ce que nous avons annoncé des Chinois et des Indiens, il serait fort inutile d'exposer ici les travaux ou grossiers ou tardifs de ces deux peuples, qui sont toujours restés étrangers aux progrès de la Science. Nous renverrons aux deux chapitres que nous avons consacrés à leur histoire. Qu'il nous suffise de rappeler qu'on ne leur connaît aucun instrument, aucune science géométrique, aucune méthode qui n'ait été tirée directement ou indirectement des écrits des Grecs; qu'ils n'avaient qu'une idée très-imparfaite de la parallaxe; et que les Indiens mêmes, beaucoup moins ignorans que les Chinois, n'ont jamais été en état de calculer, à une demi-heure près, le tems ni la durée d'une éclipse. Que jusqu'à l'an 1200 de notre ère, les Chinois ont cru que le rapport du diamètre à la circonférence était celui de un à trois; qu'ils n'avaient aucune Trigonométrie; que Cochéou-King tenta de leur en donner une, à laquelle Gaubil n'a jamais pu rien comprendre; qu'il s'est trompé de plus d'un degré sur la déclinaison de l'étoile polaire; qu'il a annoncé plusieurs éclipses qui n'ont jamais eu lieu; mais disons à sa gloire, qu'il avait fait à un gnomon de quarante pieds, des observations qui n'ont pas été inutiles à La Caille, pour ses Tables du Soleil. On trouve, dans les annales des Chinois, d'autres observations d'ombres à un gnomon de huit pieds, qui ne s'accordent guère entr'elles, et dont l'une donnerait onze cents ans avant notre ère, une obliquité de l'écliptique qui s'accorde avec nos Tables, mais nullement avec l'idée que les Chinois avaient de cet angle, qu'ils auraient observé pendant près de deux mille ans, sans en apercevoir la diminution. Enfin, qu'à l'arrivée des Jésuites, le président du Tribunal des Mathématiques, et le tribunal tout entier, étaient incapables de calculer pour un jour donné, quelle devait être la longueur de l'ombre d'un gnomon. Il paraîtrait cependant que les Chinois auraient devancé Pythéas et les Grecs de sept cents ans; dans l'usage du gnomon; mais cet instrument est le plus simple de tous, le premier qu'on ait dû imaginer, ou plutôt qu'on a trouvé tout fait; ensorte qu'on en peut faire remonter l'usage jusqu'au tems de la création du monde.



Mais quand il est seul, il ne peut mener bien loin en *Astronomie*; consulté pendant une longue suite de siècles, il donnera fort bien la longueur de l'année. Et si les anciens avaient connu cette durée, ce ne pourrait être que de cette manière.

Quant aux Indiens, nous dirons simplement qu'après avoir démontré la faiblesse des raisonnemens hasardés en leur faveur par Bailly, après avoir rétabli dans leur vrai sens les passages qu'il apporte en preuve de son opinion, nous exposons, d'après les savans de Calcutta, leurs véritables théories, la composition de leurs Tables, et tous les fondemens de leurs calculs, qui ne changeront rien aux conclusions tirées précédemment.

Ainsi, pour connaître l'origine et les progrès de l'*Astronomie* véritable, il faut étudier les écrits des Grecs, et ceux de leurs disciples et leurs imitateurs de tous les âges, jusqu'à Képler. Mais la plupart de ces livres sont rares : à la difficulté de se les procurer se joint celle de les entendre, non-seulement à cause de la différence des langues, mais aussi parce que la langue mathématique a changé totalement; que les méthodes et les démonstrations sont différentes; que les idées et les expressions les plus familières autrefois sont tombées en désuétude, et devenues presque inintelligibles; que pour une page qui pourrait être utile, on est obligé de dévorer l'ennui de plusieurs volumes. On peut soupçonner pourtant, que dans ce nombre effrayant d'ouvrages, dont les titres seuls et les dates occupent mille pages dans la Bibliographie de Lalande, il peut se trouver quelque méthode, quelque pratique, quelque fait et quelque connaissance qui ne mérite pas l'oubli dans lequel elle est tombée. Lire tous ces ouvrages par ordre, est le seul moyen de connaître sûrement la marche de l'esprit humain, de distinguer les véritables inventeurs, et de rendre à chacun ce qui peut lui appartenir. Il ne faut pas que nos richesses actuelles nous rendent trop dédaigneux pour les auteurs inconnus aujourd'hui, qui ont autrefois joui d'une grande considération, par ce qu'ils avaient ajouté à la masse des connaissances acquises, et qui, enfin, pourraient n'être pas encore tout-à-fait inutiles. Mais quand il serait prouvé qu'on n'en tirera jamais rien qui puisse nous servir, ne sera-t-il pas au moins très-curieux de voir par quels degrés l'*Astronomie* est arrivée au point de perfection où nous la voyons.

D'après ces réflexions, nous avons pris le parti de lire, et nous avons analysé, en suivant l'ordre des tems, tous les livres, depuis le premier qui nous reste des Grecs jusqu'à Képler, nous proposant d'aller jusqu'à

Newton, et peut-être jusqu'à nos jours. Nous avons pris dans chacun ce qui n'avait pas été dit auparavant ; nous examinons les méthodes, nous en montrons la filiation, nous les comparons aux nôtres, nous les dégageons des longueurs qui les rendent obscures, nous en donnons des équivalens plus commodes, nous transcrivons tous les faits et toutes les observations qu'il pourrait être important de calculer de nouveau, en sorte que l'on puisse être dispensé de recourir aux originaux, si ce n'est dans les cas rares où rien ne peut affranchir de cette obligation.

La Caille avait formé le projet d'un ouvrage qu'il devait intituler *les Ages de l'Astronomie*. Autant qu'on peut voir, son dessein était de recueillir et de calculer toutes les observations faites depuis l'origine de l'Astronomie, jusque vers le milieu du 18<sup>e</sup> siècle. Pingré avait suivi ce plan pour les observations du 17<sup>e</sup> siècle, en commençant à Tycho ; le volume n'a pu être publié, ni même achevé. Peut-être ce qu'on lira dans notre Histoire démontrera-t-il le peu d'utilité de ces longs calculs sur des observations précieuses dans leur tems, et qui n'auraient plus aujourd'hui le moindre mérite. La Caille et Pingré voulaient se charger de ce soin, pour en éviter la peine aux astronomes. Aujourd'hui, ce dévouement doit se borner aux seules observations faites avec des instrumens à la précision desquels on ne pourra désormais rien ajouter de bien marqué, ou qui ne puisse être suffisamment compensé par l'avantage d'une date plus ancienne d'un demi-siècle. Tel est, par exemple, le travail que M. Bessel a fait sur Bradley, et dont les astronomes voudraient hâter la publication prochaine. Rien de tout cela n'est entré dans le plan de Bailly. On pouvait en retrouver une partie dans les éclaircissemens rejetés à la fin de chaque livre ; on n'y voit guère que ce qui lui paraît propre à donner quelque vraisemblance à ses hypothèses, les preuves qu'il amasse et combine de l'existence de son peuple imaginaire, de ses travaux prétendus, et de leur conformité singulière avec les mesures des modernes. Nous discutons ces preuves, mais simplement par occasion ; notre intention n'a été d'attaquer ni de réfuter qui que ce soit. Que nous importe que l'Astronomie ait été autrefois aussi florissante qu'elle peut l'être aujourd'hui ? Bailly lui-même convient que tous ces anciens travaux étaient perdus, et qu'on les a refaits sans se douter qu'ils eussent été parfaitement exécutés il y a trois mille ans. Bailly n'a donc traité qu'une question purement curieuse, et propre à faire briller le talent qu'il avait pour la discussion, et l'adresse avec laquelle il plaide une cause dont il se défie lui-même. Pour nous, nous

ne considérons que les faits dont nous pouvons fournir la preuve; on voit à chaque pas les sources où nous avons puisé. Les doctrines que nous analysons peuvent se vérifier dans des ouvrages qui existent: nous n'écartons que les longueurs et les inutilités; nous épargnons aux astronomes un tems dont ils peuvent faire un beaucoup meilleur usage; et en leur présentant sous une forme plus abrégée et beaucoup plus commode, tout ce qui peut résulter d'instruction de la lecture d'un grand nombre de volumes, nous avons désiré que cette instruction ne leur coûtât jamais que ce qu'elle pourra valoir.

