HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE
DEPUIS LA FONDATION
DE L'ÉCOLE D'ALEXANDRIE,
JUSQU'A L'ÉPOQUE DE M. D. CC. XXX.

Par M. BAILLY, Garde des Tableaux du Roi, de l'Académie des Sciences, de l'Institut de Bologne, & de l'Académie de Stockolm.

Magni animi res fuit rerum naturæ latebras dimovere, nec contentum exteriori ejus conspectu introspicere, & in Deorum secreta descendere.
Seneca, Quæst. nat. Lib. VI, c. 5.

TOME PREMIER.

Rare Book
QB
28
.B15
1779
v.1

O.P.
B158-H

A PARIS,
Chez les Freres DE BURE, Quai des Augustins, près la rue Pavée.

M. D. CC. LXXIX.
AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROI.

National Oceanic and Atmospheric Administration

Rare Books from 1600-1800

ERRATA NOTICE

One or more conditions of the original document may affect the quality of the image, such as:

Discolored pages
Faded or light ink
Binding intrudes into the text

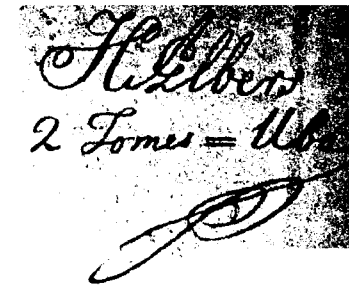
This has been a co-operative project between the NOAA Central Library, the Climate Database Modernization Program, National Climate Data Center (NCDC) and the NOAA 200th Celebration. To view the original document, please contact the NOAA Central Library in Silver Spring, MD at (301) 713-2607 x124 or at Library.Reference@noaa.gov

HOV Services
Imaging Contractor
12200 Kiln Court
Beltsville, MD 20704-1387
April 8, 2009

T.O.W. 2 vols
1243

OFFICE OF THE
Chief Signal Officer.
No. 5084.
Shelf.....
Case.....

Sorbon, Paris
Cat. price #7 52 [illegible]
[illegible]



3

HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE MODERNE

TOME PREMIER.

OB
B15%-H

QB
29
B15
1779
V.1

DISCOURS PRÉLIMINAIRE

Sur la maniere d'écrire l'Histoire de l'Astronomie, & d'exposer les progrès de cette science.

TANDIS que les grands hommes font marcher les sciences, augmentent le nombre des vérités, par des découvertes nouvelles, l'histoire répand ces vérités elle fait descendre les connoissances, comme les eaux amassées sur la cime des montagnes, que la pente distribue dans les plaines par des canaux. Ce bienfait des hauteurs appartient aux campagnes; les connoissances les plus élevées appartiennent également à tous les hommes. Nous y sommes parvenus par degrés; les moyens de recherche ont été pris dans la nature, nous l'avons soumise en employant sa puissance contre elle-même; les découvertes sont les œuvres des hommes : il n'y a donc rien dans ces connoissances, dans ces moyens, dans ces découvertes, qui ne puisse être saisi par des lecteurs attentifs. La lecture de l'histoire des sciences ne demande pas que l'on

ſoit ſavant, elle eſt un moyen de le devenir. La vérité a des traits qui doivent frapper tout le monde, quand elle eſt expoſée ſans voile; ce voile qui la cache, qui rend ſon accès difficile, c'eſt un langage convenu, c'eſt l'expreſſion abrégée, qui écrit cette vérité dans la tête des inventeurs. On peut la dépouiller d'une expreſſion abſtraite pour la montrer ſous une expreſſion ſenſible: tout eſt phyſique, tout peut ſe revêtir d'images; le ſtyle peut être animé, vivant, en décrivant un univers plein de mouvement & de vie. L'hiſtorien a devant lui un grand tableau, les traits, les couleurs y ſont, il n'a beſoin que de le copier fidellement pour le placer ſous les yeux de ſes lecteurs. L'eſprit humain a été jeune, il a été pauvre avant d'être riche, il a été ignorant de ce qu'il ne ſavoit pas, comme ceux des hommes qui liſent aujourd'hui pour s'inſtruire. Les idées ſe ſont ſucceſſivement amaſſées, mutuellement engendrées, l'une a conduit à l'autre. Il ne s'agit donc que de retrouver cette ſucceſſion, de commencer par les idées premieres; la route eſt tracée, c'eſt un voyage qu'on peut refaire, puiſqu'il a été fait: l'individu doit marcher dans ſa lecture de quelques heures, comme l'eſpece a marché dans une longue ſuite de ſiecles.

Cet ouvrage a pluſieurs objets importans: il appartient d'abord aux aſtronômes, curieux de voir l'enſemble & l'enchaînement des faits qui leur ſont connus; il eſt encore deſtiné aux jeunes gens qu'il faut enflammer de l'amour de la ſcience. Quand ils verront la nature, ils l'admireront; elle a des ſecrets qui leur ſont réſervés; la

gloire passée laisse à l'avenir beaucoup de gloire. Tant de mysteres approfondis, expliqués, tant de réponses favorables de la nature enhardissent à l'interroger. Ce spectacle doit exciter l'émulation, développer le génie; & s'il est un jeune homme, qui, lisant cette histoire de l'astronomie, puisse voir sans une admiration active & ambitieuse les ressources & les succès de l'esprit humain, ce jeune homme n'est point fait pour entrer dans la carrière. Mais la principale utilité de l'histoire d'une science est de convenir aux gens instruits, qui veulent s'instruire davantage; elle doit faire connoître la science à ceux qui n'en ont aucune idée. Les hommes se sont partagés les soins & les travaux; chacun a son district, ses devoirs & sa gloire: l'histoire est un moyen de communication entre les différentes classes; c'est un compte rendu devant l'espece humaine des travaux de quelques individus. Elle est un témoignage de la hauteur où l'esprit humain est parvenu; & en communiquant à tous les idées acquises par un petit nombre d'hommes, elle éleve la génération vivante à ce niveau de connoissances qui fait les siecles éclairés.

Ces différens objets d'un même ouvrage en rendent la composition difficile; ils multiplient les écueils dont l'écrivain est entouré. Il faut des détails pour les astronômes consommés, qui veulent y retrouver tout ce qu'ils savent, pour les jeunes gens qui ont besoin d'apprendre ces détails; il faut à un autre ordre de lecteurs des vues générales & intéressantes, qui soutiennent la curiosité contre la sécheresse de ces détails. L'astronomie est en partie physique & en partie mathématique;

ces deux parties doivent être unies dans l'hiſtoire, comme elles l'ont été pour les progrès de la ſcience. Mais nous ne montrerons de la partie mathématique que ce qui eſt abſolument néceſſaire pour faire connoître les moyens des découvertes, pour établir la foi due aux vérités obtenues. On ne ſe propoſe point ici de former des aſtronômes, on ne doit donc expoſer que les méthodes fondamentales; le reſte appartient aux livres élémentaires. Le phyſique de l'aſtronomie eſt notre premier objet; il doit dominer, animer tout : nous nous propoſons de dire comment & par quel moyen l'homme s'eſt aſſujetti l'univers.

Mais les faits de la nature ſont infinis comme elle, & les récits de l'hiſtoire ne peuvent l'embraſſer toute entiere; l'étendue des explications eſt également difficile à fixer; cette étendue pourroit varier autant que les lecteurs. Suivant le degré de leurs lumieres, il leur faut une inſtruction plus ou moins développée, il faut leur préſenter des faits plus ou moins ſerrés. Dans une nation éclairée, les claſſes inſtruites forment comme une échelle aſſez large par ſa baſe, étroite à ſon ſommet: en montant, la lumiere des individus augmente, & leur nombre diminue; un homme unique fait peut-être à lui ſeul la plus haute claſſe & le ſommet de la chaîne des êtres intelligens. Dans les vues de la nature il faudroit ne lui montrer que celles qui ont ſaiſi les grandes maſſes : il eſt accoutumé à franchir les intervalles, à réduire beaucoup de choſes dans un petit eſpace, à ne voir que leurs ſommités; il n'a beſoin que de quelques faits pour embraſſer l'hiſtoire

des

des ſciences & des ſiecles. Mais ceux qui ne ſont pas encore initiés veulent une peinture plus circonſtanciée. Il ne faut point ſupprimer d'idées intermédiaires; il faut leur montrer comment de petits pas en préparent de plus grands, comment l'eſprit d'une génération ſe compoſe de l'eſprit d'une génération précédente : il faut développer devant eux l'eſprit humain, ne point s'ennuyer de ſuivre ſa marche lorſqu'elle eſt lente ; & dès qu'elle devient rapide, il faut montrer qu'elle s'accomplit encore par des mouvemens enchaînés. Il eſt évident que ce développement devroit être différent pour chacune des différentes claſſes ; il faut donc qu'elles ſe prêtent toutes pour entendre l'hiſtorien, placé à la hauteur de la claſſe moyenne. Les hommes moins inſtruits s'éléveront par l'attention; & l'homme aſſis au premier rang deſcendra, s'il veut entendre le dénombrement des faits, les voir ſe ſuccéder dans leur ordre de naiſſance, ſuivre l'eſpece humaine, qui marche avec le tems, en ſe perfectionnant toujours, & ſur-tout conſidérer de quel abaiſſement elle s'eſt élancée au terme où il a été placé par le génie.

Les progrès que nous allons ſuivre confirment une vérité déjà connue, c'eſt que l'eſprit humain ne s'avance point par des pas réguliers, par des idées graduées, d'abord ſimples, enſuite plus compoſées. Les phénomènes, les êtres nous entourent, une variété infinie brille de toutes parts, la nature eſt riche, mais comment nombrer & claſſer ſes richeſſes ? il a fallu diviſer cette nature, la conſidérer ſous divers aſpects, partager ſes phénomènes en différentes

classes, & les différentes sciences sont nées. L'optique fut la science de la vision ; la physique considéra les effets des élémens sur notre globe & dans l'atmosphère qui l'enveloppe ; l'astronomie observa les mouvemens des astres, mouvemens exécutés dans des orbites qui peuvent être représentés par des lignes ; la géométrie s'est occupée des figures & des propriétés de ces lignes, tandis que la mécanique a cherché la loi de ces mouvemens. C'est ainsi que l'homme s'est fait des méthodes, pour considérer dans ses parties ce vaste ensemble de l'univers, qu'il n'a pu d'abord embrasser dans son entier. Cependant il n'est point de phénomène astronomique, qui n'appartienne en même tems à toutes ces sciences. Un astre se meut en suivant certaines loix que la mécanique doit expliquer ; il marche dans des courbes que la géométrie doit approfondir. Ces phénomènes nous sont transmis à travers le voile de l'atmosphère, qui est un théâtre de changemens & d'illusions : Ils sont vus par notre œil dont il faut étudier la constitution, pour apprécier la fidélité ou l'inexactitude de ses rapports. ; ils sont vus par le moyen de la lumiere dont nous devons approfondir la nature ; ils sont observés avec des instrumens dont il est essentiel de découvrir les défauts & les avantages. Analyser pour connoître, réunir ce que nous avons séparé, pour imiter ou pour décrire la nature, voilà notre marche.

Mais lorsque nous avons isolé les sciences pour les proportionner à notre attention, nous n'avons pas encore écarté tous les obstacles ; à la difficulté de voir, de compter les

phénomènes ſans nombre, s'eſt joint la néceſſité de les ordonner. Une ſcience eſt une ſomme de vérités; enchaîner ces vérités, les préſenter dans leur ordre, depuis la plus ſimple juſqu'à la plus compliquée, c'eſt l'objet des élémens. Mais la chaîne ſuivie de ces vérités n'eſt pas l'ordre de leurs découvertes; les élémens décrivent une ſcience déjà faite & conſtruite, nous rendons compte ici du travail & des progrès de ſa conſtruction. La nature ne ſe développe point avec ſuite à nos regards, elle ſe laiſſe voir par intervalles & par parties, ſes effets les plus compoſés ſont les premiers apperçus. Les planetes ont paru d'abord tourner autour de la terre; rien n'étoit plus bizarre & plus irrégulier que leurs mouvemens: il a fallu des ſiecles pour découvrir le vrai centre de ces mouvemens, & pour les voir dans leur réalité. L'arrangement des corps céleſtes, qui eſt une des premieres vérités que l'on enſeigne, eſt une des dernieres que les hommes ont appriſes. L'ordre que nous aſſignons aux choſes n'eſt donc point eſſentiel à la nature; cet ordre eſt notre maniere de voir, & la méthode la plus favorable à notre foible conception. L'hiſtoire, comme les élémens, développe nos connoiſſances, mais dans un ordre contraire: elle montre la nature comme les hommes l'ont vue; d'abord vaſte & compliquée, enſuite devenant de plus en plus ſimple par les travaux des hommes & avec les ſiecles accumulés. L'hiſtoire ne feroit point aſſez en expoſant les vérités découvertes; il faut peindre les difficultés, il faut ſur-tout compter les efforts & les moyens. Ce n'eſt plus, comme dans les élé-

mens, la description détaillée & ordonnée d'un grand pays; c'est le récit d'un voyage dans une route tortueuse & semée d'obstacles, qui n'ont cédé qu'au courage & à l'industrie. Mais ces succès n'ont été obtenus qu'après des chûtes, les efforts n'ont été heureux qu'après des efforts inutiles. Le premier devoir de l'historien est d'être fidelle; il ne doit point cacher les vices de son héros : nos misères, comme notre grandeur, sont notre histoire. On nous pardonnera donc de détailler les idées absurdes, qui ont précédé la vérité & mêlé quelquefois leur ombre à sa lumiere. Ici le héros est l'esprit humain; nous devons dire ses méprises & même ses erreurs, en même tems que nous montrons sa gloire; c'est le tableau de ses foiblesses & de son énergie.

Mais comment considérer cette grande & longue opération, qui a fait sortir du tems les sciences & leurs vérités? Dans quel point de vue doit-on placer le lecteur pour qui cette histoire est tracée? Est-ce le tableau, l'enchaînement des vérités, la suite de leurs générations, qui feront l'objet principal de l'historien, où doit-il décrire, avant tout, le travail & les efforts des hommes? Ordonnera-t-il son récit pour les découvertes, ou pour les artisans de ces découvertes? L'homme s'est fait des états dans l'empire de la nature; les hommes de génie, qui ont fondé, changé ces états, se sont montrés comme des Rois. L'histoire politique a trop souvent oublié le genre humain pour ne s'occuper que d'un petit nombre d'hommes; les Rois étoient tout pour elle, & nous ne lisions que le récit de leurs passions redou-

tables, & de leur gloire toujours coûteuſe. La philoſophie, qui doit parler dignement des ſciences, imitera-t-elle ſon exemple ? Ne doit-elle pas oublier tout pour l'édifice qu'elle ſe propoſe de décrire, & nommer ſeulement les architectes, pour les dévouer à la reconnoiſſance ? Mais l'hiſtoire des ſciences differe de celle des empires ; l'hiſtoire politique montre les ouvrages des hommes en corps de nation ; elle parle des intérêts de tous, elle embraſſe les mœurs qui ſont perfectionnées, ou corrompues par la multitude. Cette hiſtoire eſt le réſultat d'efforts infinis, d'intérêts balancés, de moyens combinés. Lorſqu'un homme a fait une révolution, a changé la face d'un empire, ſi l'on veut peindre ſon entrepriſe, il ne ſuffit pas de montrer ſa penſée ; il faut, lorſqu'il exécute, dévoiler les obſtacles qui l'ont gêné, les forces dont il s'eſt aidé. L'hiſtoire n'eût rien fait pour notre inſtruction, en montrant l'homme ſeul avec les événemens ; la multitude, qui eſt derrière lui, a des intérêts & des paſſions dont le politique profite, mais qui ſont la ſource & les moyens des changemens.

Les ſciences, comme les événemens, ſont les ouvrages des hommes, mais la multitude n'y a point de part ; la multitude les ignore ou les regarde avec indifférence : ceux qui les cultivent font une claſſe iſolée. Dans le monde politique, comme dans le monde phyſique, le mouvement ne ceſſe jamais, les hommes y ſont toujours agiſſans comme la nature ; l'état préſent, en naiſſant du paſſé, enfante l'état futur : mais dans le monde ſavant, la claſſe éclairée & pro-

ductive n'a pas un mouvement continu. Quoiqu'on puiſſe conſidérer le genre humain comme un individu toujours ſubſiſtant, qui embraſſe les ſiecles par la vie & l'intelligence de l'eſpece, cet individu a des momens d'inertie ou de ſommeil. L'eſprit humain eſt la ſomme des penſées de tous les hommes inſtruits; c'eſt le génie ajouté au génie depuis le commencement des choſes: mais il a ſes repos & ſes ſtations; & comme ſa marche inégale eſt interrompue, ce ſont des individus qui renouent le fil des travaux & des recherches; ce ſont eux qui font renaître, ou précipitent le mouvement. Ces individus, à qui il eſt donné de conduire & d'élever l'eſprit humain, ſont donc ſeuls les auteurs des progrès; c'eſt en eux ſeuls que cette faculté réſide. Un homme a inventé une ſcience, juſques-là l'hiſtoire de cette ſcience n'eſt que la ſuite de ſes penſées; un autre homme ſaiſit ſon idée, il l'aggrandit par ſes méditations; des hommes ſéparés par des ſiecles ſe tranſmettent la ſcience, elle eſt murie, étendue, développée dans leurs têtes.

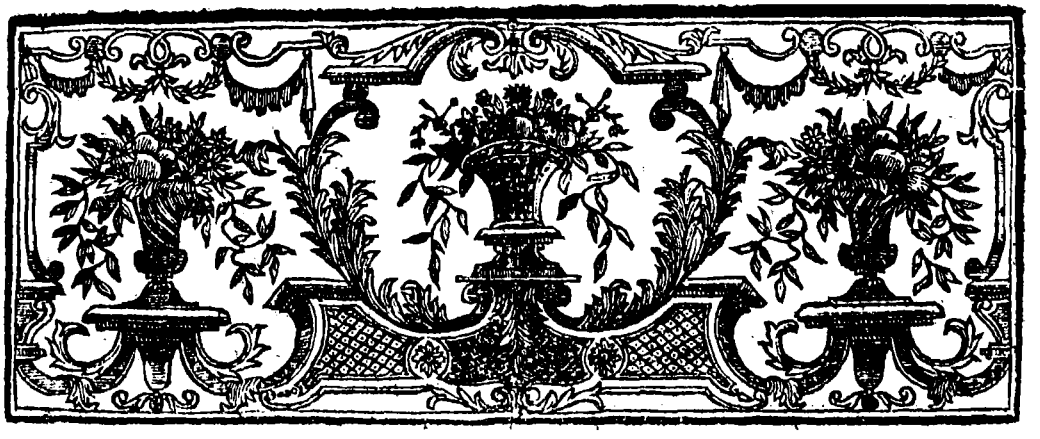
Hypparque paroît être le premier qui ait vu l'aſtronomie dans ſon entier, qui ait conçu l'idée d'en faire une ſcience réguliere; il montra ce qu'il falloit faire, il le commença. Ptolémée reprit ſon deſſein, & l'exécuta dans toute ſon étendue; il conſtruiſit l'édifice, qui eut aſſez de ſolidité pour durer quatorze ſiecles. Cet édifice fut admiré, reſpecté, mais on n'oſa pas y toucher; à peine le ſeul Albategnius y ajouta-t-il quelque choſe. Copernic eut le courage de le détruire; il ſe montra en légiſlateur des eſprits, qui vient changer les

idées & diriger l'opinion. Tycho, plus aſtronôme que philoſophe, en amaſſant un tréſor d'obſervations, s'éleva contre la vérité; il en retarda les progrès : dans le moment où la nature venoit d'être dévoilée, il oſa produire un ſyſtême encore plus défectueux que celui de Ptolémée. Képler, appuyé ſur les obſervations de Tycho même, mais plus philoſophe que lui, rappela la vérité qu'on alloit proſcrire. L'inſtinct du génie le perſuada de la ſimplicité des cauſes, il la chercha partout; il ne laiſſa rien ſubſiſter de l'édifice des anciens. Copernic avoit placé le ſoleil au centre du monde, Kepler plaça dans cet aſtre la force qui domine & gouverne tout; il bannit les mouvemens circulaires juſqu'à lui trop reſpectés; il montra la vraie forme des orbites, & depuis lui, nous voyons les planetes marcher dans des ellipſes dont le ſoleil eſt le foyer commun; il força la nature de lui revéler les loix de ces grands mouvemens : en un mot, il changea tout. Lorſque Galilée, Huygens & Dominique Caſſini, revêtus d'un nouvel organe, eurent décrit les merveilles du ciel, lorſque les Académies furent fondées, & que la nature inveſtie, aſſiégée de plus de regards, ſembla s'abandonner à la curioſité humaine, un plus grand nombre d'hommes devinrent ſes obſervateurs; mais on compte encore le petit nombre de ceux qui furent ſes vrais interprêtes. La théorie des cauſes commençoit à naître. Galilée montra la loi de la chûte des corps, Huygens celle de la force centrifuge; il appliqua le pendule aux horloges, & l'aſtronomie reçut de ſes mains un inſtrument pour meſurer le tems & l'eſpace;

cet inſtrument devoit révéler les variations de la peſanteur & la figure de la terre. Enfin on voit Newton s'élever, comme un chêne, au milieu de ces grands hommes, dominer tout par la force de ſa tête, tout embraſſer par l'étendue de ſon génie ; doué ſur-tout d'un enſemble dans les idées, pareil à celui qui réſide dans l'univers, Newton aſſemble devant lui les phénomènes, remonte aux cauſes qui lui étoient réſervées, & développe le phénomène général de la nature.