*Nota.* Cette première partie a été lue dans l'assemblée publique de l'Académie royale des Sciences, le 17 mars 1817.

---

## SECONDE PARTIE.

Nous croyons avoir suffisamment démontré, dans le cours de notre Histoire, qu'à la réserve du gnomon, connu depuis long-tems des Chinois, tous les instrumens astronomiques sont des inventions des Grecs. Nul autre peuple plus ancien n'a produit aucun observateur qui méritât véritablement ce nom. Nous pouvons ajouter que chez les Grecs mêmes, les vrais observateurs ont été peu nombreux. Le premier instrument dont il soit fait mention est l'héliomètre, que Méton posa publiquement et consacra dans Athènes. Nous n'en connaissons bien précisément ni la grandeur ni les usages. Mais de toutes les observations de Méton, on ne cite que des solstices. Il se peut donc que son héliomètre ne fût qu'un gnomon destiné à mesurer les ombres solsticiales. Eratosthène fit placer à Alexandrie des armilles équatoriales; ce fait est certain. On ne voit pas aussi clairement qu'il y ait aussi fait placer l'armille solsticiale; mais on peut conjecturer avec quelque vraisemblance, qu'elle fut employée par Timocharis et Aristylle, dont nous avons quelques déclinaisons d'étoiles. Il est assez naturel de croire que c'est à l'armille solsticiale qu'il a mesuré les deux distances d'où il a conclu l'obliquité de l'écliptique et le degré du méridien (*voyez* le chap. d'Eratosthène, tome I, p. 86). Mais depuis Timocharis jusqu'au tems d'Hipparque, on ne trouve aucune observation qui exige aucun instrument d'une forme quelconque. Il paraît même qu'Eratosthène ne fit pas un usage bien fréquent des armilles qu'il avait inventées. On ne rapporte de lui aucun équinoxe, ni le tems d'aucun solstice. Il n'a donc

que ses deux distances ou ses deux ombres solsticiales, et la hauteur de quelques montagnes mesurée avec une dioptre qui n'a pas été décrite. Géminus fait mention d'un instrument qui ressemblerait à l'équatorial; mais on ne connaît aucune observation à laquelle il ait servi. On connaît la dioptre d'Hipparque, imitée par Ptolémée; on connaît encore mieux l'astrolabe, dont il paraît l'inventeur, et avec lequel il a observé les distances de la Lune à l'Épi; avec lequel, sans doute, il a composé son Catalogue d'étoiles. Mais dans quel observatoire étaient ces deux instrumens d'Hipparque? en quel pays a-t-il fait ces observations qui lui ont acquis la réputation du plus grand astronome qu'ait produit l'antiquité? C'est ce que rien ne nous apprend bien clairement. Nous voyons, par son Commentaire sur Aratus, qu'il y prend le surnom de *Bythinien*; Pline lui donne celui de *Rhodien*; Suidas l'appelle *Nicéen*, ce qui revient à *Bythinien*. Ptolémée nous dit expressément que dans les années 619 et 620 de Nabonassar, il observa la Lune à *Rhodes*. Théon, dans son Commentaire (p. 63), nous dit que Ptolémée calcule tous ses exemples pour le climat de Rhodes, parce qu'Hipparque y a fait un grand nombre d'observations. S'il avait fait un long séjour à Alexandrie, il serait plus naturel que Ptolémée eût choisi, dans ses exemples, le parallèle de cette ville, qu'il habitait lui-même. Il est donc très-probable que c'est à Rhodes que demeurait Hipparque; que c'est-là qu'il a composé la plus grande partie de ses ouvrages; et de là le surnom que Pline lui donne. L'anonyme alexandrin qui a joint une note au livre de Ptolémée sur les disparitions et réapparitions des étoiles, nous apprend qu'Hipparque a observé en Bythynie tous les levers et couchers mentionnés par Ptolémée dans son opuscule. Il n'ajoute pas que, depuis, Hipparque soit venu observer à Alexandrie; aucun auteur ne lui donne le titre d'*Alexandrin*. C'est probablement aussi en Bythynie, qu'il a observé les levers et les couchers qu'il rapporte dans son Commentaire sur Aratus. Ces observations n'exigent aucun instrument; elles peuvent être de sa jeunesse, ainsi que son Commentaire, qui nous prouve qu'à l'époque où il le composa, il n'avait encore aucune idée du mouvement de précession.

On trouve dans Ptolémée une éclipse de Lune observée à Rhodes en l'an 606 de Nabonassar. Cette éclipse est probablement d'Hipparque, quoiqu'il n'y soit pas nommé; car nous n'avons connaissance d'aucun astronome rhodien à cette époque; et Bouillaud, qui avait un grand fond d'érudition astronomique, nous dit, page 13 de son *Astronomie*,

qu'Hipparque s'appliqua aux observations à Rhodes, vers l'an 600 de Nabonassar; et Ptolémée nous prouve qu'il y demeurait en 619 et 620.

Malgré toutes ces raisons et tous ces témoignages, on paraît persuadé généralement qu'Hipparque observait à Alexandrie. Cette opinion est celle de Flamsteed, dans ses *Prolegomènes*, et celle de Cassini, dans ses *Éléments d'Astronomie*; elle a été adoptée depuis par tous les auteurs, dont aucun n'a pris la peine de la discuter.

Le séjour d'Hipparque à Alexandrie n'est pourtant affirmé nulle part. Il ne peut se conclure que du rapprochement de quelques passages; et ce genre de preuves est un peu moins sûr. Il ne suffit pas de montrer que ces passages peuvent en effet s'interpréter de cette manière; il ne suffit pas même que cette manière soit la plus naturelle, il faut prouver qu'elle est la seule; sans quoi l'on n'aura que des probabilités plus ou moins fortes, on n'aura aucune démonstration réelle. Il n'est pas sans exemple que, d'une page à l'autre, un auteur soit un peu en contradiction avec lui-même, et qu'il s'exprime d'une manière un peu vague ou irréfléchie, à laquelle on peut donner une interprétation qu'il n'a pas prévue. Rien ne peut valoir une assertion claire et positive comme nous en avons pour le séjour d'Hipparque en Bythinie, d'abord, et puis à Rhodes.

Examinons les passages où il est question des recherches d'Hipparque. Nous voyons, au livre III de la *Syntaxe*, qu'Hipparque a rapporté toutes les observations qui lui ont paru faites avec soin, tant des solstices d'été que des solstices d'hiver. Il ne désigne ni le lieu ni l'observateur. Les observations lui ont paru faites avec soin; rien de plus. L'inégalité qu'il soupçonnait dans la longueur de l'année peut se reconnaître par les observations faites à Alexandrie au cercle de cuivre placé dans le portique carré. Ce cercle paraît désigner le moment de l'équinoxe, au jour où la surface concave commence à être éclairée de l'autre côté.

D'abord, ces mots pourraient être simplement un avis donné aux astronomes d'Alexandrie, de vérifier chez eux les observations qu'il avait lui-même faites à Rhodes, avec un instrument différent, peut-être à une armille solsticiale qui pouvait lui donner l'instant de l'équinoxe par le progrès diurne des déclinaisons, après qu'il eut déterminé la hauteur de l'équateur par les deux solstices. Un cercle d'un pied ou deux de diamètre placé dans le méridien, n'est pas un instrument bien coûteux; et l'on peut soupçonner qu'Hipparque en avait un, puisqu'il a observé des déclinaisons. Peut-être avait-il l'équatorial indiqué par Cérinus, qui était



de Rhodes, et cite les travaux d'Hipparque. Remarquons, en outre, que ces expressions, *le cercle paraît désigner*, etc., ne sont pas trop d'un homme qui a lui-même observé avec l'instrument dont il parle; elles seraient plutôt celles d'un homme qui discute une observation faite avec un instrument qu'il n'a jamais vu.

Il rapporte ensuite les tems des équinoxes *le plus exactement observés*. Il ne nomme encore personne. Ce sont les équinoxes d'automne des années 17, 20, 21, 32, 33 et 36 de la 3<sup>e</sup> période callipique. Il rapporte de même *comme les mieux observés*, les équinoxes du printemps, et d'abord celui de la 32<sup>e</sup> année, où, dit-il, *le cercle d'Alexandrie parut également éclairé sur ses deux bords, une première fois au commencement du jour, et ensuite vers la cinquième heure. Le cercle qui est à Alexandrie, κήκος ὁ ἐν Ἀλεξάνδρεια, ne paraît pas encore d'un homme qui habitait pour le moment Alexandrie. Il ne dit pas *me parut*, mais simplement *parut*. Un équinoxe observé deux fois en un jour, à cinq heures de distance, ne peut guère être mis au rang des équinoxes les plus sûrs. Il est donc très-probable qu'Hipparque ayant observé de son côté cet équinoxe à Rhodes, d'une manière moins douteuse, ne s'est point servi de l'observation d'Alexandrie, et que seulement il nous avertit que cet équinoxe est le même qui avait paru si douteux à Alexandrie; et cette remarque ne servirait qu'à prouver quelle est l'incertitude de ces observations. Hipparque dit qu'il a été observé le matin; ainsi l'armille solsticiale n'aurait pu le donner directement. La veille, la déclinaison lui aura paru 18' australe, et le jour même de 6' boréales; d'où il aura conclu l'équinoxe 18<sup>e</sup> après le premier midi, et 6<sup>e</sup> avant le second. Parlant ensuite de l'équinoxe de l'an 43, il dit qu'il s'accorde parfaitement avec l'équinoxe de l'an 32. Mais cinq heures d'incertitude réparties sur un espace de onze ans, produiraient une erreur de 27  $\frac{1}{3}$  sur la longueur de l'année, c'est-à-dire presque  $\frac{1}{31}$  de jour; et Hipparque cherche à prouver que l'année est de 365  $\frac{1}{4}$  —  $\frac{1}{300}$  de jour. L'équinoxe qu'il emploie ici n'est donc pas celui d'Alexandrie.*

Ptolémée, en rapportant ces passages d'un ouvrage d'Hipparque, ajoute, en parlant du double équinoxe de l'an 32, qu'il a observé lui-même quelque chose de semblable, au plus grand cercle qui est *chez nous dans la palestine, κατ' ἡμῶν*. Ces derniers mots conviennent bien à Ptolémée; ils prouvent qu'il habitait Alexandrie. Hipparque dit, au contraire, *le cercle qui est à Alexandrie*, ce qui lui convient pareillement s'il habitait Rhodes.

Plus loin, on voit qu'en l'an 32, par une éclipse qu'il vient de rapporter, Hipparque trouva l'Épi éloigné de l'équinoxe de  $6^{\circ} \frac{1}{2}$ . Cette observation appartient sûrement à Hipparque; elle est une de celles qui l'ont conduit à la découverte de la précession. Hipparque avait donc dès-lors, très-probablement, son astrolabe, pour mesurer cette distance.

Jusqu'ici, rien ne prouve le moins du monde qu'Hipparque ait été à Alexandrie. Voici un passage que j'avais d'abord cru beaucoup plus formel, et par là plus embarrassant. Après l'énumération de tous ces équinoxes rapportés et calculés par Hipparque, Ptolémée reprend en ces termes : *Nous nous sommes servis des observations désignées par Hipparque, comme de celles qui ont été faites PAR LUI de la manière la plus sûre.* En admettant que l'équinoxe de l'an 32 eût été celui d'Alexandrie, et qu'il eût été observé par Hipparque, il en résultait invinciblement qu'Hipparque, en l'an 32, était à Alexandrie. Mais s'il l'a observé de son côté, s'il le donne comme sûr, et comme parfaitement d'accord avec tous les équinoxes précédens et suivans, depuis 32 jusqu'en 50, alors toute difficulté disparaît; les mots *ἐκ αὐτοῦ, par lui*, n'impliquent aucune contradiction. Hipparque aura observé tout ses équinoxes, ses solstices, ses distances de l'Épi, à Rhodes, avec l'astrolabe qu'il y possédait certainement dans les années 619 et 620. Il aura été fixé à Rhodes dès l'an 586; il y sera ensuite resté toute sa vie; jamais il n'aura vu Alexandrie. On l'aura appelé *Bythinien* ou *Rhodien*, suivant l'époque de sa vie que l'on considérait. Si Ptolémée ne parle de Rhodes qu'en 619 et 620, c'est qu'alors il y avait une parallaxe à calculer, et que cette parallaxe dépend de la latitude aussi bien que de la longitude du lieu. Partout ailleurs, Ptolémée supprime la mention du lieu, parce qu'il supposait Rhodes et Alexandrie sous le même méridien; que l'heure de Rhodes et celle d'Alexandrie étaient exactement la même. Je n'avais pas aperçu d'abord cette solution si simple. Je croyais l'équinoxe double observé par Hipparque; je voyais qu'il avait été observé à Alexandrie. Je ne voyais d'autre moyen de sortir de cet embarras qu'en disant que les deux mots *ἐκ αὐτοῦ* étaient une interpolation; et je les supprimais comme inutiles. Je ne remarquais pas la contradiction palpable qu'il y avait à mettre au nombre des équinoxes les plus sûrs, celui où l'on avouait une incertitude de  $5^{\text{a}}$ ; tandis qu'Hipparque témoigne peu de confiance aux solstices, parce qu'on peut s'y tromper de  $6^{\text{a}}$ .

La question paraît donc décidée enfin; mais quand elle ne le serait

pas; quand il faudrait admettre qu'Hipparque, sortant de Bythinie, se serait arrêté quelques années à Alexandrie avant de se fixer à Rhodes, il n'en résulterait absolument rien pour le peu d'observations qui nous ont été transmises, puisque le méridien est le même.

Après cette question, qui pouvait paraître oiseuse et sans utilité réelle, il s'en présente une autre qui est d'une toute autre importance. *Ptolémée a-t-il observé? Les observations qu'il nous dit avoir faites ne seraient-elles pas des calculs sur les Tables, et des exemples qui lui servent à mieux faire comprendre ses théories?* Quelle que puisse être notre opinion sur une question assez singulière pour paraître paradoxale, nous allons exposer avec impartialité tout ce qu'on peut dire pour et contre.