C'eſt dans ces grandes têtes que l'eſprit humain a vécu ; c'eſt là que les reſſources ſont nées, que les efforts ont été produits, les ſuccès obtenus. La ſcience a été moulée dans leurs conceptions, a reçu l'empreinte de leur eſprit ; c'eſt donc là que réſide réellement ſon hiſtoire. Nous ne voyons que des hommes qui ſe ſuccedent, qui ajoutent plus ou moins à ce dépôt, qui embelliſſent, ou qui dégradent l'édifice des ſciences ; mais ce long travail de l'eſpece eſt le réſultat des travaux particuliers. La ſcience n'eſt que le produit, la ſucceſſion des opérations du génie ; & ſon hiſtoire eſt l'hiſtoire des hommes & de leurs penſées.

HISTOIRE



HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE PREMIER.

De l'Ecole d'Alexandrie & des Aſtronômes qui ont précédé Hipparque.

§. PREMIER.

En cherchant les premiers pas de l'eſprit humain, en parcourant l'hiſtoire de l'Aſtronomie ancienne, nous n'avons apperçu que des débris; nous n'avons rencontré que les veſtiges d'une ſcience détruite, d'une inſtitution primitive, dont les reſtes atteſtent l'éclat & la ſplendeur. Sans doute ces débris ſe tenoient par une chaîne, aujourd'hui briſée & perdue, ou du moins cachée dans l'obſcurité des tems. Si nous avons conçu l'idée d'un ancien état des ſciences, changé, effacé par les

révolutions de la nature ou de la politique, cette idée n'eſt point née de l'eſprit de ſyſtême : c'eſt le réſultat des faits ſoumis à la critique & rapprochés par l'analogie. L'exemple des révolutions, conſervées par la tradition, démontre la poſſibilité des révolutions paſſées dont l'antiquité ſurpaſſe la durée du ſouvenir. Nous avons fait comme un homme qui ſeroit tranſporté ſubitement ſur les rives de l'Euphrate ; au milieu de ces plaines inconnues & nouvelles pour lui, le ſpectacle de vaſtes ruines, en partie cachées ſous-l'herbe, ou couvertes par le ſable, ces colonnes ſuperbes qui reſtent debout pour montrer la hauteur des édifices, ces débris de la magnificence & de l'induſtrie, ces marbres ſculptés, chargés d'inſcriptions, lui feroient concevoir tout à coup l'idée d'une grande ville : il n'auroit pas beſoin de ſavoir que là fut Babylone ; le plan & l'ordonnance des édifices, le génie de l'enſemble & des grands effets ont diſparu ; mais aux détails qui ſont l'ouvrage des arts, à l'immenſité des édifices qui eſt le produit de la richeſſe & de la puiſſance, il reconnoîtroit l'antique demeure d'une nation civiliſée & nombreuſe.

§. II

Une preuve que les ſciences orientales n'étoient compoſées que des débris de connoiſſances plus anciennes, conſervées, mais non augmentées par leurs poſſeſſeurs, c'eſt que les Grecs établis à Alexandrie ont tout recommencé (*a*). Ils avoient renverſé l'empire de Babylone, ils s'étoient emparés du tréſor de ſes ſciences. En ſuccédant aux Chaldéens, ils ont fait uſage de leurs longues obſervations ; ils auroient pu profiter également de leurs travaux, ils auroient dû ſuivre le fil de leurs

(*a*) Eclaire. Liv. I, §. 1.

idées. Mais ce fil n'existoit pas chez les Chaldéens. Utiles à l'astronomie en accumulant les faits, en préparant des matériaux pour l'édifice du monde : ils ont conservé quelques connoissances, quelques déterminations qui leur ont été transmises, sans en soupçonner ni les rapports, ni la valeur. La suite des idées, ou la marche de l'esprit inventeur étoit entierement perdue lorsqu'on recueillit ces connoissances, & les garans, les témoins de leur exactitude avoient disparu. Cette exactitude étoit tellement ignorée, qu'Hipparque, comme nous le verrons bientôt, à force de travail & de recherches, établit plusieurs fois à la place de ces déterminations anciennes des déterminations moins exactes. Les observations qui les avoient fondées, n'ont donc pas été faites chez les Chaldéens : sans quoi Hipparque qui avoit puisé chez eux, auroit été dans le cas d'apprécier les connoissances précieuses qu'il a rejetées. Les tems du regne des Chaldéens, des Indiens, & des anciennes nations connues dans l'Asie, sont donc des tems d'oubli ; c'est une lacune dans l'histoire de la science. Si l'on a pu être surpris que nous ayons fait remonter aux derniers siècles avant notre ère, à la naissance de l'école d'Alexandrie, l'origine de l'astronomie moderne qui fleurit aujourd'hui en Europe ; ce n'est pas sans raison que nous avons choisi cette époque. Les tems d'ignorance ont mis une séparation absolue, une véritable barriere entre la premiere astronomie détruite dans des siecles très-reculés, & l'astronomie renouvelée dans Alexandrie. Là tout a été recommencé : l'édifice a été reconstruit par ses fondemens ; & ces fondemens sont encore aujourd'hui ceux de l'astronomie que nous avons perfectionnée.

§. III.

Après la mort d'Alexandre, après le partage de sa grande succession, l'ambition tranquillisée, c'est-à-dire, épuisée par ses efforts, forcée à l'équilibre par les résistances réciproques, laissa respirer sous différens maîtres les peuples de ce vaste empire, & Ptolémée Soter se reposa sur le trône d'Egypte. C'étoit le pays des sciences; les Grecs étoient accoutumés à les y venir chercher; il étoit naturel que Ptolémée se proposât de les cultiver. Il commença des établissemens utiles, & Ptolémée Philadelphe son fils, en lui succédant, acheva son ouvrage. Il annonça des bienfaits & surtout des honneurs. Tout ce que la Grece avoit de gens célebres accourut en foule pour illustrer son règne. Il leur prépara un asyle dans le *Museum*, dont le projet étoit d'un homme éclairé, & la fondation digne d'un grand Prince. C'étoit un superbe bâtiment, composé de galeries, de grandes salles pour conférer des matieres de littérature & de sciences. Les savans y étoient logés & entretenus. Là étoit cette fameuse bibliotheque, & ces nombreux manuscrits que Démetrius de Phalere rassembla avec tant de soins & de dépenses; là étoit sans doute l'observatoire des Hipparque & des Ptolémée. Le Prince aimoit ce sanctuaire des sciences comme son ouvrage & comme le fondement de sa gloire dans les siecles à venir. Disons que cette immortalité, justement méritée, fut plutôt la récompense que le motif de Ptolémée Philadelphe. Il paroît avoir aimé les lettres pour elles-mêmes: & par une contradiction qui n'est pas rare dans les hommes, & sur-tout dans les Princes, quoiqu'il eût fait périr deux de ses freres & ce Démétrius de Phalere qui avoit osé dire la vérité à Ptolémée

Soter (*a*), il étoit cependant né avec ces inclinations douces qui font le bonheur des peuples ; ces inclinations, en éloignant le Souverain de la gloire des armes, lui en montrent une autre plus réelle dans le commerce & les arts qu'il fait fleurir, dans l'abondance qui naît à leur suite ; & dans les lettres, qui donnent de l'éclat à tous ces avantages solides. Les savans qui habitoient le *Museum* étoient honorés de la présence du Prince, après l'avoir été de son choix. Il conversoit avec eux, il entretenoit l'émulation dans un lieu où l'aisance, l'oubli de tous les soins, auroient pu introduire le relâchement & l'oisiveté. Les bienfaits, les récompenses sont des encouragemens pour tous les hommes, mais ils ne suffisent point à l'homme de lettres. Il a l'ame plus délicate : la faculté de penser chez lui plus exercée, une connoissance plus vraie de la nature des choses, lui font dédaigner ces vulgaires objets des desirs humains ; il sent que la nature l'a fait pour être distingué : l'estime éleve son ame ; c'est le coup d'œil immédiat des Rois qui donne à la puissance de l'esprit toute son énergie, & force le génie à se déployer ; il échauffe, il remue les esprits, il transforme les hommes. Cette magie est la seule qui existe sur la terre. Heureux les Rois de répandre un charme autour d'eux, & de n'avoir besoin que d'une volonté pour faire de grandes choses !

§. IV.

L'Ecole d'Alexandrie, fondée par Ptolémée Philadelphe, subsista pendant près de dix siecles, & jusqu'à l'invasion des Sarrasins, qui, soumettant l'Egypte à un nouvel empire, dispersèrent les savans, brûlerent la fameuse bibliothèque,

(*a*) Il avoit dit que c'étoit l'aîné des fils, & non Ptolémée Philadelphe qui devoit succéder à son pere. Philadelphe, quand il fut Roi, s'en vengea en le faisant mourir.

& ramenerent à jamais le regne de l'ignorance & de la barbarie.

Cette école qui a produit de très-grands hommes, quoiqu'établie en Egypte, à Alexandrie même, est vraiment une école greque; ce sont des Grecs qui l'ont illustrée. Parmi ceux dont nous allons rapporter les travaux, on ne trouvera d'Egyptien que Manéthon, qui fut plutôt astrologue qu'astronôme; & Ptolémée, qui fait sans doute beaucoup d'honneur à son pays, mais qui fut formé par les Grecs ses prédécesseurs. Ce peuple, né pour perfectionner tout ce qu'il n'inventoit pas, débarrassa l'astronomie du voile dont les Prêtres Egyptiens l'avoient couverte, & par ses écrits, par ses découvertes, fit naître la lumiere pour le reste de l'Europe.

§. V.

Nous avons vu les premiers Philosophes Grecs, dénués du secours des observations, former des conjectures le plus souvent ridicules sur la nature, la grandeur & la distance des astres; nous les avons vus faire usage des connoissances étrangeres pour régler leur calendrier sur les mouvemens du soleil & de la lune. L'astronomie ne leur a dû tout au plus que ces calendriers rustiques, où les levers & les couchers des étoiles régloient les travaux de la campagne. Encore peut-on penser que la collection seule leur appartient; l'idée & l'origine de ces calendriers fut primitivement en Asie & aux Indes (*a*). L'astronomie prend ici une face nouvelle. Nous allons voir des observations vraiment astronomiques, faites avec des instrumens susceptibles d'une certaine précision; des hypothèses proposées pour l'explication du mouvement des

(*a*) Astronomie ancienne, Liv. III, §. 10; Liv. VII, §. 6; Liv. 8, §. 14.

planetes ; le mouvement progreſſif des étoiles découvert; leurs poſitions obſervées, & conſignées par Hipparque dans un catalogue pour ſervir de monument & de terme de comparaiſon à la poſtérité.

§. VI.

On peut être curieux d'examiner pourquoi l'Egypte, ſi célebre dans l'antiquité par les ſciences, n'a cependant rien fait pour elles pendant tant de ſiecles ; pourquoi les Prêtres de Thebes & de Memphis, qui ont connu 2800 ans avant notre ère, la durée de l'année de 365 jours & un quart, n'ont pu depuis rectifier cette connoiſſance & faire un pas vers la perfection; il a fallu que des étrangers, après trente ſiecles, vinſſent retrancher quelques minutes de cette durée, pour approcher plus près de la véritable : c'eſt que les Prêtres d'Egypte étoient alors ce que ſont aujourd'hui les Italiens. Ils montrent des chefs-d'œuvres de peinture, & n'en font plus. Ces Prêtres, riches de quelques dépouilles étrangeres, communiquoient avec beaucoup de myſtere le peu qu'ils ſavoient, & faiſoient croire par ce myſtere qu'ils en ſavoient beaucoup davantage. Tous ces pays, qui avoiſinent la zône torride, n'ont jamais été favorables au génie. Il appartient excluſivement aux zônes tempérées. La perfection de l'eſpece humaine ſe trouve entre les glaces du nord & les ardeurs du midi ; également éloignée de la férocité des hommes dans les climats durs, & de leur moleſſe dans les climats chauds. L'invention, le génie, ſont les enfans de la méditation & du loiſir. La nature, qui a tout nuancé ſur le globe, a placé les progrès des arts, le développement entier de l'eſprit humain, dans un milieu qui ſépare les climats où tout force au travail, & ceux où tout invite à la pareſſe. Là le travail & le loiſir ſe touchent & ſe

ſuccedent ; & la réflexion de l'homme qui ſe repoſe, guide l'induſtrie de l'homme qui travaille.

Si l'on demande pourquoi les Grecs, qui depuis Thalès s'étoient épuiſés en raiſonnemens, en conjectures ſur la nature des aſtres & ſur leurs mouvemens, mais qui n'avoient fait aucun progrès en aſtronomie, en ont fait tout-à-coup de ſi rapides ſous des Rois étrangers, on verra facilement que le peuple, vainqueur de l'Aſie & de l'Inde, s'étoit enrichi de leurs dépouilles : maître de Babylone, il s'étoit ſaiſi de cette longue ſuite d'obſervations que le tems & la conſtance y avoient accumulées; recueil de faits & de vérités, où l'eſprit inventeur devoit chercher les loix du mouvement des corps céleſtes & le ſyſtême du monde. Les Grecs, munis de ces tréſors, trouverent dans Alexandrie la protection, l'encouragement des Rois, un aſyle de paix & de loiſir, une bibliothèque immenſe, dans un tems où les livres étoiens rares; ils eurent des émules, des ſucceſſeurs : & les progrès furent rapides, parce qu'à cette époque ils joignirent le génie au ſavoir de tous les tems & de tous les pays, ſans lequel le génie ne peut rien.

§. VII.

Aristille & Timocharis furent les premiers obſervateurs de l'école d'Alexandrie. Ils floriſſoient ſous Ptolémée Soter, vers l'an 300 avant J. C. Ils s'occuperent particulierement de l'obſervation des étoiles, pour fixer leur poſition dans le ciel, & non pour annoncer leurs levers & leurs couchers, ſuivant l'uſage des Orientaux & des anciens Grecs. L'inſpection des obſervations chaldéennes, l'eſprit de raiſonnement dont les Grecs étoient doués, les conduiſit à ce travail. La route des voyageurs ſur la terre eſt marquée par les villes qu'ils ont traverſées, la route des planetes dans le ciel eſt déſignée par les

les étoiles qui se trouvent sur leur passage. On se contenta long-tems d'indications assez grossieres ; quand on voulut connoître la position successive des planetes avec plus d'exactitude, on employa la méthode des alignemens (*a*). On joignit les étoiles voisines par des lignes, qui déterminoient le lieu de la planete dans leur intersection. Mais il est évident que ces méthodes demandoient que le lieu même des étoiles fût fixé. Si lors de la glorieuse retraite des dix mille, la position des villes, où Xenophon passa, n'avoit pas été connue, son itinéraire seroit entierement inutile. Les Chaldéens ne songerent pas à ces méthodes, & rien ne prouve mieux qu'ils n'ont jamais eu l'idée de la science qu'ils ont paru cultiver. Aristille & Timocharis se demanderent sans doute quel étoit le but de l'astronomie. Ils virent que l'astronomie a pour objet de connoître le ciel, de déterminer le lieu des astres qui sont en repos, & dont les configurations réciproques ne changent jamais (*b*). Ces astres sont les étoiles fixes. Le but de l'astronomie est encore d'observer le mouvement des planetes, de découvrir le sens & la courbure de leurs orbites. La trace invisible de ces planetes est marquée par les étoiles dont elles s'approchent ; il faut donc, avant tout, déterminer la position des étoiles. Cette connoissance est donc essentielle ; c'est la base de toutes les recherches. Ces travaux, ainsi combinés & dirigés vers une connoissance fondamentale, annonçoient la vraie route & une idée juste de la science. C'est l'éloge de Timocharis & d'Aristille.

§. VIII.

Il paroît que les anciens ont commencé quelque dénom-

(*a*) Ptol. Almag. Lib. IX, c. 7, 10.

(*b*) Astr. anc. Liv, II, §. 5.

brement des étoiles, avant l'école d'Alexandrie; nous exposerons des faits qui ne permettent pas d'en douter (*a*). Ils avoient certainement une description du ciel, partagé en constellations, témoin celle qu'Eudoxe nous a laissée. Les figures dessinées, qui enferment ces constellations, servoient en même tems à désigner les étoiles. On disoit l'étoile qui est à l'œil du Taureau; celles qui sont aux extrémités des cornes; l'étoile qui est au cœur de l'Hidre, au pied ou à la ceinture d'Orion, &c. Les astronômes d'Alexandrie sentirent que ces déterminations étoient trop vagues; ils imaginerent, ou du moins ils adopterent une méthode plus précise; ce fut de comparer le lieu des étoiles au pôle & aux cercles, par lesquels les anciens avoient divisé le ciel : cercles fictifs, mais fixes, ou du moins qui étoient censés l'être. Ils choisirent l'équateur & les deux points des équinoxes déterminés sur ce cercle. On pouvoit désigner facilement la position de toutes les étoiles qui se rencontrent dans l'équateur, en mesurant leur distance à l'un des équinoxes. C'est ainsi qu'ils reconnurent que l'étoile qui brille dans la constellation de la Vierge, & qui appartient à l'épi qu'elle tient dans sa main, précédoit alors l'équinoxe d'automne de 8° (*b*). Ce qui signifie que par la révolution diurne, elle arrivoit au méridien plutôt que cet équinoxe; c'est le sens du mot *précéder*. Si elle eût passé au méridien plus tard que l'équinoxe, on auroit dit qu'elle le *suivoit*. Quant aux étoiles qui sont placées hors de l'équateur, il fallut inventer une nouvelle relation; & cette relation fut la quantité même dont elles s'en écartoient. Les colures sont de grands cercles, qui passent par les pôles, & qui coupent l'équateur dans les deux points des équinoxes (*c*). On en imagina

(*a*) *Vide infrà*, Liv. III, §. 24, L. VII, §. 8.
(*b*) *infrà*, Eclaire. Liv. I, §. 2.
(*c*) Astronomie ancienne, Livre II, §. 14.

de pareils qui paſſoient également par les pôles & par chacun des points de l'équateur; en conſéquence chaque étoile du ciel eut le ſien. Ces cercles ſont partagés en deux moitiés par leurs interſections avec l'équateur, & ces moitiés ſont encore diviſées en deux parties égales par les deux pôles. L'intervalle entre l'équateur & le pôle embraſſe donc un quart de la circonférence, ou 90 ° de ces cercles. On eut donc un moyen de fixer le lieu des étoiles qui s'écartoient de l'équateur, en meſurant, en comptant ſur ces cercles le nombre des degrés entre l'étoile & le pôle, ce qui s'appela *diſtance* au pôle, ou bien entre l'étoile & l'équateur; diſtance qui fut nommée *déclinaiſon*. Les travaux de ces premiers Aſtronômes furent l'obſervation de la déclinaiſon des plus belles étoiles, & de leur diſtance à l'équinoxe, que nous nommons aujourd'hui *aſcenſion droite*. Nous n'avons point oſé aſſurer que cette méthode de rapporter le lieu des étoiles aux cercles de la ſphere, fût une invention d'Ariſtille & de Tymocharis, parce qu'on en retrouve des traces chez les anciens Orientaux (*a*), & qu'il eſt poſſible que les Grecs d'Alexandrie en ayent emprunté la connoiſſance. On ne peut au moins leur conteſter le mérite d'en avoir ſenti tous les avantages, & en la conſacrant par l'uſage, ils eurent la gloire de laiſſer une méthode fondamentale.

§. IX.

Ces importans travaux ne ſe firent point ſans quelque inſtrument. Nous avons dit qu'on déterminoit le lieu des planetes par des alignemens tirés aux étoiles voiſines; on exprimoit encore les diſtances par le moyen du diametre de la

(*a*) *Infrà.*

lune. On disoit, par exemple, tel jour, à telle heure, Mercure étoit d'une lune moins avancé dans l'équateur que l'étoile nommée *l'épi de la Vierge;* il étoit plus septentrional de deux lunes. Ce qui prouve, pour le remarquer en passant, que les anciens ont eu, même avant Hipparque, & avant l'école d'Alexandrie, une évaluation du diametre de la lune : car on ne se sert pour mesure commune, que d'une quantité déjà connue & mesurée elle-même. Mais ces estimations toujours susceptibles d'erreur, n'étoient pas praticables, pour de grandes distances, telles que celles des étoiles qui s'éloignent de 30, 50 degrés & plus de l'équateur. Elles n'ont pu être fixées qu'avec un instrument, & par conséquent avec une armille. Nous ne prétendons point décider ici la date de l'invention de cet instrument, ni l'attribuer exclusivement à l'école d'Alexandrie. Nous avons fait voir que cette invention étoit fort ancienne, & qu'elle a dû appartenir aux tems de l'astronomie primitive (*a*). Mais nous pensons qu'elle fut inconnue à Babylone (*b*), & renouvelée à Alexandrie, ce qui est une espece d'invention.

§. X.

Les observations d'Aristille & de Tymocharis, quoiqu'elles eussent sans doute l'inexactitude des premiers essais, ne furent pas inutiles à Hipparque, & servirent de base à quelques-uns de ses travaux. Nous n'avons point leurs ouvrages; peut-être existent-ils encore dans l'Asie (*c*). Ils existoient du moins au tems de Ptolémée qui les cite (*d*). Le recueil de cet astronôme, magnifique dépôt des connoissances astronomiques de l'école d'Alexandrie, ce livre nommé par excellence l'*Almageste* ou

(*a*) Astron. anc. Liv. II, §. 19.
(*b*) *Infrà*, Eclairc. Liv. I, §. 3.
(*c*) Eclairc. Liv. I, §. 4.
(*d*) Almag. Lib. VII, §. 9 & 10.

le *grand ouvrage*, a sans doute fait négliger les écrits des anciens astronômes, & les a fait disparoître. Semblable à un fleuve grossi du tribut de mille ruisseaux, dont les eaux sont confondues & les noms ignorés, l'Almageste a été considéré long-tems & avec raison comme un recueil complet de toutes les connoissances astronomiques ; de là l'idée qu'il étoit le seul nécessaire. On a regardé les observations antérieures comme des échassauds, qui avoient servi dans ce livre à construire la machine du monde. L'ouvrage fini, les anciens recueils ont paru inutiles ; on ne les a plus consultés, ils se sont détruits. Nous ne doutons pas que l'estime qu'on a faite de l'Almageste, ne nous ait fait perdre une infinité d'autres restes précieux de l'astronomie ancienne.

§. XI.

Dans le même tems Aratus, un poëte, naissoit pour l'astronomie à Solis, ville de l'Asie mineure. Quoiqu'il ne fût pas de l'école d'Alexandrie, l'ordre des tems exige que nous en parlions ici. Il fleurit vers l'an 276 avant J. C. sous le regne d'Antigone, surnommé Gonatas, Roi de Macédoine. Ce Prince l'engagea à mettre en vers les deux ouvrages d'Eudoxe (*a*), & à embellir du charme de la poësie tout ce qui étoit connu alors de la science astronomique. On ajoute qu'Aratus étoit médecin, & qu'Antigone ayant auprès de lui un astronôme nommé Nicandre, chargea ce médecin d'écrire sur l'astronomie, & l'astronôme sur la thériaque. Ils firent l'un & l'autre un mauvais ouvrage, ce qui est aisé à croire. L'auteur anonyme de la vie d'Aratus détruit cette historiette, en prouvant que Nicandre étoit fort postérieur à Aratus (*b*). Elle se détruit

(*a*) Hist. de l'astr. anc. Liv. IX, §. 9.

(*b*) *In vitâ Arati. Uranolog*, p. 270.

d'elle-même par ſon peu de vraiſemblance. Antigone eût été fou, comme ce grand Seigneur qui diſtribua par le ſort à ſes domeſtiques le poſte qu'ils devoient occuper dans ſa maiſon. D'ailleurs l'ouvrage d'Aratus étoit bon pour ſon tems, ce ſont de beaux vers traduits fidellement de la proſe d'Eudoxe. S'il y a des erreurs, elles appartiennent à l'aſtronôme. Cicéron a donné des éloges à l'auteur comme poëte (*a*). Selon Quintilien (*b*), le poëme d'Aratus manque de mouvement, de chaleur, de variété & d'éloquence. Ces défauts appartiennent au ſujet plutôt qu'à la maniere dont il eſt traité. La deſcription du ciel eſt un ouvrage auſſi monotone qu'utile; la fable, qui y eſt mêlée peut introduire quelques peintures agréables, mais le ſujet n'eſt ſuſceptible, ni de mouvement, ni de chaleur, ni même de variété. Le véritable éloge du poëme d'Aratus, c'eſt qu'il eſt reſté, tandis que d'autres ouvrages du même genre ſont oubliés & perdus (*c*). Le tems ne conſerve que les ouvrages qui ſe défendent contre lui.

§. XII

Aratus décrit les figures, ou les conſtellations que les anciens aſtronômes ont tracées dans le ciel, leur poſition réciproque (*d*), les principales étoiles qui y brillent, l'origine de leurs noms, les fables, qui, ſuivant les Grecs, y donnerent lieu. Aratus décrit enſuite les ſaiſons, ou les intempéries, nées du mouvement du ſoleil dans le zodiaque, ainſi que les levers & les couchers des étoiles, par leſquels ces intempéries étoient alors annoncées; il finit par rapporter les regles qui ſervoient de fondement aux prédictions. Les anciens tiroient des préſages de la lune, de la couleur du ſoleil, des nuées, des

(*a*) *De oratore*. I, 16.
(*b*) Inſtitut. orat. X, 1.
(*c*) Eclairc. Liv. I, §. 5.
(*d*) *Ibid*. Liv. I, §. 6.

parhélies, des paraſelenes (*a*), des étoiles tombantes, du vol des oiſeaux, &c. C'eſt ainſi que le ſyſtême qui ne fait qu'un tout de la nature, le ſyſtême qui ſuppoſe que tous les événemens ſont liés, & que les contingens peuvent être réciproquement les ſignes & les annonces les uns des autres, après avoir produit l'aſtrologie, a fait naître différentes eſpeces de divinations, qui ne ſont que des branches de cette prémiere ſcience prétendue, & qui toutes lui doivent leur origine (*b*).

Le poëme d'Aratus a joui d'une ſi grande réputation, qu'il eut des commentateurs & des traducteurs illuſtres (*c*). Hipparque ne le jugea pas indigne de ſes remarques. Cicéron, dans ſa jeuneſſe, en fit une traduction en vers, dont il ne nous reſte que quelques fragmens. Enfin Germanicus Céſar, ce prince enlevé ſi jeune à une nation dont il faiſoit les délices, ce prince qui étoit homme de lettres, comme Céſar, dont il portoit le nom, a fait une traduction du poëme d'Aratus, laquelle, ainſi que ſa mémoire chérie, a paſſé toute entiere juſqu'à nous.

§. XIII.

Le premier aſtronôme qui ſe préſente dans l'école d'Alexandrie, après Ariſtille & Tymocharis, eſt Ariſtarque de Samos. Il fut contemporain de Cléanthes, ſtoïcien, qui ſuccéda à Zenon vers la 129e olympiade, ou 264 ans avant J. C.

Ariſtille & Tymocharis ne furent que des obſervateurs, Ariſtarque commence à nous donner l'idée d'un aſtronome.

(*a*) Parhélie eſt un faux ſoleil, une image de cet aſtre, réfléchie par quelque nuage; paraſelene eſt une fauſſe lune, produite également par la réflexion des vapeurs de l'air.

(*b*) Aſtr. anc. Diſcours ſur l'aſtrologie.

(*c*) Eclaire. Liv. I, §. 7.

Il fut vraiment recommandable par la ſubtilité de ſes obſervations, & par la méthode qui fut ſon guide. On aime à voir les premieres vues, qui ont conduit les hommes à l'explication des phénomenes céleſtes, & les premiers traits de l'eſprit méthodique qui ſeul peut en donner le fil. Nous avons paſſé en revue une infinité de philoſophes, qui n'avoient que des connoiſſances étrangeres, qui n'ont formé que des conjectures vagues; s'ils ont atteint d'eux-mêmes à quelques vérités que le tems a depuis confirmées, elles n'étoient point fondées ſur des démonſtrations. Les obſervateurs qui compoſerent les calendriers ruſtiques, contemplerent l'état du ciel, ſaiſirent les phénomenes qu'ils apperçurent, & firent des obſervations ſans deſſein & ſans choix. Ariſtille & Tymocharis eux-mêmes ouvrirent la vraie route; leurs obſervations furent utiles & néceſſaires; mais ce n'étoit encore qu'une deſcription du ciel. Ariſtarque eſt le premier qui ait fait une obſervation indiquée par une méthode raiſonnée, une obſervation qui reculoit les bornes du monde. Il étoit choqué de la proportion ridicule que Pythagore & les philoſophes de ſa ſecte avoient établie entre les diſtances du ſoleil & de la lune à la terre. Selon eux, le ſoleil n'étoit que trois fois, ou même une fois & demie plus éloigné de nous que la lune. Il entreprit d'en meſurer le rapport d'une maniere ſuſceptible d'exactitude & de démonſtration. Voici comment il s'y prit.

§. XIV.

Si l'on conçoit trois lignes, qui joignent les centres du ſoleil, de la lune & de la terre, elles formeront un triangle. La géométrie enſeigne que ſi les angles étoient connus, on connoîtroit le rapport des côtés, & par conſéquent le rapport des diſtances de ces aſtres. La ſomme de ces angles eſt conſtante, toujours

toujours égale à deux angles droits ou à deux fois 90° du cercle ; il suffit donc d'en connoître deux pour conclure le troisieme. Il étoit facile de mesurer, au moyen d'un instrument circulaire, l'angle que forment les rayons visuels dirigés de la terre vers la lune & vers le soleil ; mais cette détermination ne suffisoit pas ; les deux autres angles restoient indéterminés. Le génie d'Aristarque apperçut qu'il y avoit un cas unique où l'un de ces angles est droit ; (*a*) c'est celui où la lune est *dichotome*, où dans son premier quartier, elle nous présente précisément la moitié de son disque éclairé. Il est facile de voir que les lignes menées du soleil & de la terre au centre de la lune, y forment un angle droit. Ainsi, cet angle étant droit, & l'autre connu par observation, les angles du triangle & les rapports des côtés sont donnés (*b*). Tout ceci est rigoureusement vrai ; il n'y a d'autre incertitude que celle qui naît de la difficulté de décider le moment où précisément la moitié du disque de la lune est éclairée.

Aristarque s'assura que l'angle d'élongation ne pouvoit pas être moindre que 87°, & il en conclut que la distance du soleil à la terre étoit environ dix-neuf fois plus grande que celle de la terre à la lune (*c*) : ce rapport n'est pas la vingtieme partie de celui qui existe réellement. Mais malgré cette erreur, Aristarque avoit fait, au-delà de l'école d'Aristote, un grand

(*a*) *De magnitudinibus & distantiis solis & lunæ.*

(*b*) Il est aisé de voir que la ligne SL, (*fig. I.*) menée du soleil au centre de la lune, est perpendiculaire à sa surface éclairée, & la partage en deux parties égales : la partie AB est donc le quart de la circonférence, & l'angle formé au centre de la lune par les lignes TL & SL, est droit, puisqu'elles renferment le quart de la circonférence ou 90°. L'angle STL est l'élongation de la lune, ou sa distance à l'égard du soleil. Les distances en astronomie sont de deux especes : rectilignes ou circulaires. La distance rectiligne de deux astres est la ligne droite qui joint leurs centres, comme SL, ST, LT. La distance circulaire, ou plutôt angulaire, que l'on nomme élongation, est l'angle compris entre les lignes menées du centre de la terre au centre des deux autres astres.

(*c*) Eclaircis. Liv. I, §. 8.

pas vers la connoiſſance de la diſtance du ſoleil à la terre, qui ne devoit être exactement connue que plus de deux mille ans après lui. Sa méthode ſuſceptible d'une certaine exactitude, lui fait beaucoup d'honneur, & d'autant plus qu'elle a été long-tems la meilleure qu'on pût employer. Riccioli & pluſieurs aſtronômes du dernier ſiecle s'en ſont ſervis avec quelques ſuccès; & s'ils ont approché plus près que lui de la vérité, c'eſt qu'ils poſſédoient des inſtrumens plus exacts, & des lunettes qu'il n'avoit pas.

§. XV.

Il paroît qu'Ariſtarque s'eſt occupé des travaux les plus importans de l'aſtronomie; il obſerva le ſolſtice d'été de l'an 281 avant notre ère (*a*). Nous ſoupçonnons qu'il a connu, ou du moins eſtimé, que la diſtance de la terre à la lune étoit égale à 56 demi-diametres de notre globe (*b*); ce qui eſt aſſez exact. Il conſidéra le cône d'ombre que la terre opaque jette à l'oppoſite du ſoleil, & il enſeigna que ſa largeur, à l'endroit où la lune le traverſe lorſqu'elle s'éclipſe, eſt double du diametre de la lune (*c*). Il compara la grandeur du ſoleil & de la lune à celle de la terre : il ſe trompa beaucoup, en diſant que le diametre du ſoleil n'eſt que ſix à ſept fois plus grand que celui de la terre; mais au moins il ne s'éloigna pas de la vérité, en établiſſant que celui de la lune n'en eſt à peu-près que le tiers (*d*). nous ne pouvons dire par quelle méthode Ariſtarque étoit parvenu à ces réſultats; le tems nous en a fait perdre les détails. Nous ne pouvons par conſéquent diſtinguer dans ces connoiſſances ce qui peut appartenir à des tems plus anciens. Nous avons cependant des preuves qu'Ariſtarque,

(*a*) Ptolémée Almag. Lib. 3, c. 2.
(*b*) Eclaire. Liv. 1, §. 9.
(*c*) *De magnit. & diſt. ſolis & lunæ.*
(*d*) *Ibidem.*

par la voie des Chaldéens, avoit hérité de quelques-unes des dépouilles de l'antiquité. Ces preuves sont des conjectures assez heureusement liées pour porter avec elles une sorte de conviction. Nous avons dit que chez les anciens il y eut beaucoup de ces révolutions, appelées *grandes années*, composées d'un certain nombre d'années communes & civiles. Il nous en reste une de 2484 ans qui est attribuée à Aristarque (*a*). On n'a connu jusqu'ici, ni cherché l'objet de cette période : nous croyons l'avoir découvert. La grande année de 2484 ans est une période qui ramene le soleil & la lune en conjonction avec la même étoile (*b*). Elle avoit sans doute des usages pour l'astrologie judiciaire ou naturelle; mais elle suppose les révolutions du soleil & de la lune, telles qu'elles étoient établies chez les Chaldéens : ce qui est une preuve assez forte de la légitimité de nos conjectures. On entrevoit même que les Chaldéens ont pu connoître deux révolutions de la lune, à l'égard du soleil; l'une plus ancienne, l'autre plus moderne & moins exacte (*c*). C'est par ces recherches, c'est en discutant toutes ces choses qu'on peut surprendre le secret des anciens, & faire revivre leurs richesses, perdues par le tems & par la barbarie.

§. XVI.

L'OBSERVATION, la plus délicate & la plus curieuse d'Aristarque, est celle du diametre du soleil; Archimede (*d*) nous apprend que cet astronôme avoit mesuré l'angle qui a son sommet dans l'œil, & qui embrasse l'étendue de ce diametre. Il le trouva de la 720e partie du cercle que le soleil décrit autour de la terre. Ce résultat ne s'éloigne pas beaucoup de la

(*a*) *Censorin. de die natali*, I, §. 18.
(*b*) Eclaire. Liv. I, §. 10.
(*c*) *Ibidem*, §. 11.
(*d*) *In Arenario. Vallis opera, T. III, p.* 515.

vérité, & l'obſervation eſt difficile. Il eſt vrai qu'Archimede paroît douter de ſon exactitude. *La vue*, dit-il, *la main, les inſtrumens dont il faut ſe ſervir, ne ſont pas propres à inſpirer la confiance néceſſaire.* Ce doute nous en donneroit beaucoup à nous-mêmes, ſi Archimede n'avoit pas fait une obſervation ſemblable, qui peut ſervir à apprécier celle d'Ariſtarque. Ces deux grands hommes étoient à peu près contemporains; nous anticiperons ſur ce que nous avons à dire d'Archimede, & nous rapporterons ici la méthode dont il ſe ſervit pour meſurer le diametre du ſoleil.

Vers l'extrémité d'une longue regle de bois, il plaça verticalement un petit cylindre, auſſi de bois, & arrondi au tour; de l'autre extrémité il regarda le ſoleil, & il fit gliſſer le petit cylindre, juſqu'à ce que le diſque fût entierement caché; enſuite il le fit gliſſer de nouveau, juſqu'à ce qu'il apperçût déborder les rayons de chaque côté, & qu'il diſtinguât la moindre partie viſible du ſoleil. Le véritable diametre de cet aſtre étoit entre ces deux meſures, dont l'une eſt trop grande & l'autre trop petite. Il ne s'agiſſoit plus que de déterminer l'angle que le petit cylindre faiſoit au fond de l'œil dans ces deux poſitions. Mais ceci demandoit une attention aſſez délicate, qui ne manqua pas au génie d'Archimede. Le ſommet d'un angle n'eſt qu'un point; ici les deux yeux avoient également ſervi, les deux axes viſuels étoient ſéparés par une diſtance qu'il falloit connoître. Pour y parvenir, il prit deux corps ronds, de grandeur égale, dont l'un étoit blanc, & les ayant placés à quelque diſtance, le corps blanc derriere l'autre, il obſerva s'il étoit entierement caché. Il répéta la même épreuve ſur d'autres corps, toujours égaux entr'eux, mais plus ou moins grands que les premiers, juſqu'à ce qu'il en eût trouvé deux dont la grandeur fût telle que le corps blanc fût

exactement caché, c'eſt-à-dire, que les axes viſuels des deux yeux fuſſent tangens aux deux corps & parallèles dans leur direction. Le diametre de ces corps étoit donc la diſtance des deux axes viſuels. Alors il traça une ligne égale à cette diſtance ſur la largeur de la regle de bois, à l'endroit où les yeux avoient été placés dans la premiere obſervation : enſuite par les extrémités de cette ligne, il mena deux tangentes au petit cylindre, & l'inclinaiſon mutuelle de ces tangentes formoit un angle qui étoit la grandeur du ſoleil. C'eſt ainſi qu'il trouva que le diametre de cet aſtre n'étoit pas moindre que la 200e partie, ni plus grand que la 164e partie de l'angle droit (*a*). Archimede pouvoit donc penſer qu'Ariſtarque avoit employé une méthode équivalente, & qu'en prenant un milieu entre ces différentes obſervations, il avoit conclu que le diametre du ſoleil étoit la 720e partie du cercle ; car cette 720e partie répond à la 180e partie de l'angle droit, qui eſt à peu-près le milieu entre les deux déterminations d'Archimede. Il ne manquoit que de bons inſtrumens à de pareils obſervateurs. Dénués de ſecours, ils ont tiré de leurs organes tout ce qu'on en pouvoit attendre.

§. XVII.

ARCHIMEDE, en nous donnant le détail de cette obſervation, ne dit point de quels moyens les anciens ſe ſervoient pour affoiblir la lumiere, & n'en pas être éblouis. L'obſervateur n'eût pu diſtinguer la moindre partie viſible du ſoleil, ſi cet aſtre eût été enveloppé de tous ſes rayons. La fatigue de l'organe, la précipitation auroient produit des erreurs conſidérables. Nous penſons qu'ils ont pu ſe ſervir de verre coloré,

(*a*) Ce qui donne le diametre du ſoleil de 27′ ou de 32′ 55″.

puisqu'il est certain par leurs fausses émeraudes, & par une infinité de passages des auteurs (*a*), qu'ils avoient l'art de teindre le verre en le fabriquant (*b*). On conclut encore du détail de cette observation, que les pinnules n'étoient pas inventées. Si Archimede les eût connues, il n'eût pas eu besoin de la correction délicate qu'il fit à sa premiere observation. Avec les pinnules, on ne se sert que d'un œil, & le sommet de l'angle est toujours au centre du trou de la pinnule. La méthode du petit cylindre nous rappelle le disque dont nous avons parlé dans l'astronomie ancienne (*c*); instrument en usage au tems d'Aristote, & sans doute long-tems avant, pour reconnoître les variations du diametre de la lune. Il est visible que la méthode d'Archimede n'est qu'une application ingénieuse de l'autre méthode plus ancienne.