S'il fallait s'en rapporter à ses témoignages répétés, il n'y aurait nul doute. Il nous dit (ci-après, tome II, p. 74) : *Ἐτηρώμεν, nous avons observé; l'extrémité des gnomons nous a montré.* Il ajoute aussitôt, qu'il a rendu l'observation plus commode, en imaginant un instrument nouveau dont il nous enseigne la construction, sans nous apprendre si celui qu'il avait était de bois ou de pierre, et quel en était le rayon. Il ne rapporte aucune observation; tout ce qu'il dit, c'est que la distance des tropiques lui a toujours paru entre  $47^{\circ} \frac{2}{3}$  et  $47^{\circ} \frac{3}{4}$ , ce qui diffère peu de la distance trouvée par Ératosthène, et adoptée par Hipparque. Si ces observations sont réelles, comment a-t-il pu se faire que Ptolémée ait pu se tromper de 15' sur la hauteur de l'équateur, avec un instrument qui donnait la hauteur du centre du Soleil, et non celle du bord supérieur, que le gnomon eût indiquée nécessairement.

Au chap. 3 du premier livre de la Géographie, il nous dit qu'avec un instrument propre à mesurer les hauteurs, et qui doit être le même que son quart de cercle, il a pris la hauteur du pôle en deux lieux différens, l'azimut de l'un de ces lieux sur l'horizon de l'autre, et qu'il en a conclu la grandeur du degré et celle de la circonférence de la Terre. Mais il se garde bien de désigner les lieux où il avait fait ces observations, de nous donner ces hauteurs du pôle et cet azimut. Il garde le silence sur la manière dont il s'y est pris pour déterminer cet azimut, quoique cette observation soit la seule de ce genre dont il parle dans ses divers ouvrages. Enfin, il ne nous donne ni l'amplitude de l'arc mesuré, ni la grandeur du degré qu'il en a tiré. Est-ce ainsi qu'on rendrait compte d'opérations si neuves et si importantes, si elles étaient réelles?

Au chap. 7, il nous apprend que Marin de Tyr donnait cinq cents stades au degré. Il ne parle ni des six cent soixante-six stades de Posidonius, ni des sept cents d'Ératosthène.

Toutes ces assertions sont encore bien plus vagues que celles de la Syntaxe. On a droit de trouver ces réticences bien singulières; car les observateurs attachent ordinairement trop de prix à leurs observations, pour résister au desir qu'ils ont d'entrer dans des détails que trop souvent nous avons à regretter de ne pas trouver chez Ptolémée.

Nous venons de voir qu'il a comparé ses équinoxes et ses solstices à ceux d'Hipparque et de Méton. Il semble qu'il n'y ait rien à opposer à des assertions si positives et si détaillées; et jamais il ne se serait élevé le moindre doute à cet égard, si ces équinoxes, comparés à ceux des modernes, ne donnaient à l'année une longueur qu'il est impossible d'admettre. Tout s'explique, si ces équinoxes sont des calculs donnés pour des observations réelles. Ptolémée, en calculant ces équinoxes par les Tables d'Hipparque, a dû y commettre des erreurs; car les mouvemens annuels des Tables sont trop faibles de  $16''$ , qui produisent un jour et quelques heures. Or, Ptolémée s'est trompé d'un jour sur ses deux premiers équinoxes; le troisième ne va pas aussi mal, peut-être par une faute de calcul. On en a conclu, avec beaucoup de vraisemblance, que ces équinoxes sont supposés. L'argument est pressant; et l'on ne voit pas ce qu'on pourrait y répondre.

Au livre III, chap. 4, il rapporte les intervalles qu'il a trouvés entre les équinoxes et les solstices; il s'en sert pour calculer, par la méthode d'Hipparque, l'excentricité et le lieu de l'apogée. Il trouve, pour ces intervalles, les mêmes quantités qu'Hipparque; ce qui est tout simple, si ses équinoxes et ses solstices sont des calculs faits sur les Tables d'Hipparque. Mais cet accord sera difficile à concevoir, si ce sont des observations réelles, et si l'on songe que les observations des équinoxes, de l'aveu même de Ptolémée, peuvent être en erreur de  $6'$ , et que les solstices peuvent avoir une erreur double ou quadruple.

Il suffirait de cette remarque pour rendre ses équinoxes et ses solstices plus que suspects. Avec des données identiques, il a dû retrouver pour l'apogée et l'excentricité, les deux quantités d'Hipparque; mais avec des observations réelles, cette conformité devient comme impossible, puisque l'excentricité d'Hipparque est beaucoup trop forte.

Au livre IV, il rapporte trois éclipses qu'il a observées lui-même. La première est totale; il n'en donne ni le commencement ni la fin. Il calcule que le milieu est arrivé trois quarts d'heure avant minuit. Le milieu entre les deux observations ne lui donne que des quarts; les observations étaient donc marquées en quarts d'heure tout au plus.

Le milieu de la seconde éclipse est arrivé une heure avant minuit; la quantité de l'éclipse a été de  $\frac{3}{4}$  de diamètre.

Le milieu de la troisième éclipse est arrivé quatre heures après minuit, et la Lune a été éclipée de la moitié de son diamètre.

Sont-ce là des observations? Nous pouvons admettre que Ptolémée a réellement vu ces éclipses, sans qu'on puisse en conclure qu'il fût observateur. Elles lui donnent, pour l'excentricité de la Lune, un résultat si conforme à celui qu'il tire des trois éclipses babyloniennes, qu'on sera tenté de croire encore que ses trois éclipses sont des calculs faits sur les Tables. En effet; comment se persuader que six éclipses observées aussi grossièrement, puissent s'accorder mieux que ne pourraient faire six observations qu'on ferait aujourd'hui pour une semblable recherche.

De ces éclipses, il conclut cependant deux légères corrections; pour les mouvemens d'anomalie et de latitude; mais ces corrections sont si faibles et si incertaines, qu'il a pu les hasarder sans se compromettre; elles peuvent être une petite adresse pour inspirer plus de confiance à son lecteur.

Au chap. 1 du livre V, il nous dit encore positivement qu'il a observé la Lune à l'astrolabe dont il nous a donné la description, sans nous dire quel en était le rayon, sans déterminer les divisions du degré. Ce n'est guère la manière dont un astronome décrit l'instrument dont il s'est servi. Il ajoute que ses observations, comme celles d'Hipparque, paraissant indiquer une seconde inégalité, il a continué ces observations avec beaucoup d'assiduité; qu'il a cherché la loi de l'inégalité; que toutes les variations observées s'accordent avec la théorie qu'il va établir. Voilà encore des assertions assez soutenues et assez détaillées, pour qu'il fût très-difficile de les nier, si elles n'étaient des conséquences nécessaires de la théorie qu'il va fonder sur trois observations d'Hipparque. Il en ajoutera une quatrième de lui; mais, elle ne dira rien de plus que les trois autres. Cette hypothèse est que la Lune est apogée dans toutes les syzygies, et périgée dans toutes les quadratures. Or, c'est ce qu'il nous affirme, sans en administrer la preuve; car deux de ces observations ont été faites dans la même quadrature. L'une est de lui, l'autre d'Hipparque. Dans l'une, la Lune est à droite de son épicycle; dans l'autre, elle est à la gauche. Mais puisqu'il suppose que la distance du centre de l'épicycle est la même, les deux rayons perpendiculaires menés aux points de contingence du rayon visuel avec l'épicycle, soutiendront nécessairement des angles égaux. Si les observations sont réelles,