§. XVIII.

Aristarque, dans une école où l'on cherchoit à s'instruire, où les progrès étoient à peine commencés, n'osa se permettre de former des systêmes. Il avoit assez de génie pour s'égarer dans des conjectures nouvelles, il eut le bon esprit de bien choisir dans les systêmes anciens. Mais en adoptant l'hypothèse du mouvement de la terre (*d*), il heurta l'opinion consacrée par les siecles & par la multitude. Aussi fut-il comme Galilée, accusé d'impiété par le stoïcien Cléanthès, pour avoir troublé le repos de Vesta, c'est-à-dire de la Terre & des dieux Lares, protecteurs de l'univers (*e*). On trouve partout le même empres-

(*a*) M. de Valois, traité du verre. Hist. Acad. Inscript. Tome I, p. 112.

(*b*) M. le comte de Cailus a en effet trouvé que Seneque parle du verre enfumé dont nous nous servons pour observer le soleil, dans son premier livre des questions naturelles, Mém. Acad. Inscript. Tome. XXVII, p. 61.

(*c*) Astr. anc. Liv. IX, §. 10.

(*d*) Archimede, *in aren. Vallis*, T. III, p. 514.

(*e*) Plutarque, *de facie in orb. luna*, §. 4.

ſement à proſcrire les nouveautés, ſur-tout quand elles ſont utiles & glorieuſes. Cependant, comme le remarque M. de Montucla (*a*), il eſt vraiſemblable que l'accuſation ne fut point juridique. Plutarque ne dit point, ni aucun autre auteur, que le ſucceſſeur de Zénon ait traduit Ariſtarque devant les tribunaux comme partiſan de l'opinion pythagoricienne. Alors le philoſophe ſeul eſt coupable, & la nation eſt juſtifiée. Ces querelles particulieres rentrent dans l'ordre commun. Les imputations calomnieuſes ſont la reſſource de l'envie. La haîne en a renouvelé le ſcandale dans tous les ſiecles, & Cléanthès a eu bien des imitateurs.

§. XIX.

L'OPINION qui place le ſoleil en repos au centre du monde, & notre globe en mouvement autour de lui, tranſmiſe par Philolaüs, adoptée par Ariſtarque, ne fut point ſuivie dans l'école d'Alexandrie. Cette idée trop grande pour la portée des eſprits de ce tems, ne trouva qu'une ſeule tête où elle pût ſe placer. Rien ne prouve mieux que cette hypothèſe ne fut jamais qu'une opinion, ſoit dans l'école de Pythagore, ſoit dans l'Inde & dans la Babylonie. On n'oublia pas qu'elle avoit été regardée comme une vérité; elle étoit reſpectée comme ces familles illuſtres dont l'origine ſe perd dans la nuit des tems, & dont la nobleſſe antique n'a d'autres fondemens que l'incertitude qui naît de cette obſcurité, une ancienneté reconnue, & la croyance d'une longue ſuite de ſiecles. La vérité du mouvement de la terre ne put produire ſes titres, quand Hipparque vint tout ſoumettre à l'examen, en recommençant l'aſtronomie. Ce grand homme la rejeta comme une vieille

(*a*) Hiſtoire des Mathématiques, Tome I, p. 203.

erreur, adoptée trop légerement par ſon célebre prédéceſſeur. Ariſtarque étoit alors dans le cas d'un homme de génie qui renouveleroit aujourd'hui le ſyſtême des tourbillons; tous les faits ſeroient contre lui : aux yeux du fondateur de l'aſtronomie moderne, tous les faits dépoſoient pour le mouvement du ſoleil. On verra combien il a fallu de ſiecles pour détruire ce ſyſtême ſi naturel, ſi conforme au rapport des ſens; & par le tems & les efforts néceſſaires au retour de la vérité déjà connue, mais bannie, on jugera combien de ſiecles, d'efforts & de connoiſſances ont dû précéder ſon établiſſement. C'eſt alors qu'on pourra prononcer ſi nous avons eu tort d'attribuer cette découverte à une aſtronomie ancienne & primitive.

§. XX.

Une idée non moins ſinguliere & non moins belle eſt celle qu'Ariſtarque nous a laiſſée ſur la ſphere des étoiles. Il penſoit que cette ſphere eſt ſi étendue, la diſtance des étoiles ſi grande, que le cercle décrit par la terre dans ſon mouvement eſt à cette diſtance dans la même raiſon que le centre de la ſphere à ſa ſuperficie. Archimede attaqua cette propoſition d'Ariſtarque (*a*). Le géometre y chercha une exactitude d'expreſſion qui n'y eſt pas & il ne vit point le génie de l'aſtronôme & l'idée de l'infini qui y ſont renfermés. En effet le centre d'une ſphere eſt un point indiviſible qui n'a nulle étendue palpable; la ſurface eſt compoſée d'une infinité de ces points; la raiſon du centre d'une ſphere à ſa ſurface eſt donc celle de l'unité à l'infini. Ariſtarque vouloit donc dire que le cercle décrit par la terre autour du ſoleil n'eſt qu'un point inſenſible à l'égard de la diſtance énorme des étoiles. Cet aſtronôme diſoit alors ce

(*a*) Archimede, *loco citato*. *Infrà*, Eclaire. Liv. I, §. 13.

qu'a

qu'a dit depuis Copernic pour répondre à l'objection, que si la terre décrivoit un cercle, les étoiles, dans le cours d'une année, devoient répondre à différens points du ciel, comme les objets changent de place pour un voyageur. Copernic osa affirmer que le cercle décrit par la terre, vu à la distance des étoiles, ne paroîtroit qu'un point, & que notre globe est à leur égard comme s'il ne se mouvoit pas.

Remarquons que Copernic, pressé par l'objection, a été forcé de s'élever à cette idée. C'est un élan pour surmonter la difficulté ; le choc a produit l'étincelle : & ces idées sublimes, qui ont aggrandi l'univers, sont nées alors de la contrainte, comme elles naissent quelquefois dans la poësie, de l'esclavage de la rime. Aristarque ne peut être arrivé jusques-là que par une force de tête peu commune, en supposant même que cette idée ne fût chez lui qu'une adoption. Car nous l'avouerons : nous avons peine à croire qu'Aristarque y fût parvenu de lui-même.

Cette vérité est encore d'un ordre plus élevé, d'un accès plus difficile que celle du mouvement de la terre. L'une n'appartient pas plus à Aristarque que l'autre. Nous avons marqué sur le globe le chemin qu'a fait la pensée du mouvement de la terre ; descendue du pays où l'astronomie fut perfectionnée, elle a été reçue comme étrangere dans la Chaldée & dans l'Inde, où Pythagore vint la chercher. Ces deux opinions n'ont pu manquer de suivre la même route; on peut les croire originaires du même pays. D'ailleurs les élémens, qui doivent les fonder, n'existoient pas au tems d'Aristarque. L'expérience nous fait connoître la progression de l'esprit humain. Quand il a fourni une partie de la carriere, sa force épuisée le contraint à s'arrêter : il est pour lui des stations nécessaires & des intervalles qu'il ne peut franchir qu'après plusieurs repos. Qu'on se

représente la maniere dont nous concevons l'infini : ce n'est que par des augmentations répétées & des additions successives ; c'est parce qu'une nouvelle unité peut sans cesse être ajoutée à des sommes d'unités ; c'est pour terminer ces opérations sans fin, & cette possibilité qui est toujours la même, que l'homme borné dans ses facultés, & dont la foiblesse demande un terme où elle puisse se reposer, a imaginé dans le lointain de ses pensées cet infini qu'il ne peut atteindre ni concevoir. On n'a donc pu y arriver tout-à-coup. Il a fallu des idées préliminaires & suivies d'idées plus grandes : il a fallu que des découvertes eussent fait des additions successives à l'étendue du monde. L'univers, en différens siecles, a paru de différentes grandeurs ; il s'est étendu par les travaux, par les découvertes, comme la terre devient immense aux yeux du voyageur ignorant qui abandonne ses foyers & son horizon. Enfin l'univers n'a atteint sa grandeur majestueuse & incompréhensible, que lorsque l'esprit humain, lassé d'ajouter des espaces à des espaces, a nommé infini ce qui se refusoit à ses sens & à ses mesures. Ce n'est pas sans raison que l'on dit figurément la marche de l'esprit humain ; il avance par des idées liées, comme nous nous transportons par des pas répétés. L'infini est le goufre où se perdent nos pensées. Il n'est point naturel de se jeter dans des précipices ; si l'homme est descendu dans cet abîme sans fond, il y fut entraîné par une pente.

Voyons maintenant quelles étoient les connoissances du siecle d'Aristarque, & en calculant les forces naturelles, estimons le chemin qu'il a pu faire. Pythagore pensoit que le soleil étoit seulement trois fois plus éloigné de nous que la lune. Aristarque, né pour aggrandir l'univers, sentit de la répugnance à admettre cette proposition absurde, il montra par une méthode exacte que la distance du soleil surpassoit au

moins dix-huit fois celle de la lune, & il se trouva plus à son aise dans le monde dont il avoit reculé les bornes. Cette distance encore très-petite, ne pouvoit conduire à l'idée de l'infini. Il a été nécessaire de déplacer plus d'une fois le soleil, de se familiariser successivement avec les distances énormes de cet astre lumineux & des planetes qui l'entourent, avant que les esprits se proportionnassent aux idées qu'il falloit admettre, avant que les conceptions fussent de mesure avec l'infini. Aristarque avoit fait un pas pour sortir de l'erreur; mais la vérité étoit si éloignée, qu'il restoit encore bien du chemin pour l'atteindre. La vie, les forces d'un homme n'eussent pas suffi pour le parcourir. C'est précisément parce qu'il a fait un grand effort, c'est parce que sa force est mesurée par cet effort même, que nous sommes en droit de conclure qu'il auroit laissé à de nouveaux efforts & à de nouvelles générations, l'avantage d'aller plus loin, s'il n'avoit pas trouvé dans l'ancienne philosophie cette idée de la distance infinie des étoiles, idée qui dût le frapper par une analogie marquée avec ses propres idées. Il la recueillit par le même instinct qui le porta à faire des observations pour éloigner de nous le soleil. Mais s'il eût été seul avec son siecle, cet instinct, ou plutôt le génie lui eût manqué pour la saisir. Elle étoit hors de la portée de la vue, comme les objets qui sont sous l'horison, & qu'on n'apperçoit qu'en montant sur une montagne; si la montagne est escarpée & difficile, il faut du courage, & sur-tout du tems pour y monter. D'ailleurs une considération délicate peut nous fournir une nouvelle preuve; c'est qu'Aristarque, en recevant cette idée, l'accommoda aux idées greques. On voit que si ce grand homme s'éleve par une opinion sublime, il tient à son siecle par l'expression. Il parle de la sphere des étoiles, parce qu'Eudoxe, suivant les pas timides de ses prédécesseurs;

avoit imaginé des calotes sphériques pour y attacher les étoiles & les planetes. Les Grecs, dans leurs petites idées philosophiques, plaçoient toutes les étoiles à la même distance, & les semoient sur une voûte assurée & concave, emportée par un mouvement unique autour de la terre. Celui qui conçoit, qui produit une idée sublime, ne la borne point par une restriction puérile; c'est celui qui l'adopte, & qui la voit à travers les préjugés de son tems : elle prend nécessairement leur couleur. Mais une vérité neuve ne porte ni les vêtemens de la nation, ni les livrées du siecle, elle est nue en venant au monde.

Nous penchons donc à croire que cette opinion de la distance infinie des étoiles appartient à l'astronomie primitive. Nous nous sommes engagés de marquer dans la suite de cette histoire, ces débris précieux des connoissances anciennes qui ont survécu au naufrage de toutes les autres. C'est sur l'ensemble d'une infinité de preuves développées ici successivement, que nous avons formé l'opinion établie au commencement de cet ouvrage; elle y est placée suivant l'ordre des tems plutôt que dans l'ordre de nos réflexions; nous en avons fait la base de l'histoire entiere de l'astronomie, tandis qu'elle en est réellement le résultat. Sans une inspection attentive, sans la lumiere que cette idée répand sur les travaux astronomiques de tous les siecles, il n'y auroit eu rien de lié, rien de suivi dans les opérations de l'esprit humain. Il auroit fallu lui attribuer des bizarreries qui ne sont pas naturelles. Sa marche peut être suspendue, mais elle recommence par des pas enchaînés. La production des idées se fait par une filiation non interrompue, comme celle des êtres vivans. Les sciences, les arts ont leur germe & leur principe dans la premiere tête qui s'ouvrit à l'industrie, comme les créatures animées ont la source de leur existence dans le premier individu, appelé par l'être suprême à peupler la terre.

Toute autre maniere de concevoir les progrès de l'esprit humain, nous paroît contraire à son essence. La perfectibilité de l'homme se développe insensiblement par l'exercice de ses organes, & par des progrès analogues à ceux de sa constitution physique, qui se fortifie par degrés dans sa jeunesse, & ne s'altere de même que graduellement dans la décadence de sa vieillesse.

§. XXI.

EUCLIDE fleurit sous le premier des Ptolémées. Euclide, célebre par ses *Elémens*, réunit toutes les vérités géométriques élémentaires, & posa des fondemens durables aux sciences mathématiques. Ce livre quoique très-ancien, n'a rien perdu ni de son mérite, ni de sa réputation. Après vingt siecles écoulés, Euclide est encore le premier instituteur des jeunes gens appelés à la carriere de la géométrie. Nous avons de lui un ouvrage intitulé *des Phénomenes* (*a*). Il roule sur des objets qui intéressoient l'astronomie ancienne; la révolution du premier mobile, l'explication géométrique des ascensions droites & obliques, le lever & le coucher tant des étoiles que des différens points de l'écliptique pour différens climats. C'est un traité de la sphere, mais quoique ce traité ne soit ni cité ni connu, nous croyons qu'il fut le modele de tous les autres ouvrages de ce genre. Peut-être Euclide est-il le premier qui ait expliqué d'une maniere géométrique les phénomenes des différentes inclinaisons de la sphere.

Les noms avoient changé. Aux tems d'Eudoxe, de Chiron, & sans doute plus anciennement encore dans l'Orient, la sphere signifioit la description du ciel, des constellations, &

(*a*) Il est imprimé dans les œuvres du Pere Mersenne.

de leurs positions tant entr'elles qu'à l'égard des grands cercles du monde. On ne soupçonnoit seulement pas que les phénomènes du lever & du coucher des astres fussent différens dans d'autres pays. Les voyages instruisirent les esprits attentifs. Dès qu'on eut reconnu que ces phénomenes n'étoient pas partout les mêmes, on en chercha la cause générale. Les Grecs construisirent à Alexandrie de grandes armilles d'airain, composées, comme nous l'avons décrit (*a*), d'un équateur & des deux colures, mobiles sur deux pôles, sous un méridien fixe & perpendiculaire à l'horison. Chacun de ces cercles étoit une armille; l'assemblage fut nommé sphère : c'est de là que nous avons pris le mot de sphere armillaire. Ces Grecs avoient puisé dans l'école de Platon l'esprit géométrique, & la méthode de résoudre les questions difficiles, en les considérant dans les cas extrêmes : ils placerent leur sphere dans une position verticale. Le pôle étoit au zenith, l'équateur dans l'horizon. Alors les étoiles qui sont au-dessus de l'équateur ne se couchent point, celles qui sont au-dessous, ne se levent jamais; le soleil six mois au-dessus, & six mois au-dessous, ne fait dans le cours de l'année, qu'un jour & qu'une nuit; tous les astres, dans la *révolution diurne*, décrivent des cercles parallèles à l'horizon. Voilà les phénomènes du pôle où la *sphere* est *parallèle*. Ils examinerent le cas opposé ; c'est celui où l'équateur perpendiculaire passe par le zenith, où les deux pôles sont dans l'horizon. Alors ce cercle coupe l'équateur & tous les parallèles diurnes en deux parties égales ; une moitié du ciel succede sans cesse à l'autre ; le soleil fait les jours égaux aux nuits pendant toute l'année. Ce sont les phénomènes qui ont lieu sous l'équateur où la *sphere* est *droite*. Dans tous les cas inter-

(*a*) Astronomie ancienne, Liv. II.

médiaires, où le pôle eſt plus ou moins élevé ſur l'horiſon, les phénomènes participent plus ou moins de ces deux cas extrêmes, tous les aſtres ſe levent obliquement; c'eſt ce qu'on appelle la *ſphere oblique*, ou inclinée. Ici naquit la théorie de la ſphere: c'eſt-à-dire, la connoiſſance des grands cercles du ciel, & de leur poſition relativement à l'horiſon; d'où réſultent les phénomènes des levers & des couchers relatifs au climat. Cette ſcience eſt due à l'école d'Alexandrie. Les Orientaux ne la connurent point, ou du moins ne la connurent qu'imparfaitement. Ce fut l'ouvrage des Grecs, qui toujours portés à généraliſer, procéderent par des regles plus sûres dans cette école, avec le ſecours de la géométrie. Euclide recueillit ces regles, & en forma les élémens de la théorie de la ſphere.

§. XXII.

Nous plaçons ici Manethon, Egyptien célebre dans la ſcience de l'aſtrologie, ainſi que dans les lettres greques & égyptiennes. Il eſt connu par les extraits de ſon hiſtoire des Rois d'Egypte, inſérés dans Joſephe & dans le Sincelle. Tous ſes ouvrages ſur l'aſtronomie, la phyſique & la chronologie ont péri. Un ſeul intitulé *Apoteleſmatica*, fut retrouvé dans la bibliotheque des Médicis à Florence; ce manuſcrit étoit très-ancien. Lucas Holſtemius douta cependant de ſon authenticité; mais Gronovius y a trouvé des ſignes d'antiquité ſi manifeſtes, qu'il a levé tous les ſoupçons. Au reſte, en le traduiſant, il n'a pas fait un grand préſent au public. C'eſt un ouvrage purement aſtrologique, qui renferme la ſcience de la divination égyptienne par le ſecours des aſtres. Dans le ſecond livre on trouve quelques principes de la ſphere, des notions ſur les conſtellations & ſur leur poſition reſpective. Manethon y parle du pôle & de la petite Ourſe; ainſi elle étoit connue avant

Hipparque. Manethon étoit prêtre de Diospolis. Son ouvrage est dédié à un Ptolémée. Weidler & Gronovius pensent que c'étoit à Ptolémée Philadelphe. La chose même seroit démontrée, puisqu'il ne cite ni Ptolémée l'astronôme, ni Hipparque, si l'envie que ces prêtres d'Egypte devoient porter aux philosophes d'Alexandrie, ne faisoit pas croire qu'il pouvoit avoit affecté de ne les point citer. L'ouvrage même de Manethon est peut-être une espece de combat qu'il a voulu livrer à la philosophie naissante. Mais puisqu'il dit lui-même ailleurs (*a*) qu'il a consulté les colonnes de Thauth, si au lieu des rêveries astrologiques, dont son livre est composé, il nous eût donné l'extrait de tout ce qu'il y avoit d'astronomique, sur ces colonnes, nous aurions des monumens précieux de la plus haute antiquité : il auroit rendu service à l'astronomie.

§. XXIII.

ERATOSTHENES, successeur d'Aristarque dans l'école d'Alexandrie, naquit à Cyrene, la premiere année de la 126e olympiade, 276 ans avant J. C. : justement célebre par des travaux utiles & glorieux à l'astronomie, il fut instruit dans la philosophie par Ariston de Chio, dans la grammaire par Lysimaque Cirenéen, dans la poësie par Callimaque ; car les philosophes de ce tems devoient être encore poëtes. Les institutions antiques s'étoient conservées, & la poësie, que nous appelons le langage des dieux, étoit jadis la langue consacrée aux merveilles de la nature.

Ptolémée Evergetes appela Eratosthenes à Alexandrie, où il fut chargé du soin de la bibliothèque, jusqu'au cinquieme des Ptolémées surnommé Epiphanes (*b*). On dit qu'il fut

(*a*) Eusèb, *in chronico*, *Lib. I*, *p. 6*. Weidler, p. 16.

(*b*) Suidas. Weidler, Hist. astr. p. 131.

inventeur

l'inventeur des Armilles, ou du moins que ce fut en sa faveur & pour lui faciliter les observations, que Ptolémée Evergete fit placer ces instrumens dans l'observatoire d'Alexandrie (*a*). Mais nous avons fait voir que ces instrumens, déjà connus dans cette ville, sont infiniment plus anciens (*b*). Eratosthenes les avoit peut-être perfectionnés. Ptolémée en fit construire sans doute de plus grands & de plus exacts, & l'astronome, en dirigeant utilement la magnificence du Prince, prépara les succès d'Hipparque.

§. XXIV.

C'EST avec ces instrumens qu'Eratosthenes entreprit de mesurer l'obliquité de l'écliptique; ou plutôt le double de cette obliquité, c'est-à-dire, la distance des deux tropiques. Son observation est authentique & précieuse. Elle ne laisse de doute que celui qui peut naître de l'erreur des observations (*c*). Quoiqu'il nous reste peu de détails sur ces tems, encore anciens relativement à nous, nous y voyons cependant ce que nous avons inutilement cherché dans l'Inde & dans la Chaldée, c'est-à-dire, un développement successif, une marche constante vers un but, des progrès enchaînés, & des idées liées par la parenté avec celles qui les précedent, & avec celles qui les suivent. Nous n'avons aucune connoissance absolue des choses de la nature. Le froid, la chaleur, la lumiere, la couleur, la dureté, la grandeur, la force, le mouvement, toutes ces qualités des êtres matériels ne sont que des rapports. Nous savons seulement que l'un est plus grand, ou se meut plus vîte que l'autre. C'est en rapprochant, c'est en comparant ces

(*a*) Ptolémée Almag. Lib. I, c. 11. Weidler, p. 132.

(*b*) Astron. anc. Liv. II.

(*c*) Eclairç. Liv. I, §. 20.

êtres, que nous parvenons à la connoiſſance relative qui nous eſt permiſe. La comparaiſon eſt donc le premier pas de toutes les ſciences; elle eſt dans tous les tems le but de toutes les opérations. Les aſtronômes d'Alexandrie avoient connu ce principe, ils en avoient fait le guide de leurs travaux. Appliqués à fonder l'aſtronomie, à s'avancer vers la connoiſſance des mouvemens des planetes, Ariſtille & Timocharis s'étoient occupés à fixer le lieu des étoiles, pour déterminer le ſens de ces mouvemens dans les eſpaces du ciel. Ariſtarque avoit ſenti que pour en eſtimer la quantité, il falloit les comparer à celui du ſoleil, & la durée des révolutions à la longueur de l'année. Mais il falloit avant tout, connoître le mouvement même qu'on choiſiſſoit pour meſure; c'eſt dans cette vue qu'il obſerva des ſolſtices, pour qu'on pût s'aſſurer de la longueur de l'année, & qu'il compara la diſtance de la lune à celle du ſoleil, pour avoir une idée de ſa diſtance. Eratoſthenes apperçut encore une recherche fondamentale, c'eſt de déterminer le ſens du mouvement du ſoleil dans le ciel, de marquer la trace de ſa route à travers les étoilles, & de fixer la poſition de l'écliptique relativement à l'équateur; ou, ce qui revient au même, de fixer la poſition du zodiaque dont aucune planete ne s'écarte. On avoit déjà une détermination de cet élément, mais elle étoit ſuſpecte par ſon antiquité. Nous avons dit que les anciens faiſoient l'obliquité de l'écliptique de 24°, ſoit que ce fût réellement une eſtimation en nombres ronds, ou une obſervation plus préciſe dont les détails ont été perdus avec tant d'autres. Eratoſthenes trouva la diſtance des tropiques de 47° avec plus de deux tiers, & moins de trois quarts de degré, c'eſt-à-dire entre 47° 40′, & 47° 45′, le milieu eſt 47° 42′ $\frac{1}{2}$; d'où réſulte pour l'obliquité de l'écliptique, la moitié de cette quantité, 23° 51′ $\frac{1}{4}$.

Cette obſervation ſeroit entierement précieuſe, ſi elle étoit exacte, ou du moins ſi on connoiſſoit la limite de ſon erreur. (*a*). Les partiſans de la diminution de l'obliquité de l'écliptique s'appuient de ſon authenticité, les adverſaires de cette opinion argumentent ſur l'incertitude d'une obſervation faite avec des inſtrumens, peut-être aſſez groſſierement fabriqués, & certainement dénués des inventions qui fondent l'exactitude moderne. Nous diſcuterons amplement dans nos éclairciſſemens cette queſtion de l'exactitude des inſtrumens anciens, & nous nous bornerons à en donner ici le réſultat, qui eſt que dans ces commencemens de l'aſtronomie moderne, une obſervation bien faite ne pouvoit pas être aſſujettie à une erreur de plus de cinq minutes (*b*). Il paroît donc conſtant qu'au ſiecle d'Eratoſthenes l'obliquité de l'écliptique étoit au moins de 23° 46′.

§. XXV.

Une autre entrepriſe plus extraordinaire, plus délicate & plus difficile que la détermination de l'obliquité de l'écliptique, fut celle de la meſure de la terre. Elle a immortaliſé Eratoſthenes, quoique les modernes, en la comparant à leurs meſures, & en ſe trompant ſur l'évaluation des ſtades, l'ayent cru fort éloignée de la vérité. Nous traiterons de l'évaluation de ce ſtade, dans le quatrieme livre, où nous réunirons les efforts de l'induſtrie & les travaux des anciens pour la meſure de la terre. Mais on retrouve ici la ſuite des progrès enchaînés que nous avons déjà montrés. Ariſtarque avoit eſtimé le rapport de la diſtance de la lune à celle du ſoleil. Il ſavoit, ou par la tradition d'une connoiſſance plus ancienne, ou par une obſervation

(*a*) Eclairc. Liv. I, §. 19 & 20.

(*b*) Eclairciſſemens, *ibid.*

dont les détails ne nous sont point parvenus, que la distance de la lune à la terre étoit égale à 56 demi-diametres de notre globe. Ces grandeurs, entre lesquelles l'homme établissoit des rapports, lui étoient tout-à-fait inconnues. Il ne connoît que ce qu'il a vu de ses yeux, ou touché de sa main. Il falloit donc ramener ces grandes mesures à des mesures qui lui fussent plus familieres; à des intervalles qu'il eût parcourus; tels que le stade, la coudée, qui lui servoient alors à déterminer la longueur des chemins & des distances dans les lieux de son habitation. Le sein du globe est inaccessible pour en mesurer le diametre; mais le rapport approché de ce diametre à la circonférence, connu par la géométrie, réduisoit la difficulté à celle de la mesure de cette circonférence; alors les rapports de toutes ces grandeurs étoient connus les uns par les autres. La distance du soleil par celle de la lune; celle-ci par l'étendue du diametre du globe; & ce diametre déterminé par la circonférence, dès qu'elle seroit mesurée. Ce n'étoit pas la premiere fois qu'on avoit tenté de mesurer la terre; les anciens Chaldéens l'avoient fait par une sorte d'estimation (*a*). Nous avons dit que dans des tems plus anciens, le peuple qui perfectionna les sciences dans l'Asie, étoit parvenu à une détermination fort exacte (*b*). C'est ce que nous développerons avec détail, & par des preuves assez fortes dans la suite de cet ouvrage (*c*).

Pline (*d*) parle d'un certain géometre nommé Dyonisiodore, qui fit placer dans son tombeau, une lettre écrite en son nom à ceux qui vivroient après lui, où il affirmoit que de sa derniere demeure étant descendu jusqu'au centre de la terre, il avoit trouvé la distance de 42000 stades: ce que Pline appelle un exemple de la vanité grecque. De ce rayon de la terre on

(*a*) Astr. anc. Liv. V, §. 13.
(*b*) *Ibid.* Liv. III, §. 13.
(*c*) *Infrà*, Liv. IV.
(*d*) Liv. II, c. 109.

déduit la circonférence de 264000 Stades, ce qui eſt évidemment la même meſure que celle des Chaldéens, rapportée dans l'hiſtoire de l'aſtronomie ancienne (*a*). On peut conjecturer que Dyoniſiodore, inſtruit d'une maniere quelconque de cette meſure, alors peu connue dans la Grece, n'ayant pas oſé la produire comme de lui pendant ſa vie, a imaginé cette ſupercherie pour lui donner, par l'hiſtoire d'un voyage ſouterrein, l'autorité que ſon nom, ſans doute peu célebre, n'auroit pu lui donner.

Le projet d'Eratoſthenes n'étoit donc pas nouveau; mais il ajouta à l'idée des anciens la méthode & la démonſtration qui manquoient à leur meſure; ou du moins il renouvela l'eſprit de cette méthode déjà inventée dans des tems fort antérieurs: car une détermination préciſe, telle que nous la ferons connoître, ſuppoſe une méthode exacte. Ce n'eſt pas le ſeul exemple, dans l'hiſtoire des ſciences, d'inventions pluſieurs fois renouvelées & de l'eſprit humain réparant ſes pertes par de nouveaux efforts.

De la correſpondance exacte des cercles de la ſphere & des cercles du globe, il s'enſuit qu'un degré du méridien terreſtre répond à un degré du méridien céleſte: de ſorte qu'en meſurant à la ſurface de la terre, la diſtance de deux villes quelconques, placées ſous le même méridien, & meſurant en même tems l'arc céleſte intercepté entre les zeniths de ces deux villes, c'eſt à-dire, entre les points du ciel qui ſont verticalement au-deſſus d'elles, on aura l'eſpace qui répond ſur la terre au nombre de degrés compris dans cet arc céleſte. On aura donc, en meſures connues, la longueur d'un degré. Voilà le fondement & le principe de la méthode d'Eratoſthenes.

(*a*) Aſtron. anc. Liv. V, §. 13.

Il eut toutes les facilités nécessaires pour la grande opération qu'il entreprenoit. Le terrein de l'Egypte étoit mesuré par un arpentage, qui devoit être exact, puisque les impositions royales y étoient liées, & que, lorsque les inondations du Nil avoient fait tort à quelque particulier, il avoit soin de faire arpenter de nouveau son héritage, pour qu'on diminuât l'impôt à proportion. On pouvoit, dit M. Freret (*a*), être assuré de l'étendue de l'Egypte à une coudée près. Avec ces ressources pour connoître les distances itinéraires, Eratosthenes possédoit les instrumens que Ptolémée avoit fait construire pour lui, & placer dans l'observatoire d'Alexandrie. Ces instrumens lui répondoient d'une certaine exactitude dans l'observation des distances célestes.

Eratosthenes remarqua que Syenne, ville la plus méridionale de l'ancienne Egypte, & Alexandrie étoient à peu-près sous le même méridien. On ne nous dit point par quels moyens il s'en assura. Il savoit que le jour du solstice d'été, les corps ne jetoient point d'ombre à Syenne, ainsi qu'à cent cinquante stades à la ronde; avec cette particularité, qu'un puits très-profond, placé dans cette ville, étoit entierement éclairé; ce qui marquoit évidemment que Syenne étoit sous le tropique, & qu'au tems où le soleil y arrive, il étoit à plomb sur la tête des habitans de cette ville. En conséquence Eratosthenes mesura, le jour même du solstice à Alexandrie, la distance du soleil au zenith, qu'il trouva de $7^{\circ}\ 12'$. Le soleil au zenith de Syenne, & en même tems éloigné de $7^{\circ}\ 12'$ du zenith d'Alexandrie, montroit que l'arc céleste intercepté entre ces deux villes étoit de $7^{\circ}\ 12'$, ou de la 50e partie de la circonférence; & comme la distance itinéraire avoit été précédemment

(*a*) Mém. Acad. Inscript. Tome XXIV, p. 510.

trouvée de 5000 ſtades par les arpenteurs royaux d'Alexandre & des Ptolémées (*a*), Eratoſthenes en conclut que la circonférence de la terre étoit de 250000 ſtades, & le degré de 669 $\frac{1}{2}$. Cette meſure n'a pas été juſqu'ici évaluée & rapportée à nos meſures modernes, par la difficulté de fixer l'eſpece de ſtades dont Eratoſthenes a fait uſage. Nous croyons avoir trouvé le moyen de diſtinguer tous les ſtades anciens & d'en fixer la valeur. Nous en donnerons le détail (*b*) Il ſuffira de dire que le ſtade dont il s'agit ici étoit de 85 toiſes 3 pieds 7 pouces. Le degré qui réſulte de l'opération d'Eratoſthenes étoit donc de 59442 toiſes (*c*), & plus grand de 2400 toiſes que celui qui a été meſuré aux environs de Paris. Cette erreur n'eſt pas conſidérable pour un premier eſſai. On ne peut pas attendre de cette détermination une plus grande exactitude ; le mérite eſt de l'avoir imaginée, exécutée, & la gloire de l'aſtronôme eſt que les modernes n'ont rien ajouté à ſa méthode ; s'ils ont mieux réuſſi, s'ils ont approché plus près de la vérité, c'eſt par les progrès des arts, & par la perfection des inſtrumens.

§. XXVI.

M. Weidler (*d*) rapporte, d'après Plutarque (*e*), que, ſuivant Eratoſthenes, la diſtance de la lune à la terre étoit de 780000 ſtades, & celle du ſoleil de 804000000. On ne nous dit point par quelle méthode il y étoit parvenu. Nous ne parlerons point de la diſtance de la lune qui eſt beaucoup trop petite ; mais ce qui eſt très-extraordinaire, c'eſt que cette diſ-

(*a*) *Marcianus Capella, de nuptiis, L. VI,* p. 194.
(*b*) *Infrà*, Liv. IV. Eclair. Liv. III. § 5.
(*c*) Eclairc. Liv. I, §. 17 & 18.
(*d*) Hiſt. Aſtr. p. 132.
(*e*) Opinions des philoſophes, *Lib. II, cap.* 31.

tance du ſoleil de 804000000 de ſtades, comparée au rayon du globe de 39772, tel qu'il réſulte de la meſure même d'Eratoſthenes, place le ſoleil à une diſtance de 20200 de ces demi-diametres (*a*); diſtance qui eſt préciſément égale à celle qui a été déterminée dans le ſiecle dernier & dans celui-ci par M. Caſſini, par M. de la Caille & par les plus habiles aſtronômes : diſtance qui eſt encore la même que celle qui réſultoit du paſſage de Vénus ſur le ſoleil en 1761. Et ſans le dernier paſſage de 1769, où l'on a répété les obſervations, nous ne ſerions pas plus avancés que ne l'étoit Eratoſthenes. Nous ne devons pas diſſimuler que ce nombre de 804000000 ne ſe trouve point dans l'original grec de Plutarque (*b*); on ne le trouve que dans la traduction de Xilander, qui aura puiſé cette leçon dans quelque manuſcrit ignoré. On ne peut pas ſuppoſer que ce nombre ait été ſubſtitué au véritable par le traducteur; cette ſuppoſition ſeroit abſurde, ſans en être plus utile; car au tems de Xilander (*c*), on ne connoiſſoit pas aſſez bien la diſtance du ſoleil à la terre. On croyoit le ſoleil moins éloigné de plus de la moitié de ſa diſtance.

Il y a bien loin de ces déterminations à celles d'Ariſtarque. Il plaçoit le ſoleil dix-neuf fois plus loin que la lune. Ici c'eſt trois cents fois & plus. On ne peut pas faire tant de chemin en ſi peu de tems. D'ailleurs de pareilles déterminations ſont d'une longue recherche, & demandent des obſervations délicates que les inſtrumens d'Eratoſthenes ne permettoient pas. S'il eût ſeulement tenté de les faire, ſes eſſais & ſes moyens nous ſeroient parvenus comme ceux des meſures de l'obliquité de l'écliptique & de la circonférence de la terre. Si cette diſtance

(*a*) Il en réſulte une parallaxe de dix ſecondes & demie.

(*b*) Edit. greq. de Wechel à Franc. en 1599.

(*c*) Xilander étoit né à Auxbourg en 1532.

du

du ſoleil a été réellement donnée par Eratoſthenes, ſi l'on ne veut pas ſuppoſer qu'il l'avoit imaginée au haſard, ce qui ſeroit bien bizarre, il faut croire qu'il l'avoit puiſée dans quelque manuſcrit de l'orient, & cet élément donneroit une haute idée de l'aſtronomie perdue. Nous ne ſavons pas quels moyens les anciens ont employés pour parvenir à ce réſultat ſi exact & ſi ſingulier. Nous avouons qu'il appartient à une aſtronomie très-perfectionnée. Placés entre deux difficultés très-fortes, l'une, qu'Eratoſthenes, Plutarque ou Xilander ayent inventé ce nombre pour leur plaiſir & pour nous tromper, & qu'ils ayent été ſervis par un coup unique du haſard, l'autre, que l'état des ſciences ait été jadis aſſez perfectionné pour permettre de réuſſir dans l'obſervation la plus délicate de notre ſiecle; obſervation qui demande de longs travaux, des aſtronômes aſſidus, intelligens, & des inſtrumens parfaits: nous aimons mieux croire ce qui eſt extraordinaire que ce qui eſt abſurde. Il nous paroît plus naturel que les hommes, partis également de l'ignorance, ſoient revenus deux fois au même degré de lumiere. Nous imaginons difficilement la malice ſans motifs & ſans fruit; nous aurions encore plus de peine à nous perſuader que le ſort eût récompenſé l'impudence du menſonge par une véritable divination. Si nous n'avons point placé cette connoiſſance de la diſtance du ſoleil au rang de celles que nous avons attribuées à l'aſtronomie antédiluvienne, c'eſt par la fidélité qu'exige notre miniſtere, & par reſpect pour la vérité de l'hiſtoire. L'exiſtence de cette ancienne aſtronomie nous paroît infiniment probable, mais ce n'eſt pas à nous à prononcer ſi c'eſt une vérité. En conſéquence nous avons cru devoir placer les faits, conſerver les découvertes à leurs ſiecles & aux tems déſignés. Après avoir rempli ce devoir, nous nous ſommes permis de diſcuter les faits, &

d'éclairer l'histoire par la philosophie, en montrant que, suivant une critique judicieuse, la plupart de ces découvertes ne sont que des adoptions.

§. XXVII.

Eratosthenes n'avoit pas des notions si exactes sur la grandeur du soleil; car il pensoit que son diametre étoit seulement vingt-sept fois plus grand que celui de la terre (*a*). S'il eût su déterminer la distance du soleil, il l'auroit comparée au rayon de la terre mesuré par lui, au diametre apparent du soleil déterminé par Aristarque; & il en auroit conclu que ce diametre étoit au moins 90 fois plus grand que celui de la terre. Mais l'astronomie n'étoit pas alors assez avancée, pour que l'on fît ces rapprochemens & ces comparaisons: & par conséquent, elle étoit encore bien loin de permettre des recherches aussi difficiles que celle de la distance vraie du soleil.

Une justice qu'il convient de rendre à Eratosthenes, c'est qu'il semble être le premier qui ait entrepris le dénombrement des étoiles. Pline, qui attribue à Hipparque cette idée premiere & digne en effet d'éloges, la célebre avec le plus grand enthousiasme. Nous montrerons quel fut à cet égard le mérite & la gloire d'Hipparque. Nous soupçonnons qu'il a pu être prévenu par les anciens Orientaux (*b*); mais il est certain qu'Eratosthenes, avant lui, s'étoit appliqué à décrire les constellations, avoit même compté les étoiles qu'elles renferment. Il en avoit trouvé 675. Une partie de cet ouvrage nous a été conservée (*c*).

Tant de travaux & d'entreprises mémorables ont immor-

(*a*) *Macrobii somn. Scip. Liber I, cap.* 20.

(*b*) *Infrà* Liv. III & Liv. VII.

(*c*) Ce fragment d'Eratosthenes est imprimé à la suite des phénomenes d'Aratus, dans l'édition greque d'Oxford.

talisé Eratosthenes. Fabricius a fait le dénombrement de ses ouvrages (*a*), dont aucun ne nous est parvenu entier (*b*) : il ne nous en reste que quelques fragmens. Eratosthenes avoit beaucoup écrit sur la géographie : Strabon le cite souvent ; Hipparque l'a critiqué en l'admirant (*c*). On lui avoit donné le surnom de Béta, la seconde des lettres de l'alphabet grec, pour marquer que s'étant appliqué à toutes les sciences, il n'avoit que le second rang dans chacune (*d*). Après avoir poussé sa carrière jusqu'à quatre-vingt ans, il perdit la vue. Ce grand homme affligé de cette perte, forcé de quitter & le travail, & le spectacle du ciel, se laissa mourir de faim (*e*).