elles prouveront qu'en effet la distance est la même; et s'il a calculé sur les Tables son observation prétendue, il a dû trouver le même angle et la même équation. Aux deux observations de la seconde quadrature il fallait donc en ajouter deux autres de la première quadrature; il fallait, de plus, ne les pas faire accorder si précisément à la minute. On a droit de lui demander comment, avec un instrument qui ne donnait au plus que les sixièmes de degré, deux observateurs différens, à près de trois cents ans l'un de l'autre, ont pu s'accorder si parfaitement. Si l'observation la plus moderne n'est pas supposée, on peut soupçonner au moins qu'elle a été un peu modifiée, ou qu'elles l'ont été toutes deux pareillement. Il nous déclare que par beaucoup d'autres observations de ce genre, il a toujours trouvé la plus grande inégalité de  $7^{\circ} \frac{2}{3}$  à très-peu près; mais il n'articule pas expressément qu'il ait observé l'autre quadrature; et nous sommes obligés de l'en croire sur parole, quoiqu'il néglige de nous prouver le point fondamental de sa théorie; c'est-à-dire que la Lune est périégée à la première quadrature, comme il vient de le prouver pour la seconde. Encore pourrait-on lui objecter que rien ne nous démontre qu'en effet la plus grande équation coïncide exactement avec la quadrature. Il en avait probablement la preuve dans les observations d'Hipparque, qui n'aura pas négligé de s'assurer au moins des deux quadratures; puisqu'il avait porté son attention, même sur les octans. Ainsi, Ptolémée ne peut réclamer que l'explication qu'il a trouvée, et dont il est étrange qu'il n'ait pas reconnu l'inexactitude, puisque cette hypothèse, qui représentait si bien les longitudes en quadrature, donnait en même tems des parallaxes excessives, et bien différentes de celles d'Hipparque.

Il lui reste à établir le point le plus singulier et le plus difficile à imaginer de toute cette doctrine, c'est-à-dire l'équation de  $15^{\circ}$  qu'il applique à l'anomalie moyenne, avant de calculer l'équation du centre. Il n'y emploie que deux observations d'Hipparque. Ces deux observations sont dans les deux octans, lorsque la *variation*, alors inconnue, est la plus grande en plus et en moins. Elles s'accordent d'une manière qui peut paraître étonnante, et il ajoute encore son assertion ordinaire, que par beaucoup d'autres observations pareilles, il a trouvé le même résultat à fort peu près. Mais nous ferons ici une remarque analogue à celle que nous avons faite sur les quadratures. Ses deux octans sont semblablement placés de part et d'autre de l'apogée; si la ligne des syzygies partage la courbe en deux moitiés égales et semblables, il est tout simple

que la ligne de *prosneuse*, ou la direction de l'apogée de l'épicycle, arrive exactement au même point dans les deux positions; il restait donc à prouver que dans les deux autres octans, ou au moins dans l'un des deux, le point d'intersection était encore le même. Il n'eût pas même été inutile de rapporter quelques observations entre les quatre octans, et les syzygies et les quadratures. Les vérifications qu'il fait de son hypothèse sont donc bien loin d'être satisfaisantes; et s'il l'eût soumise à des épreuves plus répétées et plus rigoureuses, il en eût sans doute reconnu les imperfections, et peut-être eût-il trouvé la *variation*. Nous avons remarqué partout, dans l'extrait de sa Syntaxe, que jamais il ne donne que le nombre d'observations strictement nécessaire pour établir ses théories; que jamais il n'ajoute celles qui serviraient à prouver la généralité de l'hypothèse. Car toute hypothèse satisfait nécessairement aux observations sur lesquelles elle est fondée; il en est ici de même. Il prouve fort bien que ses quatre observations sont représentées fidèlement; il nous laisse dans l'incertitude s'il aurait le même succès dans les autres parties de l'orbite. Hipparque avait reconnu que la première inégalité devenait insuffisante hors des conjonctions; il est naturel d'imaginer qu'il avait observé la Lune dans toutes les parties de son cours; nous avons encore la preuve qu'il avait du moins observé une quadrature et deux octans; il n'est nullement naturel de penser qu'il se soit arrêté là. Il est permis de croire qu'il a multiplié des observations si faciles, et dont l'occasion se représente sans cesse. Les inégalités lui ont paru si nombreuses, qu'il aura désespéré d'en trouver la loi. Ptolémée venant ensuite, aura choisi trois observations, et les aura représentées; il aura supprimé toutes les autres, parce qu'elles n'allaient pas avec sa théorie. Cette théorie a été reçue avec confiance. On n'en aura pas senti les défauts, parce qu'on ne faisait guère attention qu'aux éclipses, où la première inégalité suffit. Ptolémée se serait bientôt aperçu que la seconde était loin de suffire, s'il eût réellement fait toutes les observations dont il se vante, sans en rapporter aucune.

Le chapitre 11 du livre V nous représente Ptolémée comme un observateur qui ne se contente pas des instrumens connus avant lui, et qui en imagine de nouveaux pour des recherches importantes et délicates. Il y décrit l'instrument qu'il a construit pour déterminer la parallaxe de la Lune. Mais pour bien connaître cette parallaxe, pour avoir des déclinaisons exactes qu'il pût comparer aux déclinaisons calculées pour le centre de la Terre, la première chose était sans doute de véri-

fier la hauteur du pôle. Il n'imagine un instrument nouveau, que pour avoir la facilité de diviser le degré en fractions plus petites; il n'avait donc aucune confiance aux armilles; il devait donc se défier de la hauteur du pôle; il devait savoir que l'erreur de cette hauteur se porterait toute entière sur les parallaxes observées, et serait bien plus grande sur la parallaxe horizontale; il ne fait aucune de ces remarques; il ne nous donne qu'une observation, et elle prouverait une parallaxe énorme. Ou l'observation est tout-à-fait mauvaise, ou elle est supposée dans la vue de faire croire à la bonté de ses Tables. Depuis ce moment, il n'est plus question une seule fois de l'instrument. On est donc forcé de conclure que Ptolémée n'a point observé, ou qu'il était un bien mauvais observateur.

Il nous dit ensuite, chapitre 14, qu'il a fait construire une dioptré à l'imitation de celle d'Hipparque; mais il n'en peut tirer aucune mesure exacte des diamètres; il trouve que le diamètre de la Lune est toujours au moins égal à celui du Soleil, d'où résulterait l'impossibilité des éclipses annulaires dont il ne fait aucune mention dans sa Syntaxe; pour le diamètre de la Lune, il va le déterminer par les éclipses, et ces éclipses, il les emprunte des Chaldéens; il n'en donne que deux, avec le refrain ordinaire, qu'il a trouvé la même chose par beaucoup d'autres; et, pour calculer la distance du Soleil à la Terre, il emploie la méthode d'Hipparque, et parvient au même résultat.

Dans son livre VII, chapitre 1, il nous dit qu'il a vérifié tous les alignemens d'Hipparque, et qu'il en a fort augmenté le nombre. Il ne paraît guère possible de lui contester ces observations, qui sont d'un amateur autant que d'un astronome de profession, car elles n'exigent qu'un fil, et d'ailleurs on peut les revoir et les multiplier, comme nous avons fait nous-mêmes, sur un globe où l'on aurait placé les étoiles par longitudes et latitudes, d'après un bon catalogue. On pourrait les vérifier bien mieux aujourd'hui, par une formule où n'entrent que les longitudes et les latitudes des trois étoiles qui doivent se trouver dans le plan d'un grand cercle, si les alignemens sont exacts.

Au chapitre 2, il rapporte une observation de Régulus qu'il compare à une observation d'Hipparque; il en conclut que la précession est de  $2^{\circ}40'$ , ce qui fait  $1^{\circ}$  pour cent ans, *et se trouve conforme à ce qu'Hipparque avait soupçonné*, c'est-à-dire que le mouvement annuel n'est pas au-dessous de  $36''$ . Il ajoute que des comparaisons pareilles pour l'Épi lui ont donné la même chose à très-peu près. Les longitudes de ces

deux étoiles étant ainsi déterminées, il a pu en conclure celles de toutes les autres par des comparaisons directes, et sans avoir de nouveau recours au Soleil. Mais il paraît difficile qu'avec des instrumens qui ne donnaient que les sixièmes de degré, les différences entre les observations d'Hipparque et de Ptolémée aient été si constantes. Il n'en cite qu'une, et n'en annonce véritablement que deux; il ne dit rien des différences qu'il a dû trouver pour le reste du Catalogue entre ses longitudes et celles d'Hipparque. Toutes ces différences devaient être affectées de l'erreur commune qui provenait de Régulus et de l'Épi; mais elles devaient être modifiées par les erreurs particulières des autres observations. Une chose aussi nouvelle et aussi importante que la précession, dont il fixe la quantité à  $36''$ , par une ou deux observations, méritait sans doute qu'il la confirmât par nombre d'autres; qu'il nous donnât la moyenne avec les plus grands écarts autour de cette moyenne. C'est ce qu'on fait aujourd'hui dans des occasions bien moins importantes, et où il s'agit de très-petits écarts; dans les comparaisons que Ptolémée n'aurait pu s'empêcher de faire, il aurait certainement trouvé des différences de 10, 20 ou 30'. Or, 10' en deux cent soixante-trois ans feraient déjà  $2'',3$  d'incertitude sur la précession annuelle. Comment Ptolémée a-t-il fait pour n'avoir aucun doute, pour prononcer si affirmativement et si souvent qu'elle est en effet de  $36''$ , et comment a-t-il pu retrouver cette même quantité si invariablement dans toutes les occasions. S'il a observé, il a dû faire ces comparaisons; s'il les a supprimées, pour ne pas trop décréditer son Catalogue et ses observations, il a manqué de bonne foi; il n'avait pas cette probité astronomique qui est l'une des qualités les plus indispensables à l'observateur; nous dirons plus, il a été maladroit. Il valait mieux, de toute manière, dire le fait tel qu'il était, que de laisser à l'imagination du lecteur la liberté d'aller bien au-delà de la réalité.

Il est arrivé à toutes les étoiles de Ptolémée, quand on les a comparées aux catalogues modernes, ce qui est arrivé à ses équinoxes. Pour avoir supposé une précession trop faible, pour avoir donné comme une quantité certaine la limite inférieure que dans son incertitude, Hipparque avait assignée à cette quantité, il nous a transmis des longitudes trop faibles, d'où il est résulté une précession trop grande, quand on les a comparées aux longitudes modernes. Pour avoir donné au Soleil un mouvement tropique trop petit, qui résultait d'une année trop longue, il a calculé des équinoxes fardifs, il s'y est trompé d'un jour, et ces équinoxes ainsi rapprochés des équinoxes modernes, ont donné une année

trop courte. Tout part de la même source; il n'a point observé, il a calculé sur les Tables d'Hipparque, et il nous a donné ces calculs pour des observations. On est donc forcé d'abandonner son Catalogue, comme on a rejeté ses équinoxes. On retranche les  $2^{\circ}40'$  que l'on suppose qu'il a simplement ajoutés aux longitudes d'Hipparque; en rendant ainsi à Hipparque le Catalogue dont il est le véritable auteur, on obtient une précession exacte, du moins en prenant un grand nombre d'étoiles; cette précession est la même que nous avons tirée (p. 183) du Commentaire sur Aratus. On est donc, en quelque sorte, obligé d'avouer que Ptolémée en a imposé, quand il a dit qu'il avait observé le Soleil et les étoiles. Il s'est trompé grossièrement, quand il a voulu observer la parallaxe. On suppose donc tout naturellement que sa parallaxe est un calcul tiré de sa mauvaise théorie, qu'il nous donne hardiment pour une observation. Ses éclipses de Lune et son observation de l'évection s'accordent si bien avec des observations plus anciennes, qu'on est réduit à les suspecter de même; il a perdu le droit d'être cru sur parole, et l'on est disposé à nier la réalité de toutes ses observations.

Au chapitre 3, il fait le rapprochement des déclinaisons observées par Timocharis, par Hipparque et par lui-même. Dans les premières, on remarque des demies, des tiers, des quarts et des cinquièmes; dans les autres, on voit de plus des sixièmes; il n'est pas croyable que les instrumens eussent toutes ces divisions; il est à présumer qu'une partie de ces fractions de degré est le résultat d'une simple estime. Nous n'avons rien à objecter à ces observations, que le dessein trop marqué d'y trouver une précession de  $36''$ . Dans le fait, elles en donnent une plus considérable, et sont loin de s'accorder aussi bien que le dit Ptolémée. Mais Ptolémée ne sait pas calculer le mouvement en déclinaison. On le voit à la manière dont il s'y prend pour en déduire sa précession. Il aurait voulu cette fois nous donner, pour des observations réelles, des calculs fort incertains; il n'a pu obtenir qu'à ses yeux l'accord qu'il a su trouver en d'autres occasions, et les résultats se trouvent contraires à la supposition qu'il veut démontrer.

Au chapitre 4, il nous dit que le mouvement des étoiles se faisant autour des pôles de l'écliptique, il a senti la nécessité de déterminer, pour son tems, les positions des étoiles, non par rapport à l'équateur, mais par rapport à l'écliptique; cette nécessité avait été de même sentie par Hipparque, qui a fait bien certainement ce que Ptolémée nous dit avoir répété lui-même.



Nous ignorons d'après quelle autorité Abraham Zachut a prétendu que Ptolémée avait emprunté son Catalogue de Millæus, qui observait à Rome sous Trajan. En ce cas, Millæus mériterait aussi le reproche que tous les astronomes font à Ptolémée; il n'aurait fait qu'ajouter  $2^{\circ} 15'$  à toutes les longitudes d'Hipparque; Millæus aurait, comme Ptolémée, supposé une précession de  $36''$ . Il faudrait toujours finir par rendre le Catalogue à Hipparque, qui en serait toujours le premier auteur. Au lieu d'observer les positions des étoiles telles qu'elles étaient de leur tems, les deux auteurs les auraient calculées telles qu'ils s'imaginaient qu'elles devaient être.

Le chapitre 5 est une description de la voie lactée; les observations qu'elle suppose sont encore plus faciles que des alignemens, et ne sont d'aucun poids dans la question qui nous occupe.

Dans le chapitre suivant, il enseigne à construire un globe céleste. Ce chapitre est curieux par l'idée des pôles mobiles du mouvement diurne; il est étonnant qu'on trouve si peu de globes de cette construction, qui en étendrait l'usage à toutes les époques de l'Astronomie.

Au chapitre 8 du livre IX, il nous dit qu'il n'a fait qu'un petit nombre d'observations de Mercure, qu'on peut voir si rarement. Il en prend avec l'astrolabe les distances à Aldébaran, à Régulus, à Antarès. On en trouve de pareilles dans les chapitres suivans. En rapportant ces observations, nous avons fait quelques remarques qu'il est inutile de répéter ici, sur leur accord singulier, qui pourrait les rendre un peu suspectes.

Au chapitre 1 du livre X, on trouve de Ptolémée deux observations de Vénus à la manière chaldéenne. Ces observations sont plus faciles à faire et plus difficiles à supposer; on peut admettre qu'elles sont réelles. Plus loin il observe Vénus à l'astrolabe.