§. XXVIII.

Conon de Samos paroît avoir vécu vers la 130e olympiade, ou 260 ans avant J. C. Ptolémée le cite (*f*), comme ayant fait des observations en Italie ; mais ce sont des observations suivant les anciennes méthodes. Elles n'avoient pour objet que le lever & le coucher des étoiles. Il rassembla toutes les éclipses conservées chez les Egyptiens (*g*). On attribue à Conon la constellation de la chevelure de Bérénice. Cette Reine étoit femme de Ptolémée Soter ; elle fit vœu de consacrer à Vénus ses cheveux, qui étoient d'une beauté singuliere, si son mari revenoit triomphant de la guerre d'Asie. Elle accomplit son vœu, & suspendit ses cheveux dans un temple de Vénus. Comme ils disparurent au bout de quelque tems, on dit qu'ils avoient été enlevés par les Dieux ; & Conon attaché à

(*a*) Fabricius, biblioth. greq. *Lib. III.*

(*b*) Eratosthenes avoit fait un commentaire sur l'Octaéteride d'Eudoxe. Geminus, Chap. VI, p. 34.

(*c*) Pline, *Liv. II*, chap. dernier.

(*d*) Mém. Acad. Inscr. Tome IX, p. 403.

(*e*) Weidler, p. 131.

(*f*) Ptolém *de apparentiis. In Uranologion.* p. 93.

(*g*) Seneq. *Quest. nat. Lib. VII*, c. 3.

Ptolémée Philadelphe, fils de cette Reine, les plaça au ciel dans un amas d'étoiles, & sous le nom de chevelure de Bérénice (*a*).

Archimede, contemporain de Conon, cet ancien & fameux géometre, le Newton de l'école greque, a mérité aussi le nom d'astronôme. Nous avons déjà détaillé son observation curieuse du diametre du soleil. Nous ne dirons point, pour lui faire honneur, que, suivant le témoignage de Cicéron (*b*), il faisoit le soleil plus grand que la terre; cette opinion n'étoit ni nouvelle, ni particuliere à Archimede. Mais nous dirons que Ptolémée le cite pour avoir fait des observations de solstices (*c*), ce qui caractérise vraiment l'astronôme. Nous produirons la sphere qu'il construisit, où les mouvemens du soleil, de la lune & des cinq planetes, étoient représentés chacun avec la vîtesse qui lui est propre, & avec tant d'art, que Cicéron (*d*) a dit d'Archimede qu'il avoit fait, en imitant ces mouvemens, plus que la nature en les produisant, puisque quelques-uns de ces mouvemens étoient plus réguliers que les vrais mouvemens célestes. Mais corriger ainsi la nature, c'est la défigurer au lieu de l'embellir. Ses inégalités sont une perfection; & cette prétendue régularité ne seroit aujourd'hui qu'un défaut dans une pareille machine.

On sait qu'Archimede, méditant profondément au milieu du tumulte, périt lorsque Syracuse fut prise par Marcellus, 212 ans avant J. C. Dans ces momens de brutalité & d'ivresse, où une soldatesque effrénée a le droit de tuer des citoyens sans défense, un soldat disposa de la vie d'un grand homme, & termina des jours utiles à l'univers. Marcellus, dont il avoit

(*a*) Eclairc. Liv. I, §. 21.
(*b*) Quest. Acad. *Lib. II, c.* 36.
(*c*) Almag. *Lib. III, c.* 2.
(*d*) Eclairc. Liv. I, §. 22.

retardé la conquête, le regretta, & rendit cet honneur à sa mémoire, qu'il maudit son meurtrier, & ne voulut jamais le voir.

§. XXIX.

Il semble qu'il y ait des tems où la nature soit plus féconde, tant par le nombre que par l'énergie de ses productions. Il est des époques où elle fait naître les grands hommes à côté les uns des autres, réunis comme des faisceaux de rayons pour jeter dans le reste des siecles une lumiere forte & durable. Aucune époque ne fut plus remarquable à cet égard que celle de l'école d'Alexandrie. Aux grands hommes dont nous venons de parler, se joint Apollonius de Perge, qui fut leur contemporain, vers 230 ou 240 ans avant J. C. Les disciples d'Euclide lui ouvrirent la carriere des mathématiques. Il fut célebre dans la géométrie par son traité des sections coniques, où il étend & démontre les propriétés de ces courbes. Il doit l'être dans l'astronomie, pour avoir tenté le premier d'expliquer les causes des stations & des rétrogradations des planetes. C'est lui qui inventa les *épicycles*, ou du moins qui démontra (*a*) la proportion nécessaire entre l'*épicycle* & le *déférent*, pour produire les stations & les rétrogradations. Cette démonstration seroit encore une véritable invention.

Les anciens, c'est-à-dire les Chaldéens, les Chinois, & sans doute ceux qui les ont précédés, avoient remarqué que chaque année les cinq planetes, Saturne, Jupiter, Mars, Vénus & Mercure rallentissoient d'abord leur vîtesse, paroissoient ensuite stationnaires, & finissoient par prendre un mouvement rétrograde. Ces phénomènes, s'ils avoient été réels, auroient détruit

(*a*) Almageſt, *Lib. XII*, *c.* 1.

l'erreur la plus chere à toute l'antiquité, celle de l'uniformité du mouvement des aſtres. On a toujours ſenti, comme par une eſpece d'inſtinct, que la nature n'agit que par des voies ſimples, & on entrevoyoit qu'elle devoit avoir un principe unique. Ce principe, ſelon les anciens, étoit le mouvement uniforme dans une orbite circulaire. C'étoit une erreur, mais cette erreur fut utile; elle fit faire un pas vers la vérité, en portant à croire que ces phénomènes n'étoient qu'apparens. Pour ſauver l'uniformité, qui ſembloit ſe démentir dans les ſtations & les rétrogradations des planetes, on imagina de faire tourner uniformément la planete dans un petit cercle qu'on nomma *épicycle*, tandis que le centre de ce cercle tournoit autour de la terre dans un plus grand cercle, appelé le *déférent*, parce qu'il portoit l'épicycle. C'étoit la véritable orbite de la planete. On conçoit que la planete, marchant dans ſon épicycle, va tantôt du même ſens que le centre de l'épicycle, tantôt dans un ſens contraire, &, ſelon les proportions aſſignées par Apollonius, il y a des cas où le mouvement réſultant de cette combinaiſon ſera rétrograde, d'autres où il ſera nul & la planete ſtationnaire (*a*).

§. XXX.

Voila le premier théorême de géométrie dont nous ayons eu occaſion de parler dans cet ouvrage. Il nous fait douter qu'Apollonius ait adopté l'hypothèſe philolaïque ſur le mouvement de la terre. Comment un géometre auſſi habile n'auroit-il pas vu que les ſtations & rétrogradations des cinq planetes naiſſoient de leur mouvement propre & direct, combiné avec le mouvement de la terre; ſes épicycles devenoient inutiles, &

(*a*) Eclairciſſemens, Liv. I, §, 22.

ſa théorie fauſſe. Nous ſommes aujourd'hui très-prévenus contre les épicycles, les déférens, & contre tout cet attirail de cercles dont les ſucceſſeurs d'Apollonius ont, à ſon exemple, chargé l'explication des mouvemens céleſtes. Mais ſi nous voulons examiner cette hypothèſe ſans prévention, avoir égard au petit nombre de phénomenes obſervés & mal obſervés, à l'ignorance des anciens ſur les vrais principes de la phyſique, à ce préjugé ſi profondément enraciné de l'uniformité des mouvemens céleſtes dans une orbite circulaire, nous conviendrons que l'hypothèſe, qui ſatisfaiſoit à tous les phénomènes alors connus, étoit ingénieuſe. On dira qu'elle n'étoit point phyſique; mais pouvoit-on alors apprécier ce qui étoit vraiment phyſique. Nous-mêmes le pouvons-nous aujourd'hui? Que veut-on déſigner par là, ſi ce ne ſont les effets qui découlent des loix de la nature? Or dans un tems où toutes ces loix étoient ignorées, n'étoit-il pas excuſable de ſe tromper ſur les effets qu'elles pouvoient produire? Quel que ſoit l'auteur de cette invention, ce fut un trait de génie de ramener le phénomène, ſi bizarre en apparence, des ſtations & des rétrogradations à l'uniformité qu'on avoit admiſe pour principe.

§. XXXI.

On peut remarquer que l'idée d'Eudoxe de donner à chaque planete autant de ſpheres ſolides qu'elle paroiſſoit avoir de mouvemens différens, eſt le germe de l'idée des épicycles; elle fut ſeulement appliquée avec plus de génie à la théorie des planetes. Eudoxe avoit fait des cieux matériels, des ſpheres entieres pour rendre raiſon d'un mouvement qui s'accomplit dans un cercle. L'eſprit humain dégroſſit ſon ouvrage; on ne laiſſa que ce cercle. On fit d'abord main baſſe ſur tout le reſte; bientôt on fit un pas de plus: on ſentit qu'il étoit

absurde de faire mouvoir ce cercle pour faire marcher la planete, tandis qu'il étoit beaucoup plus simple de la faire marcher elle-même, en la supposant assujettie par une cause quelconque à décrire un cercle. Ensuite, pour représenter plusieurs mouvemens, on imagina plusieurs cercles : on les fit mouvoir en même tems que la planete, & ce furent les épicycles. Voilà un véritable développement. Une connoissance naît des connoissances qui la précedent, & se joint à elles pour étendre la science. Ce ne sont plus des débris, ce sont des élémens.

§. XXXII.

Nous soupçonnons qu'Apollonius pourroit bien être l'inventeur de la méthode des projections. Nous ne voyons pas qu'il en soit question dans l'histoire des mathématiques avant l'époque où nous sommes. Or il n'est pas possible de douter que cette méthode n'appartienne à l'école d'Alexandrie, par l'application qu'on en fit alors à la perfection des cadrans solaires & des horloges (*a*). On ne peut en faire honneur qu'au génie d'Archimede ou à celui d'Apollonius ; & il nous semble que le géometre de Syracuse n'avoit point appliqué à l'astronomie l'esprit géométrique qu'il a fait briller dans tant d'ouvrages. Nous l'avons vu imaginer & exécuter, avec autant de sagacité que d'adresse, l'observation délicate du diametre du soleil ; mais nous ne voyons nulle part qu'il ait cherché à rendre raison des phénomènes célestes par le secours de la géométrie.

§. XXXIII.

Malgré la vénération que nous inspirent le mérite & la

(*a*) Eclaircissemens, Liv. II.

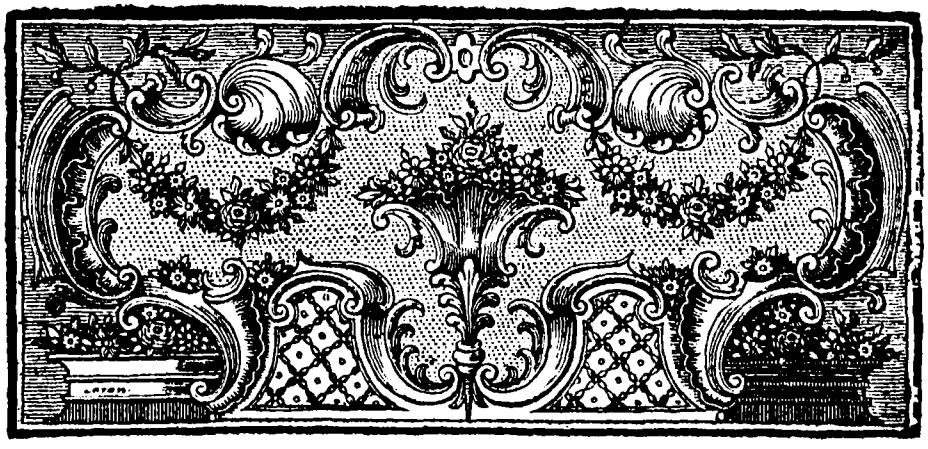
mémoire

mémoire d'Archimede, nous oferons lui faire un reproche, c'eſt de n'avoir pas dérobé à Apollonius l'idée d'appliquer la géométrie à l'aſtronomie. Il ne manque à ſa gloire que cette application, faite ſous ſes yeux, & cependant ſi digne de ſon génie. Cette idée heureuſe & féconde a fait une révolution dans la ſcience, en lui donnant une marche plus sûre & des progrès plus rapides. La méthode des projections & celle des épicycles en attribuent tout l'honneur à Apollonius.

Il ne paroît point que la géométrie ait été cultivée jadis dans l'Aſie. Quelque haute idée que nous ayons des connoiſſances du peuple antérieur, qui a marché le premier vers la lumiere, nous croyons que la géométrie a pu manquer à ſes progrès. Infiniment utile pour la recherche des cauſes, elle ne l'eſt pas également pour la connoiſſance des effets. Les anciens y ſuppléerent par la patience & ſur-tout par le tems. L'aſtronomie ne ſuppoſe néceſſairement que la connoiſſance du cercle, & cette figure étoit donnée par les mouvemens céleſtes mêmes. La premiere connoiſſance géométrique appartient peut-être à l'aſtronomie, la plus ancienne de toutes les ſciences. L'hiſtorien des mathématiques nous eſt témoin que le ſavoir des Chinois en ce genre, & celui des Egyptiens à qui on attribue l'invention de la géométrie, ſe réduit à fort peu de choſe. (*a*). Nous en concluons que la géométrie, lors de la fondation de l'école d'Alexandrie, étoit une ſcience nouvelle qui tenoit ſon exiſtence des philoſophes Grecs, & ſur-tout de Platon; ſon application à l'aſtronomie ouvrit une vaſte carriere. En avouant que l'aſtronomie a beſoin de ſon appui, nous ſommes loin d'attribuer la ſupériorité à la géométrie. Indépendante de toutes les ſciences, elle les dirige toutes, mais ce n'eſt pas

(*a*) Hiſtoire des math. T. I, p. 52.

comme ſouveraine. Les autres ſciences ſont phyſiques, elles exiſtent dans le ſein de la nature. La géométrie eſt née dans la tête de l'homme; elle eſt le réſultat de ſa maniere de voir; il eſt naturel qu'elle ſoit applicable à tout. La géométrie & l'aſtronomie ſe touchent par des rapports directs, par une liaiſon intime; elles ont pour objet l'étendue & le mouvement. Ce ſont deux ſœurs, qui doivent mutuellement s'aimer & ſe ſervir. La géométrie, par une marche plus sûre, conduit à des vérités, peut-être inacceſſibles ſans elle; mais le théâtre de ſa gloire eſt l'ouvrage de ſon aînée: ſi l'aſtronomie a beſoin de ſon ſecours, la géométrie elle-même n'eſt qu'un inſtrument dans les mains de l'aſtronôme. Quand il s'agit d'expliquer les phénomènes, le choix des obſervations & l'adreſſe du calcul y concourent également; & l'art de les mettre en œuvre appartient au génie, qui n'eſt pas plus étranger à l'aſtronôme qu'au géometre.



HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE SECOND.

Des Instrumens dont on a fait usage dans l'école d'Alexandrie.

§. PREMIER.

L'ESPACE & le tems, voilà ce que l'homme se propose de mesurer ; l'un circonscrit son existence momentanée, l'autre accompagne son existence successive. Ces deux étendues sont liées par une relation nécessaire, qui est le mouvement. Dès qu'il est constant & uniforme, l'espace est connu par le tems, le tems est mesuré par l'espace. Nous l'avons dit; l'homme n'a point en lui la constance & l'uniformité : différemment modifié à chaque instant, il est changeant, inégal, & trop peu durable, pour être la mesure de la durée.

L'aſtronomie, en étendant la ſphere de ſes penſées, lui a montré l'univers comme un eſpace ſans bornes, où ſe perd la conception humaine; tandis que le tems, revêtu du même caractere de grandeur & d'immenſité, proportionne la durée du monde à ſon étendue. Cependant placé, perdu dans ces deux infinis, l'homme a voulu connoître l'univers par ſes rapports, reſſerrer cette grande idée, ſans l'altérer, pour la placer dans ſa tête; & ſe figurant la marche inſenſible du tems par des rapports ſemblables, il s'eſt fait une idée du paſſé qui n'eſt plus, de l'avenir qui ne ſera peut-être jamais, & il a poſé devant lui le tableau de l'état paſſé, préſent & futur du monde.

§. II.

Ce ſont-la les fruits de ſa curioſité & de ſon génie; nous devons développer ici les moyens qu'il a employés. La ſphere de nos organes eſt très-bornée: elle ne ſuffit ni à la volonté, ni aux deſirs. L'homme, ſi intéreſſant par les progrès de ſa raiſon, par les produits de ſon imagination, eſt ſur-tout digne d'être admiré dans l'invention des inſtrumens, qui ſont les plus utiles & en même tems les plus grandes de ſes penſées. Il a multiplié ſa force & s'eſt aidé de celle des élémens; il a augmenté le pouvoir de ſes ſens: il en a rectifié l'uſage, aſſuré le rapport, & il a ajouté à ſa puiſſance phyſique une étendue & une exactitude que la nature ſembloit lui avoir refuſées.

Cependant en acquérant de nouveaux organes, nous avons peut-être affoibli, diminué le pouvoir de nos organes naturels. Moins exercés, ils ont perdu la perfection qu'ils pouvoient tenir de l'habitude. Seroit-ce un paradoxe d'avancer que cette perte a été avantageuſe? Nous ſommes devenus plus capables de méditation; l'eſprit s'eſt plus développé, lorſque le phyſique

a été plus circonſcrit. La nature nous entoure de ſes opérations, tout eſt ſans ceſſe en mouvement autour de nous, des ſens trop délicats nous retirent trop ſouvent hors de nous-mêmes; ils troublent la mémoire & le retour de nos penſées; l'ame ſenſible eſt toujours en action, l'ame raiſonnable n'a rien à faire. Un homme, qui auroit à chaque inſtant des ſenſations, des idées nouvelles, ſeroit comme un avare qui augmente un tréſor dont il ne jouit pas. Il eſt donc un milieu néceſſaire entre des ſens ſubtils qui fourniroient trop d'idées, & des ſens obtus qui n'en donneroient pas aſſez. Les inſtrumens ont cet avantage, que ce ſont des ſens dont l'homme ne ſe ſert pas toujours; il n'en uſe qu'à ſon gré. Il les interroge pour s'inſtruire, il les éloigne pour méditer ſur leurs rapports, pour combiner leurs produits. Alors réduit à ſes ſens nuds, l'homme, qui ſe retire en ſoi, eſt maître de contempler en paix ce qu'il poſſede : l'eſprit obſervateur ceſſe, & la retraite & le ſilence produiſent le génie.

§. III.

L'Astronomie ſemble ne dépendre que de la vue; c'eſt le ſens le plus étendu, le plus prolongé : Il nous tranſporte partout, & nous fait jouir du ſpectacle entier de l'univers. Mais ſi l'homme n'avoit employé que ſes yeux, la ſcience n'eût pas fait tous les progrès dont elle eſt ſuſceptible. En voyant les aſtres ſemés ſur la voûte du ciel, nous recevons des ſenſations ſéparées, des idées inexactes de lieu, de grandeur & de diſtance. Nous n'avons qu'un guide ſûr, c'eſt le tact, le plus fidelle de nos ſens; il falloit donc atteindre les aſtres, pour s'aſſurer de leur poſition; il falloit les toucher pour les meſurer & les eſpacer. Cette entrepriſe de l'eſprit

humain eſt d'une hardieſſe qui étonne! Elle eut un plein ſuccès; il en réſulta un premier inſtrument, dont l'invention mérite d'autant plus d'être développée, qu'elle eſt devenue fondamentale.