Au chapitre 7, on trouve de lui trois oppositions de Mars qui lui servent à déterminer l'excentrique. Pour le rayon de l'épicycle, il emploie une observation faite trois jours après l'opposition. Nous avons fait nos remarques sur la singularité de ce choix, et l'on avouera qu'une théorie fondée sur quatre observations ainsi placées, n'est pas propre à nous inspirer beaucoup de confiance. On ne nous dit pas même qu'elle ait été soumise à d'autres épreuves. Pour les moyens mouvemens, il emploie une observation plus ancienne.

Pour Jupiter, livre XI, il prend encore trois oppositions: son choix pour l'épicycle n'est pas aussi répréhensible que le précédent. Une observation ancienne lui donne les moyens mouvemens et les époques.

Pour Saturne, chapitre 5 et 6, c'est encore le même procédé.

Dans le livre XII, les stations et rétrogradations sont traitées d'une manière purement théorique, qu'il n'appuie d'aucune observation. Nous en dirons autant des digressions de Mercure et de Vénus.

Au livre XIII, qui traite des latitudes, il ne rapporte que quelques remarques vagues qu'il dit avoir faites sur les cinq planètes; elles peuvent en effet être de lui, et supposeraient des recherches assez suivies; il peut les avoir tirées de ces observations d'Hipparque dont il nous a parlé, sans en rapporter une seule. Il n'entre dans aucun détail à cet égard; il ne calcule même aucune observation de latitude. Il a fallu pourtant qu'il en eût de véritables, puisqu'il a trouvé, pour les inclinaisons, des quantités qui ne diffèrent pas extrêmement de celles que nous leur assignons aujourd'hui. Quant à la seconde partie de la latitude, comme il la fondait sur une théorie fautive des centres et des distances, elle ne pouvait être d'une grande précision. Il est assez singulier qu'il n'ait en aucun endroit comparé à aucune observation réelle cette théorie si compliquée. Les licences qu'il s'y est permises autorisent à croire qu'il ne visait pas à une exactitude bien rigoureuse; et s'il ne rapporte aucune observation, on peut penser que son intention a été de ne pas mettre au jour la faiblesse de cette partie de ses hypothèses.

Ainsi cette partie n'était nullement éprouvée; on ne sait pas à quel point elle aurait pu s'accorder avec les observations. On ne sait guère mieux quelle pouvait être l'erreur de ses longitudes géocentriques; car il n'a prouvé rien autre chose, sinon qu'elles étaient conformes aux observations sur lesquelles il avait fondé tous ses calculs. Les Grecs ont trouvé bon de le croire sur parole, et c'était certainement le parti le plus commode. On peut dire que les planètes étaient encore moins utiles alors qu'elles ne le sont aujourd'hui. Cependant nous verrons qu'en différents tems on a cherché les erreurs des Tables de Ptolémée, et qu'on en a trouvé de très-considérables.

Quant à la question principale, nous ne voyons aucun moyen de la décider. Il paraîtrait dur de nier absolument que Ptolémée ait observé lui-même, du moins quand il n'a pas trouvé ce dont il a eu besoin pour ses recherches. S'il a eu entre les mains des observations en plus grand nombre, comme il le dit lui-même, on peut lui reprocher de ne les avoir pas communiquées, de n'avoir dit nulle part quelles pouvaient être les erreurs de ses Tables solaires, lunaires et planétaires. Un astronome qui se conduirait aujourd'hui de cette manière, serait bien sûr de n'ins-

pirer aucune confiance; mais il était seul, il n'a eu ni juges ni rivaux; on l'a long-tems admiré sur parole, aujourd'hui l'on ne daigne plus guère calculer le peu d'observations qu'il nous a laissées. Nous en avons rapporté les dates; il serait aisé de comparer aux Tables modernes les neuf oppositions qu'il a observées des trois planètes supérieures, les trois observations qui lui ont donné ses épicycles, enfin ses digressions de Vénus et de Mercure.

On pourrait faire un pareil travail sur les quatre observations de l'évection et sur ses éclipses de Lune.

Nous ne pensons pas que l'on puisse tirer de ces observations la plus petite amélioration pour nos Tables actuelles, si ce n'est peut-être pour le mouvement du nœud de la Lune. Tout l'usage qu'on en pourrait faire d'ailleurs se bornerait à montrer qu'elles ne peuvent former aucune objection contre les théories actuelles, dans le cas toutefois où les erreurs ne surpasseraient pas les incertitudes des anciennes observations. Si la différence était plus forte, je suis persuadé qu'il n'y aurait d'autre conclusion à tirer, sinon que les observations sont, ou supposées, ou totalement inexactes, et qu'on n'en devrait tenir aucun compte. Ces comparaisons ne serviraient qu'à une chose, c'est-à-dire à nous apprendre quel jugement nous devons porter de Ptolémée comme observateur. Nous aurions un peu plus de confiance aux éclipses chaldéennes, ou à celles de quelques Grecs qu'il nous a également transmises, encore n'oserions-nous répondre qu'il ne les ait un peu accommodées à ses hypothèses.

Ce jugement peut paraître un peu sévère, mais nous n'affirmons rien; et dans ce Discours même, et dans nos extraits de ses ouvrages, nous avons dit partout avec franchise tout ce que nous avons trouvé qui pouvait faire honneur à Ptolémée, et rehausser l'idée qu'on doit se faire de ses connaissances, qui ne sont pas douteuses, et de son caractère qui se trouve un peu compromis dans les réflexions qu'une étude approfondie de ses ouvrages nous a dictées, et qu'il nous était impossible de supprimer. D'autres astronomes ont été bien plus loin que nous; ils l'ont accusé d'avoir anéanti tout ce qui pouvait diminuer la confiance en ses théories, et falsifié tout ce qu'il a rapporté en preuves. Ces imputations nous paraissent beaucoup trop graves pour être hasardées sans des preuves qu'on n'a pas et qu'on n'aura jamais.

Montucla nous dit, dans son Histoire des Mathématiques, qu'il ne nous reste aucune connaissance de la Gnomonique des Grecs; nous en

retrouvons la théorie toute entière dans l'Analemme de Ptolémée. Nous en décrivons les monumens encore subsistans à Athènes, et nous y trouvons une exactitude beaucoup plus grande que celle de plusieurs cadrans qu'on voyait encore à Paris il n'y a pas trente ans.

Des deux volumes que nous publions aujourd'hui sous le titre d'*Astronomie ancienne*, le premier ne renferme que l'histoire de la science dans l'antiquité, chez les Chaldéens, les Égyptiens, les Chinois et les Indiens, et les extraits des ouvrages où il est parlé de l'Astronomie. Nous y avons rapporté dans leur langue originale tous les passages qui nous ont conservé les notions vagues que nous avons taché de réduire à leur juste valeur. Nos extraits sont proportionnés à l'importance et à l'étendue des ouvrages. Nous nous sommes arrêtés plus long-tems sur Aratus, Hipparque, Géminus et Cléomède, les Annales chinoises et les Mémoires de la Société de Calcutta, sans lesquels nous n'aurions que des connaissances si incertaines de l'Astronomie des Indiens. Ce premier volume est terminé par l'extrait de l'Arithmétique indienne de Planude, qui n'a jamais été publiée, et par celui du Lilawati, production indienne et plus ancienne de deux siècles que l'écrit de Planude.