Lorſque nous voulons juger de la grandeur ou de la diſtance, nous touchons les objets. On ſait que ſi la vue parvient à nous en donner l'idée, c'eſt après qu'elle a été long-tems rectifiée dans l'enfance par le toucher. Nous allongeons le bras pour ſaiſir les objets; mais lorſque les objets s'éloignent, lorſque la main ne peut les atteindre, lorſque nous ne pouvons nous tranſporter nous-mêmes, il ſemble que nous ayons atteint les bornes de notre nature & de nos connoiſſances. Les aſtres, qui ſe peignent dans le fond de notre œil, ne laiſſent entr'eux que des intervalles ſerrés par l'éloignement, la vue les repréſente aſſez petits, l'eſprit conçoit qu'ils doivent être grands. Mais de combien ſont-ils grands en effet? Comment éclairer l'eſprit, comment dans ces abîmes de l'eſpace, le toucher rectifiera-t-il le ſens de la vue? On penſa qu'on pouvoit ſe ſervir du rayon viſuel qui atteint l'aſtre le plus éloigné; on imagina l'alidade, c'eſt-à-dire, une longue regle de bois ou de métal, dirigée ſuivant le regard, & qui en fixe la direction. Le rayon viſuel ſe propageant toujours en ligne droite, eſt ſemblable à une corde tendue de l'objet à l'œil. Les petites inventions ſervent de degrés à de plus grandes, l'homme ſonde, examine, touche avec un bâton les choſes qu'il ne peut atteindre; l'alidade n'eſt que ce bâton prolongé juſqu'au terme de la portée de la vue. En mirant à un aſtre, en conduiſant, en couchant le rayon viſuel le long de l'alidade, en la touchant pour régler ſa direction, on touche l'aſtre qui eſt à ſon extrémité, & on s'aſſure qu'il ne s'en écarte pas. Cet inſtrument ſi ſimple, cette regle de bois eſt donc un moyen très-ingénieux,

produit d'une métaphyſique profonde, cachée dans la ſimplicité des opérations.

§. IV.

Ce bâton prolongé par le rayon viſuel, ſuffit pour atteindre un objet ſimple ; mais lorſque cet objet eſt double, ou lorſque l'objet a quelque étendue, il ne ſuffit plus pour embraſſer la diſtance ou la grandeur. Il faut un inſtrument à doubles branches, pour ſaiſir ces diſtances & ces grandeurs, comme par une eſpece de pince. En décrivant des inventions nobles, nous nous ſervons d'un exemple, peut-être un peu vulgaire ; mais ſi l'on ennoblit les petites choſes par de grandes comparaiſons, les choſes élevées & difficiles ſont éclaircies par des exemples familiers. On imita ce qui ſe paſſe dans l'œil, où les rayons viſuels partis de deux objets ſéparés, viennent aboutir, en formant un angle d'autant plus grand que la diſtance réciproque de ces objets eſt plus grande. On avoit déjà fait uſage d'un rayon viſuel, en inventant l'alidade, on vit qu'il falloit employer deux rayons, & unir deux alidades par l'une de leurs extrémités. On pointa vers les deux objets, en dirigeant la vue ſucceſſivement le long des deux regles, & leur écartement fut la meſure de la diſtance : mais ici ſe préſentoient des meſures d'une eſpece nouvelle & inconnue. On a toujours meſuré chaque étendue par une étendue analogue ; les lignes, les longueurs, les chemins par des lignes droites d'une longueur convenue ; les ſurfaces par des carrés ; les ſolides peſans par des cubes ou par des poids. Chaque étendue a ſon module fixe & déterminé par les conventions : ici la meſure étoit un angle. Comment établir la quantité de cet angle, & lorſque les quantités ſont différentes, comment en déterminer le rapport ? Qu'on ſe repréſente les tems, où la géométrie n'étoit

pas née, où les hommes ne s'étoient pas accoutumés à considérer les propriétés des figures, on sentira combien on dût être embarrassé de ces difficultés; combien il fallut de génie pour les résoudre. On y parvint par une suite d'idées, & d'inventions, difficiles parce qu'elles sont les premieres, & sublimes parce qu'elles sont simples. La simplicité est encore aujourd'hui le mérite suprême des inventions nouvelles; c'est le partage des esprits supérieurs: on n'y parvient qu'après des essais, des complications ingénieuses, préliminaires souvent indispensables de la simplicité; & par ce qu'elle coûte d'efforts, aujourd'ui que la lumiere est grande & universelle, que les arts sont freres, que les esprits se communiquent & s'éclairent, on peut juger de ce qu'elle a coûté, lorsque les arts isolés commençoient avec la lumiere, & que le génie, solitaire au milieu de la foule des hommes grossiers, existoit seul contre les difficultés.

On examina le nouvel instrument, on en étudia le jeu. On vit que pour des astres plus distans, il falloit éloigner davantage les deux regles par un mouvement de rotation sur l'extrémité qui leur étoit commune. On acheva la révolution entiere autour de ce centre; & l'on connut que cette révolution devenoit une mesure fixe & invariable. Quelle que fût la distance, grande ou petite des astres, l'intervalle des deux regles étoit toujours une fraction de la révolution entiere; il étoit toujours possible d'en assigner le rapport. On y parvint en rendant les deux regles égales, & en représentant par un cercle de bois ou de métal le chemin que décrivoit l'extrémité de la regle mobile. Cette circonférence divisée en degrés donna les fractions mêmes du cercle, & toutes les distances furent mesurables. Voilà sans doute l'origine du cercle; voilà sans doute encore la source du préjugé si profondément enraciné chez

les

les anciens, que les aſtres ne pouvoient avoir qu'un mouvement circulaire. C'étoit le fruit de l'expérience. Après avoir ſuivi long-tems un même aſtre, au moyen de la regle mobile, il étoit naturel de conclure qu'il avoit fait le même chemin qu'elle. Cette origine de la courbe du cercle nous paroît vraiſemblable & curieuſe. C'eſt ce qui nous a fait dire que la premiere invention géométrique pouvoit appartenir à l'aſtronomie. La métaphyſique, qui nous a guidés pour la retrouver, n'a peut-être pas été ſentie par les inventeurs. Mais l'inſtrument qui en réſulte, le cercle diviſé, la meſure des diſtances céleſtes par les angles & par le mouvement circulaire, ſont dignes de nos éloges & de notre admiration. Les auteurs de cette invention ont été capables de cultiver les ſciences & d'en étendre les progrès. Nos inſtrumens les plus ingénieux, les plus perfectionnés dans ce genre, ne ſont que cet inſtrument primitif. Nous pouvons ſans doute nous applaudir de nos efforts, de nos ſuccès; mais en corrigeant nos maîtres par les progrès des ſiecles, nous devons dire qu'ils ont créé ce que nous perfectionnons

§. V.

Dès que l'inſtrument circulaire fut inventé, on paſſa bientôt à l'invention de la ſphere d'airain que nous avons décrite (*a*). Nous avons expliqué ſa conſtruction, ſa poſition & ſon uſage. Elle étoit en tout ſemblable à la ſphere céleſte. Chacun de ſes cercles s'appeloit une *armille* à Alexandrie, & la ſphere entiere portoit le nom d'*aſtrolabe* (*b*); mais elle ne fut point l'ouvrage de cette école célebre: elle appartient à l'aſtronomie primitive, & elle a néceſſairement la date des déterminations

(*a*) Aſtron. anc. Liv. II, §. 14.

(*b*) Ptolémée Almag. *Lib. V, c.* 1.

aſtronomiques auxquelles les anciens n'auroient pu parvenir ſans ſon ſecours (*a*). On la retrouve à la Chine dans la plus haute antiquité de cet empire (*b*). Mais on n'en apperçoit aucune trace chez les Indiens & chez les Chaldéens : cette invention fut renouvelée par les aſtronômes d'Alexandrie. Ariſtille & Timocharis ont eu des armilles ; Eratoſthenes en fit conſtruire de plus grandes. Nous ignorons les dimenſions de ces inſtrumens ; mais nous penſons qu'ils n'avoient pas moins de ſept à huit pieds de rayon. On ſent qu'une ſphere formée de quatre à cinq cercles d'airain de quinze à ſeize pieds de diametre, avoit une maſſe énorme & peſante, dont les mouvemens exigeoient beaucoup d'art, la conſtruction beaucoup de dépenſe, & qui ne devoit ſe trouver que dans un grand obſervatoire, fondé par un grand Prince.

§. VI.

Cet inſtrument étoit compoſé, comme nous l'avons dit, d'un équateur ; deux grands cercles le coupoient à angles droits, aux points des équinoxes & des ſolſtices, c'étoient les colures. Ces cercles réunis & enclavés dans un autre grand cercle, perpendiculaire à l'horizon & repréſentant le méridien, furent rendus mobiles autour d'un axe dirigé aux deux pôles du monde. Cet inſtrument étant mobile, comme la ſphere céleſte, pour la ſuivre dans ſon mouvement diurne en vingt-quatre heures, il falloit à chaque obſervation, diriger l'inſtrument & le conformer à l'état préſent du ciel. On choiſiſſoit une étoile dont la poſition étoit connue & marquée ſur l'équateur diviſé. On pointoit à cette étoile. Alors l'inſtrument étoit

(*a*) Aſtron. anc. Liv. II, §. 19. *Infrà* Eclaire. Liv. I, §. 3.

(*b*) Aſtronomie ancienne, Livre IV, §. 22.

d'accord avec le ciel. Il montroit la position de tous les autres astres, tant à l'égard de l'équateur que des colures. Un quart de cercle divisé, allant du pôle à l'équateur, & mobile le long de ce cercle, servoit à mesurer la distance des astres qui s'en écartoient, ou qui avoient une déclinaison.

On ajoutoit des alidades à ces cercles, pour conduire plus exactement le rayon visuel à l'astre observé. Hipparque perfectionna l'alidade en y plaçant des pinnules. Quand on dirige la vue le long d'une regle, on s'assure bien que l'objet n'est ni au-dessus, ni au-dessous, mais la direction de la vue est incertaine dans le sens de la largeur de la regle. On plaça donc à ses extrémités deux petites pieces de métal, percées chacune d'une fente perpendiculaire, ou d'un petit trou dans leur milieu, & l'on eut d'une maniere précise la direction du rayon visuel.

§. VII.

Quant au soleil, on observoit son passage dans le plan des cercles, au moyen de l'ombre que la partie supérieure du cercle jetoit sur la concavité de la partie inférieure. Comme cette ombre étoit toujours plus étroite que l'épaisseur du cercle de cuivre, on jugeoit du tems où le soleil se trouvoit dans ce plan, en observant l'instant où l'ombre tenoit le milieu de cette épaisseur, de maniere que les deux bords étoient également éclairés. Si le tems de ce passage avoit lieu la nuit, & que le moment n'en pût être observé directement, on estimoit par la situation de l'ombre la veille & le lendemain, l'heure de la nuit à laquelle le passage étoit arrivé. C'est ainsi qu'on observoit l'équinoxe (*a*).

Nous pensons qu'au tems d'Eratosthenes, on ajouta à cet

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences 1703, p. 42.

instrument, un cercle mobile autour du centre de l'équateur, dans la vue de l'élever ou de l'abaisser avec le soleil, & de représenter le plan de sa route. Cette invention d'Eratosthenes lui servit à en mesurer l'obliquité. Vers le tems du solstice d'été, il dirigea au soleil, tous les jours à midi, cette écliptique mobile, & il la plaçoit de maniere que l'ombre de la partie supérieure occupât précisément le milieu de la concavité inférieure. Le jour où l'on cessoit d'élever ce cercle, étoit le jour du solstice, & la plus grande hauteur du soleil étoit marquée par les degrés du méridien. L'hiver on observoit de la même maniere la plus petite hauteur, & la différence donnoit la distance des tropiques, dont la moitié étoit l'obliquité de l'écliptique. Il paroît que les anciens n'eurent jamais l'idée de mesurer la hauteur absolue du soleil, ou des astres sur l'horizon. Ils regardoient peut-être ce cercle comme trop variable à l'égard des cercles de la sphere, pour y rapporter aucune observation.

§. VIII.

La mesure & la connoissance du tems ont été le premier but des travaux astronomiques, & le premier fruit que les hommes en ont recueilli. On compta d'abord par des soleils, ou par des jours; on aggrandit les mesures, en faisant usage d'abord des révolutions de la lune; ensuite de la révolution annuelle du soleil, puis enfin de leurs révolutions combinées, pour embrasser de plus longs intervalles, ou pour avoir une idée numérique de cette succession continuelle & rapide qui engloutit les générations des êtres, les durées des empires, & dont les grandes périodes de la nature ne sont que des unités. Mais ces siecles accumulés ne servoient qu'à la curiosité & à l'usage de l'esprit; avant ces recherches, les besoins civils

avoient demandé de plus petites mesures pour partager la journée & les travaux. La nature, par l'alternative de la lumiere & des tenebres, avoit réglé celle du travail & du repos. La premiere division du jour fut simple; elle étoit en quatre parties: le matin, le midi, ou le milieu du jour, le soir & minuit, ou le milieu de la nuit. Il paroît qu'on subdivisa ces divisions: de-là naissent les quatre parties du jour & les quatre veilles des Romains; division qui se retrouve chez les Indiens (*a*).

§. IX.

Ces mesures étoient vagues & incertaines, mais lorsque l'art vint y appliquer sa précision, lorsqu'on voulut partager la journée en parties égales, nommées *heures*, on employa deux moyens; les clepsidres, dans lesquelles la chûte de l'eau modérée & dirigée par certains artifices, indiqua les heures: les cadrans, sur lesquels l'ombre d'un stile marche, en suivant le mouvement du soleil, & sert au même objet. Les clepsidres sont la plus ancienne de toutes ces inventions. On n'auroit point employé la chûte de l'eau pour partager l'équateur en douze parties, si l'on avoit eu un cercle divisé, & la sphere d'airain dont nous venons de parler. Cet instrument auroit donné directement la division cherchée; & comme il est d'une haute antiquité, on voit que l'origine des clepsidres se perd dans les tems les plus reculés. C'est le cercle divisé, ce sont les armilles anciennes qui donnerent naissance aux cadrans. Un cadran n'est qu'un cercle décrit sur un plan, une armille simplifiée. Ce cercle divisé en soixante degrés, comme il l'étoit jadis, ou relativement aux douze portions de

(*a*) Astronomie ancienne, Liv. IV, §. 14.

l'équateur, fournit deux divisions du jour, l'une plus générale & qui semble plus ancienne, en soixante parties, l'autre en douze. Ces heures furent d'abord égales; elles n'auroient point été proposées pour la mesure du tems, si elles avoient été inégales; d'ailleurs l'instrument même, le cadran les donnoit telles. On n'auroit pu construire des cadrans, qui indiquassent des heures inégales, sans le secours de la méthode des projections, assez moderne & très-postérieure à l'invention des cadrans. Les heures ne devinrent inégales que lorsqu'elles passerent de l'usage astronomique dans l'usage civil. Les astronômes appellent *jour*, ou *jour artificiel*, la durée d'une révolution entiere du soleil. Le jour artificiel embrasse un jour naturel & la nuit consécutive. Le peuple, qui veille pour travailler quand le soleil l'éclaire, qui dort quand il l'abandonne, ne put concevoir qu'on appelât *jour* un assemblage de lumiere & de tenebres, de travail & de repos. Il dénatura une division utile, & l'ignorance la rendit inexacte pour la plier à son usage. Elle ne s'embarrassa pas si le tems s'écoule également, pendant que les hommes se livrent au sommeil; elle appliqua les douze heures au jour naturel, au tems de la présence du soleil. La multitude résiste par sa masse & par la force de l'inertie, elle fait la loi au petit nombre d'esprits supérieurs; il fallut céder à l'ignorance qu'on ne put sans doute éclairer; & l'on doubla le nombre des heures, pour que la nuit fût mesurée comme le jour. On eut donc vingt-quatre heures. Mais la science fit plus, après avoir laissé la victoire à son ennemie, elle fut obligée de venir à son secours & de remédier aux suites de son obstination. Les jours étant inégaux, les heures deviennent inégales comme eux dans les différens tems de l'année. Le peuple avoit sans doute, comme nos paysans, quelque moyen grossier, produit par l'inspection habituelle du

ſpectacle du ciel, pour faire le partage des heures du jour. Mais ce partage ſe faiſoit mal : les heures de chaque jour devoient être égales entr'elles, elles ne l'étoient pas; la ſcience tira de ſes méthodes & de ſes inventions nouvelles la conſtruction des horloges & des cadrans compoſés, qui partageoient la durée inégale des jours en douze portions égales. Cette perfection fut l'ouvrage de l'école d'Alexandrie. Vitruve (*a*) nous a conſervé une nomenclature & une deſcription de ces différens inſtrumens. Nous allons en rapporter quelques détails, en diſtinguant ce qui ſemble dû à cette école de ce qui appartient à des tems antérieurs.

§. X.

Les premieres horloges d'eau ont été ſimples & même groſſieres. On aura d'abord voulu meſurer le tems par l'eau écoulée d'un vaſe; mais on n'aura pas tardé à s'appercevoir que les quantités d'eau n'étoient pas proportionnelles au tems : & après avoir reconnu que l'erreur naiſſoit de la chûte inégale de l'eau, on aura cherché à y remédier, en employant au contraire le tems de l'immerſion des corps dans l'eau. Le petit bateau des Indiens, percé d'un trou, qui ſurnage d'abord, & s'enfonce au bout d'un certain tems fixé par l'expérience (*b*), a peut-être été dans ce genre le premier moyen qui fut employé, & le premier degré de perfection des clepſidres. L'expérience pouvoit apprendre à conſtruire différentes machines de cette eſpece, qui meſuraſſent différens intervalles de tems, & qui fuſſent des ſubdiviſions les unes des autres. Mais alors la diviſion du tems en très-petites parties, comme on

(*a*) Architect. Lib. IX, ch. 9.

(*b*) Aſtron. anc. Eclaire. Liv. III, §. 9.

ne peut douter qu'elle n'ait été en usage dans l'Asie (*a*), auroit demandé un attirail immense de ces différentes machines, des soins multipliés pour les faire succéder les unes aux autres, & des erreurs énormes & forcées par les pertes de tems inévitables.

Les anciens auront eu recours à l'ancienne méthode de la chûte naturelle de l'eau, & pour des opérations délicates, telle que celle de la division du zodiaque, ils auront, à chaque intervalle, reversé dans le vase l'eau qui en étoit sortie, afin que tombant toujours de la même hauteur & avec la même vîtesse, elle mesurât toujours des intervalles égaux (*b*).

L'expérience alors leur aura peut-être appris à construire un cône ou une pyramide renversée (*fig.* 2.), où l'eau écoulée en parties inégales, pouvoit cependant descendre par degrés égaux, marqués sur une graduation appliquée à l'instrument. Nous pensons qu'on a dû inventer cet instrument, quoiqu'il ne soit décrit dans aucun auteur, parce que, selon nous, il a dû précéder la premiere espece de clepsidre que nous allons décrire.

§. XI.

Cependant on peut croire que les anciens avoient quelque moyen pour rendre toujours égales la vîtesse de l'eau & les quantités écoulées. Nous verrons que plusieurs especes de clepsidres sont fondées sur cette égalité. Dès qu'ils auront remarqué que la vîtesse de l'eau dépend de la hauteur de sa chûte, ils auront cherché les moyens d'entretenir le réservoir toujours plein & à la même hauteur. Nous imaginons un expédient qui est peut-être assez simple pour avoir été employé. Ce sont deux réservoirs, dont le premier verse dans le second, avec une

(*a*) Astron. anc. *Ibid.*

(*b*) *Ibid.* Eclaire. Liv. IX, §. 14.

décharge

décharge à la hauteur où l'on veut entretenir l'eau. Quand le premier donne une quantité d'eau plus grande que le second n'en peut dépenser, l'excès s'en va par la décharge. Il suffit de régler les dimensions & les dépenses des deux réservoirs, de maniere que l'un en fournisse toujours autant, au moins, que l'autre en dépense.

Après avoir vaincu cette difficulté, ils en rencontrerent une autre, non moins grande que la premiere; cette difficulté naissoit de l'inégalité des heures. A Alexandrie, par exemple, le plus long jour d'été étoit de 14^h & la douzieme partie, ou l'heure de $1^h\ 10'$; le plus court jour d'hiver étoit de 10^h & l'heure de $50'$, suivant notre maniere de compter. Quand les heures du jour étoient de $1^h\ 10'$, celles de la nuit étoient de $50'$ & réciproquement; les heures de la nuit & du jour varioient depuis $1^h\ 10'$ jusqu'à $50'$, dans les tems intermédiaires. Le tems de l'équinoxe étoit le seul où les jours étoient égaux aux nuits, les heures de la nuit étoient pareillement égales aux heures du jour. Aussi quand les anciens vouloient donner la mesure d'un intervalle de tems, pour éviter l'embarras de marquer la saison, qui eût déterminé la longueur des heures, ils se servoient des heures équinoxiales, qui étoient toujours la vingt-quatrieme partie du jour artificiel (*a*).

§. XII.