Ce premier volume ne renferme encore que des notions éparses; nous avons réservé, pour le second, l'extrait des ouvrages de Ptolémée et de son commentateur Théon, qui pouvaient seuls nous fournir un traité méthodique et complet de l'Astronomie grecque; il n'y avait rien à changer au plan que Ptolémée a suivi dans sa Syntaxe. Pour en faciliter l'intelligence, nous avons mis en avant un traité d'Arithmétique grecque, un chapitre de la construction et du calcul de la Table des cordes, un traité de Trigonométrie rectiligne et sphérique, tiré tout entier des ouvrages de Ptolémée, mais présenté dans un ordre plus naturel et plus complet. Après ces préliminaires, nous avons pu suivre Ptolémée pas à pas dans l'exposition qu'il fait des théories du Soleil, de la Lune, des étoiles et des planètes. Nous donnons un extrait de ses traités peu connus, quoique bien curieux, de l'Optique, du Planisphère et de l'Analemme.

Dans le premier, nous trouvons mentionnée, pour la première fois, la réfraction astronomique, dont Ptolémée nous donne une idée plus exacte et plus complète qu'aucun autre écrivain, soit grec, soit arabe. Il y joint des Tables de la réfraction dans l'eau et dans le verre, dans lesquelles on voit que la réfraction augmente avec l'obliquité du rayon visuel, idée qu'il devait probablement à Archimède, mais qu'il paraît avoir démontrée par des expériences directes, dont on ne trouve aucune mention avant lui.

Son Traité du Planisphère est le seul qui nous reste où l'on ait les principes de la projection stéréographique qui nous sert encore aujourd'hui pour les cartes, tant célestes que terrestres. Il est assez singulier que Ptolémée n'y nomme pas une seule fois Hipparque, à qui cependant tous les auteurs en accordent l'invention; et c'est encore une chose remarquable, que toutes les démonstrations diffèrent de celles que tous les auteurs modernes en ont données d'après une idée de Commandin.

Le livre de l'Analemme n'est pas moins curieux, en ce qu'il nous offre la théorie de deux autres projections désignées par les modernes sous les noms d'*orthographique* et de *gnomonique*; c'est-là qu'on voit aussi, pour la première fois, les sinus et les sinus verses substitués aux cordes. Albategnius se donne pour le premier auteur de cette innovation heureuse. Il paraît en effet l'avoir introduite le premier dans les calculs trigonométriques; mais Ptolémée en fait un usage continuel pour la construction des cadrans.

Aux traités astrologiques de Ptolémée, dont nous ne pouvons nous dispenser de dire quelques mots en passant, nous joignons l'extrait de Sextus Empiricus, qui traite des mêmes objets, et nous donne quelques faits curieux de la science chaldéenne. Il est d'ailleurs le seul qui ait parlé des effets de la réfraction sur le lever des astres.

Nous n'avons aucune traduction du Commentaire de Théon sur la *Syntaxe mathématique*. Quoique cet ouvrage ne soit pas tout ce qu'il aurait dû être à beaucoup près, nous l'avons lu d'un bout à l'autre avec attention, pour en extraire tout ce qui pouvait avoir quelque intérêt, et nous y avons trouvé la confirmation de plusieurs choses que nous avions conjecturées, mais dont nous n'avions aucune preuve bien positive.

L'extrait de ce Commentaire était terminé depuis long-tems, quand nous avons trouvé, dans les manuscrits de la Bibliothèque du Roi, un exemplaire de ces Tables manuelles dont Théon avait donné une idée assez incomplète dans son Commentaire. Ces Tables sont de Ptolémée lui-même, mais le discours préliminaire est de Théon, qui paraît l'avoir composé pour donner aux astrologues ignorans une idée des calculs astronomiques, et les moyens de dresser leurs thèmes de nativité. Ces Tables sont les mêmes au fond que celles de la Syntaxe; elles ne nous apprennent rien de bien nouveau; ce qu'elles ont de plus curieux, est une Table composée de l'équation du tems; et ce qui est le plus remarquable, c'est qu'elle est toute additive, ce qui suppose des cons-



tantes ajoutées à toutes les Tables d'époques, ainsi qu'une constante ajoutée à tous les termes de la Table d'équation du tems.

Un autre manuscrit encore plus inconnu nous a fourni un chapitre curieux sur la composition des éphémérides. Malgré le silence de Ptolémée et de Théon, il nous paraissait impossible que les Grecs n'eussent jamais composé d'almanachs des mouvemens des astres, des éclipses et des phases de la Lune, comme nous savions qu'ils en avaient pour les levers des étoiles et les prédictions météorologiques. Ce fragment, qui est de Théon, a levé nos doutes. Les éphémérides des anciens paraissent avoir été composées pour les astrologues qui, sans ce secours, auraient été, pour la plupart, fort embarrassés pour la composition de leurs thèmes de nativité; les détails que nous devons à Théon, nous prouvent que les anciennes éphémérides étaient fort complètes, et qu'elles ressemblaient beaucoup à celles qu'on faisait en Europe, dans les 15, 16 et 17<sup>e</sup> siècles. Les idées astrologiques, les aspects et les influences y étaient traitées avec un soin particulier.

Après ces extraits d'un auteur qui n'a jamais été traduit, et dont quelques ouvrages n'ont jamais été imprimés, nous disons quelques mots de Théon de Smyrne et de son abrégiateur Psellus, dont les articles très-peu importans avaient été omis à leur époque dans notre premier volume, où nous avons tâché de faire connaître tous les auteurs grecs ou latins qui, sans être précisément des Astronomes, ont du moins parlé d'Astronomie avec plus ou moins de détails. Les extraits de ces auteurs composent l'histoire du premier tems de la science. On y voit les premières tentatives et les premières applications de la Géométrie à l'Astronomie; mais rien de tout cela ne constitue encore un système astronomique. C'est ce que nous trouverons dans les divers écrits que Ptolémée a composés en grande partie d'après les livres et les idées d'Hipparque. La véritable histoire de la science ne doit pas être la simple énonciation des découvertes; pour intéresser les savans, elle doit offrir les théorèmes, les démonstrations, les méthodes, les pratiques et les procédés de calcul; or, c'est ce qui ne se rencontre plus que dans les ouvrages de Ptolémée, puisque ceux d'Hipparque sont perdus depuis long-tems, et que Théon même ne paraît pas les connaître. La *Syntaxe mathématique* est donc tout-à-la-fois et le traité le plus complet et la seule histoire qui nous reste de l'Astronomie des Grecs. Cette grande composition, l'un des restes les plus précieux de l'antiquité, a été long-tems négligée par les hellénistes et par les éditeurs.

Nous n'avions le texte grec que dans l'édition de Bâle, qui est en général assez correcte, mais difficile à lire de suite, et plus difficile encore à consulter. M. Halma vient enfin de nous en donner une édition plus belle, plus commode et plus exacte. La nécessité de ne rien retrancher, de tout traduire, et de présenter le texte en regard de la traduction, a forcé de se borner aux notes qui ont paru le plus nécessaires. Notre analyse formera un supplément utile à cette édition; elle en peut être considérée comme un commentaire indispensable à ceux qui voudront entendre Ptolémée, et bien saisir le sens et l'esprit de ses méthodes et de ses calculs.

Malgré tous nos soins, plusieurs passages importants, quelques remarques curieuses nous étaient inconnus, ou avaient échappé à nos recherches, dans le tems où s'imprimait notre premier volume; plusieurs réflexions ne nous sont venues à l'esprit qu'en relisant plusieurs fois l'ouvrage entier. Nous les réunissons à la suite de ce Discours sous le titre d'*Additions*. Chacune de ces notes commence par l'indication de la page ou de l'article auquel elle servira de supplément.