La premiere espece de clepsidres, celle du moins que nous avons droit de regarder comme la premiere, parce qu'elle est la plus simple, étoit composée de deux cônes renversés, (*fig. 3.*) l'un creux & percé d'un trou à son sommet, l'autre solide. Les anciens avoient senti que pour que leurs horloges suivissent

(*a*) Achilles Tatius. Isag. c. 18.

l'inégalité des heures, il falloit faire tomber l'eau inégalement, avec plus ou moins d'abondance. Ces deux cônes étoient arrondis avec tant de reſſemblance, qu'en les mettant l'un dans l'autre, ils ſe joignoient parfaitement. Le cône creux avoit des dimenſions telles, qu'étant rempli d'eau, il ſe vidoit entierement dans la durée du plus court jour d'hiver. Sa longueur étoit partagée en douze parties, & l'abaiſſement de l'eau marquoit les heures; ou bien peut-être l'eau, tombée & reçue dans un vaſe, indiquoit les diviſions égales du jour par ſes différentes hauteurs. Lorſque les jours grandiſſoient & que les heures devenoient plus longues, on introduiſoit le cône ſolide, & ſuivant qu'il étoit moins ou plus avancé dans le cône creux, l'eau paſſoit avec plus ou moins de facilité; il falloit plus de tems pour écouler la même quantité d'eau & les parties du jour, ou les heures devenoient plus longues. Le cône ſolide étoit porté par une regle graduée, qui montroit de combien il devoit être enfoncé ou retiré, ſuivant la longueur des jours. Cette conſtruction eſt ſimple, même groſſiere. Une pareille machine devoit être difficile à exécuter, en lui ſuppoſant la moindre exactitude. L'échelle graduée ſur-tout demandoit une préciſion dont les anciens n'ont pas été d'abord capables; mais on la perfectionna ſucceſſivement, & quelqu'imparfaite qu'elle fût, nous ne pouvons douter que cette horloge ne montrât l'inégalité des heures d'une maniere ſatisfaiſante. Nous devons croire qu'elle n'avoit point de ces erreurs conſidérables, qui auroient empêché qu'on n'en fît aucun uſage. Le ſoin que Vitruve prend de la décrire prouve qu'on s'en étoit ſervi long-tems, & qu'on s'en ſervoit peut-être encore de ſon tems chez les gens peu opulens, qui n'étoient pas en état de payer une plus grande exactitude. Imaginons combien il a fallu d'eſſais, de ſoins, d'expériences répétées & ſuivies, au moins

pendant le cours d'une année, pour établir la graduation de cette machine, & en construire une qui pût servir de modele à toutes les autres. C'est ainsi qu'en attendant que l'invention vienne au secours, la patience supplée au génie.

§. XIII.

La seconde espece de clepsidre fut plus ingénieusement & plus agréablement construite. La piece principale étoit une colonne sur laquelle on traçoit obliquement les lignes des heures, à peu près de la maniere suivante (*fig. 4.*). On tiroit deux lignes verticales diamétralement opposées sur la colonne, lesquelles étoient divisées, l'une dans le rapport du plus long jour à la nuit la plus courte, l'autre dans le rapport contraire du plus court jour à la plus longue nuit. On subdivisoit chacune de ces quatre divisions en douze parties, qui représentoient les heures du jour & de la nuit, & joignant ces divisions correspondantes par des lignes obliquement transversales, décrites sur le contour de la colonne, on avoit la diminution ou l'augmentation successive des heures dans les différentes saisons. La colonne étoit mobile & faisoit une révolution sur elle-même dans l'espace d'une année, de maniere que, suivant la proportion des jours, divisés en douze parties ou heures, elle présentoit successivement des espaces plus ou moins grands qu'une petite figure placée à côté, marquoit avec un *index*. On sent que la petite figure devoit avoir elle-même un mouvement en hauteur, pour que son *index* montrât toutes les heures les unes après les autres; & ce mouvement se renouvelloit chaque jour. Ces deux mouvemens de la colonne & de la figure étoient produits par la chûte de l'eau, qui devoit être égale. Il falloit nécessairement un rouage à cette machine. M. Perrault a cherché à deviner le mécanisme par lequel

ces deux mouvemens étoient produits; nous ne pouvons décider si celui qu'il décrit est vraiment le mécanisme des anciens : mais quel qu'il fût, il annonce que la mécanique, au moins la mécanique pratique, avoit fait des progrès, & que l'art des clepsidres anciennement connu, avoit presque atteint sa perfection. Si les pieces qui faisoient mouvoir cette machine n'avoient pas été combinées avec intelligence, & exécutées avec adresse, il en auroit résulté en peu de tems des irrégularités monstrueuses.

§. XIV.

Vitruve fait entendre que ces mouvemens s'exécutoient par le moyen de roues dentées; il ajoute que ces roues *jetoient des pierres*. Perrault soupçonne avec raison que ces pierres, en tombant dans un bassin d'airain, étoient destinées à indiquer les heures & à tenir lieu de sonnerie. Vitruve (*a*), expliquant ailleurs une machine, par laquelle on mesure le chemin que l'on fait en voiture, dit expressément qu'elle renfermoit des cailloux dont il en tomboit un à chaque mille. Il est naturel de penser que les anciens se servoient également de ces cailloux pour faire sonner les heures. Quand le Calife Haroun Alrachid envoya des ambassadeurs & des présens à Charles-Magne, il y avoit une horloge qui sonnoit les heures, par le moyen de balles échappées & reçues dans un vase d'airain. On dit que ces balles étoient au nombre de douze (*b*). D'où nous concluons que cette sonnerie n'indiquoit l'heure que par un coup. Il n'y a pas d'apparence que l'industrie des anciens ait été jusqu'à marquer par le nombre des coups celui des heures

(*a*) *Architect. Libro decimo, capite decimo-quarto.*

(*b*) *Annales Reg. Franc. Pipini, Caroli-Mag. ad annum* 807.

écoulées. Telle eſt la progreſſion des deſirs de l'homme, & la marche correſpondante des arts. On a voulu meſurer le tems, les horloges ont été inventées, & l'on s'eſt trouvé heureux d'apprécier les intervalles égaux de la vie & de l'exiſtence : cela n'a pas encore ſuffi, on a deſiré d'entendre pendant la nuit la ſuite des heures ; il a fallu pendant le jour ſe débarraſſer du ſoin de regarder le cadran, l'homme occupé ou diſtrait a voulu être averti par le ſon. Mais le tems ne s'écoule pas moins à ſon inſçu quand il médite ou quand il jouit ; ſon œil ne voit point, ſon oreille n'entend plus ; & lorſque l'inquiétude le dévore au-dedans, lorſque l'eſpérance demande les conſolations du tems, la ſonnerie eſt auſſi lente que l'aiguille qui ſemble immobile.

§. XV.

L'HORLOGE précédente doit donc avoir été inventée à Alexandrie, où les mathématiques furent cultivées. Cette ſcience nouvelle fut appelée au progrès des arts. Cteſibius, que l'on regarde comme l'inventeur des clepſidres, & qui a ſeulement perfectionné ces machines, infiniment plus anciennes que lui, pourroit être l'auteur de celle-ci. On lui doit pluſieurs arts, tels que celui des pompes & celui des orgues hydrauliques, ou des machines qui mues par l'eau rendent des ſons. Ces inventions devoient avoir beaucoup d'analogie avec l'horloge que nous venons de décrire. Nous l'avons regardée comme la ſeconde des clepſidres. En effet ce qu'il y a d'aſtronomique dans les deux eſpeces ſuivantes, a dû être ajouté lorſque les machines eurent acquis toute la perfection qu'elles comportent en elles-mêmes. L'aſtronomie y paroît comme une perfection étrangere : de nos jours on n'a ſongé à faire des pendules à équation, des pendules qui marquent les phaſes de la lune, les jours du mois & de la ſemaine, que lorſque les principes

qui font la régularité du mouvement ont été suffisamment perfectionnés.

§. XVI.

La troisieme espece de clepsidre est la premiere de celles où les anciens avoient appliqué quelques connoissances astronomiques. Ici quoique la chûte de l'eau dût être toujours égale, ce sont des quantités inégales d'eau qui font l'inégalité des heures. Au-dessous du cadran est placé un autre cadran (*fig. 5.*), autour duquel sont marqués les signes du zodiaque & les degrés de l'écliptique. La partie intérieure du cadran est mobile sur ce zodiaque fixe; elle forme un tambour dans l'épaisseur duquel est pratiquée une rainure inégale. Cette rainure présentée par le mouvement circulaire & uniforme du tambour, a un trou par lequel l'eau sort, en laissant passer des quantités tantôt plus grandes, tantôt plus petites; & cette eau ainsi dispensée donnoit le mouvement à l'aiguille des heures. Le tambour avoit un *index* : on voit qu'il ne s'agissoit que de placer cet *index* sur le lieu du soleil dans l'écliptique. La rainure inégale régloit la quantité d'eau relative à la longueur du jour. Ces moyens étoient ingénieux; mais une pareille rainure est difficile à bien faire & demande beaucoup de soin dans son exécution. Nous ne cesserons point de remarquer que tant d'intelligence n'appartient point à un art nouveau. Quant au mouvement communiqué à l'aiguille des heures, voici comment il s'opéroit. L'eau tomboit dans un réservoir; elle élevoit un morceau de liege, qui tenoit à une chaîne légere entortillée autour de l'axe de l'aiguille : l'autre bout de la chaîne étoit garni d'un poids suspendu qui faisoit équilibre au morceau de liege, lequel, en montant, faisoit descendre le poids, & tourner l'axe ainsi que l'aiguille des heures.

La quatrieme espece que nous croyons la derniere inventée, parce qu'elle suppose plus de connoissances, étoit appelée *anaphorique*. On traçoit sur le cadran la projection des cercles (*fig. 6.*) de la sphere : les différens parallèles du soleil y étoient décrits. La partie diurne & la partie nocturne de ces parallèles étoient chacune divisées en douze parties par les cercles horaires. Un clou, à tête représentoit le soleil, que l'on pouvoit placer chaque jour dans le degré de l'écliptique, où il étoit réellement. Ce clou mis en mouvement par la chûte de l'eau, décrivoit le parallèle du soleil & montroit les heures. On voit que cette horloge appartient à un siecle plus éclairé que les premieres. Elle exige des tables du mouvement du soleil : elle suppose connue la méthode des projections. Elle est donc d'une date postérieure à cette méthode & à Hypparque, qui le premier donna des tables du mouvement du soleil. Sans doute cet astronôme lui-même, ou du moins les artistes de son tems se sont empressés d'appliquer ces nouvelles connoissances à la perfection des horloges.

§. XVII.

Les clepsidres ont été en usage dans toute l'Asie (*a*), à la Chine, dans l'Inde, sans doute dans la Chaldée, dans l'Egypte, dans la Grece où Platon les introduisit ; César les trouva même en Angleterre, lorsqu'il y porta ses armes. Cet instrument nouveau lui donna lieu d'observer que les nuits de ce climat étoient plus courtes que celles d'Italie. Les cadrans au soleil n'ont pas été d'un usage si général. On ne voit des traces de cette invention que chez les Chaldéens & chez les Juifs qui

(*a*) Dans un triomphe de Pompée, on porta parmi les dépouilles de l'Orient, une horloge qui étoit dans une boëte tissue de perles. Pline, *Libr. XXXVII, cap.* 1. Mém. de l'Acad. des Inscrip. Tom. XX, p. 448.

les reçurent de Babylone (*a*). C'est de là sans doute qu'il passerent dans la Grece, dans l'Egypte & dans Rome. Vitruve nous apprend (*b*) que les anciens avoient plusieurs sortes de cadrans; savoir l'*hémicycle*, le *scaphé* ou hémisphere, le *disque*, l'*aranea*, le *prostahistoroumena*, le *prospanclima*, le *pelecinon*, le *cône*, le *carquois*, le *gonarque*, l'*angonate*, & l'*antiborée*. Un si grand nombre de cadrans d'especes différentes indique un art cultivé & approfondi. Ainsi nous en pouvons conclure que la gnomonique, non seulement n'a pas été inconnue aux anciens, mais que peut-être ne nous le cédoient-ils pas en cette matiere. Toutes ces connoissances, rapportées dans l'ouvrage de Vitruve, n'appartiennent pas aux Romains dont le génie n'étoit point tourné vers les arts ni les sciences. A peine connoissoient-ils les cadrans solaires trois siecles avant J. C., & à l'époque où nous sommes maintenant. Ils n'ont jamais assez cultivé les mathématiques, ils n'ont pas eu un mathématicien assez célebre, pour faire penser que ces progrès, & cette perfection de la gnomonique soient leur ouvrage. D'ailleurs Vitruve en parle d'une maniere trop superficielle, pour ne pas croire qu'il parle de connoissances étrangeres, qui ne lui étoient pas familieres à lui-même. Nous les plaçons ici, parce que n'étant point l'ouvrage des Romains, ils ont dû les apporter d'Egypte, où elles ont été, dans l'école d'Alexandrie, sinon inventées, du moins perfectionnées.

L'*hémicycle*, inventé par Bérose, comme nous l'avons déjà dit (*c*), étoit hémisphérique & creusé dans un carré, de maniere que le grand cercle de cette demi-sphere fût perpendiculaire au plan de l'équateur. Nous n'en dirons pas davantage; le texte de Vitruve est assez obscur, & M. Perrault l'est

(*a*) Astron. anc. Liv. V, §. 10.
(*b*) *Archit. Lib. IX, c. 9.*
(*c*) Astronomie anc. Eclaircis. Liv. IV, §. 34.

encore

encore davantage. Ce cadran nous paroît devoir être le cadran original, le premier inventé, parce que le soleil marchant dans un cercle sur la rondeur du ciel, les anciens ont voulu que la concavité de cet instrument le rendît semblable à la voûte céleste, & que l'ombre opposée au soleil marchât comme lui sur une sphere. On y retrouve une certaine imitation, qui est en tout genre le premier pas de l'esprit humain.

§. XVIII.

L'*ARANEA* est de l'invention d'Eudoxe. Nous avons dit que ce cadran étoit décrit sur un plan (*a*), & que la multitude des lignes, qui y furent tracées, semblables aux fils de l'araignée, lui avoient fait donner ce nom. Eudoxe remarqua sans doute que la concavité de l'instrument étoit entierement inutile à son objet : l'ombre du stile pouvoit marcher également sur un plan perpendiculaire à l'équateur. Quoi qu'il en soit, ce cadran décrit sur un plan, paroît être le second pas qu'on ait fait dans la gnomonique.

Nous ignorons en quoi le *scaphé*, ou hémisphere d'Aristarque, différoit de l'hémicycle de Berose. Le *disque* étoit un cadran horizontal, aussi de l'invention d'Aristarque. Ce mot *disque* indique qu'il n'étoit point creusé, mais tracé sur un plan. On ne nous dit pas ce qu'il avoit de nouveau & de particulier ; mais puisqu'il étoit horizontal, Aristarque découvrit sans doute qu'il n'étoit pas nécessaire que le cadran fût incliné comme l'équateur, & que les divisions de ce cercle, projetées sur un plan horizontal, pouvoient également indiquer les heures.

Le *prostahistoroumena* est dû à Scopas de Syracuse. Le nom

(*a*) Hist. de l'astr. anc. Liv. IX, §. 5.

de ce cadran ſignifie, *pour tous les lieux dont il eſt parlé dans l'hiſtoire.* Il y a apparence qu'il étoit conſtruit pour le climat de la Grece, & qu'on n'en ſavoit pas d'abord aſſez pour s'appercevoir de ſon inexactitude, à moins qu'on ne ſuppoſe qu'on en varioit l'inclinaiſon pour les différentes latitudes. Mais alors il ne différoit pas du *proſpanclima*, qui étoit un cadran univerſel inventé par Parménion. Ici l'eſprit inventeur eſt revenu ſur ſes pas pour perfectionner une premiere invention abandonnée. On a commencé par faire les cadrans inclinés, & dans un plan perpendiculaire au plan de l'équateur; on a ſenti enſuite qu'ils pouvoient être projetés ſur un plan horizontal. Tout cela étoit bon tant qu'on reſta dans le même lieu, mais quand on voulut tranſporter le cadran, on s'apperçut qu'il n'indiquoit plus l'heure avec exactitude; ou plus vraiſemblablement, en remarquant que la projection ſur un plan horizontal dépendoit de l'angle que l'équateur fait avec l'horizon, on devina que cette projection devoit être différente pour chaque lieu, & que le même cadran n'indiquoit plus l'heure lorſqu'il étoit déplacé. On avoit la reſſource de faire une projection exprès pour chaque ville; mais l'induſtrie humaine, excitée par les obſtacles, voulut faire mieux, & en conſtruire un qui fût univerſel. Dans cette vue, Parménion remarqua que l'ancien cadran incliné à l'horizon & perpendiculaire à l'équateur, étoit propre à devenir univerſel, en le rendant mobile ou ſuſceptible de prendre différentes inclinaiſons, & de s'élever ou de s'abaiſſer, ſuivant que dans les différens lieux où il ſeroit tranſporté, l'équateur ſeroit moins ou plus élevé ſur l'horizon.

§. XIX.

QUAND une fois les cadrans eurent atteint cette perfection,

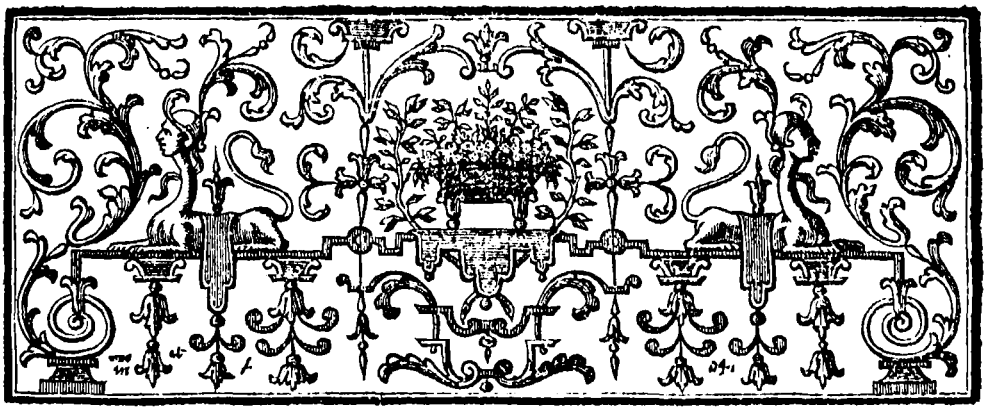
on imagina, pour les rendre plus intéressans ou plus utiles, d'y ajouter différentes autres indications. Nous en jugeons par le *pelecinon*, ou cadran fait en hache, dont les auteurs sont Théodose & Andreas Patrocles. M. Perrault conjecture, avec beaucoup de vraisemblance, que ce cadran avoit reçu son nom des lignes transversales, qui, marquant les signes & les mois, sont serrées vers le milieu, & élargies vers les côtés; ce qui leur donne la forme d'une double hache, assez semblable au fer des anciennes hallebardes. Il conjecture aussi que les cadrans en *cône* & en *carquois*, attribués à Dyonisiodore & à Apollonius, sont les cadrans verticaux, qui regardent l'Orient & l'Occident, & qui étant longs & situés obliquement, peuvent représenter un cône ou un carquois.

A l'égard du *gonarque* & de l'*angonate*, on voit par leurs noms qu'il est question d'angles, & que ces cadrans étoient sans doute différemment inclinés à l'égard de l'horizon ou du méridien. Baldus croit que l'*antiborée* étoit un cadran équinoxial tourné vers le nord. Mais un cadran équinoxial n'a qu'une de ses moitiés, tournée vers le septentrion; elle sert pour le printems & l'été. L'autre qui est pour l'automne & l'hiver, doit regarder le midi. C'est cette premiere moitié sans doute à laquelle on a donné le nom d'*antiborée*. Vitruve fait aussi mention de cadrans portatifs, qu'il appelle *pensilia*, parce qu'il falloit les suspendre pour s'en servir. Ils devoient en conséquence avoir beaucoup d'analogie avec notre anneau astronomique.

§. XX.

Tels étoient, avec le *gnomon*, les instrumens dont les astronômes d'Alexandrie firent usage jusqu'à Hypparque & Ptolémée, qui en inventerent de nouveaux. On reconnoît facilement ce que dans l'art des clepsidres & des cadrans, ces

aſtronômes dûrent à leurs prédéceſſeurs ; on voit la perfection que l'art reçut de leur génie. Vitruve décrit ces machines comme étant en uſage à Rome. Mais cette ville célebre domina l'univers, s'enrichit de ſes dépouilles, ſe para des productions des arts, ſans en perfectionner aucun. L'Egypte nourriſſoit Rome, & perfectionnoit les arts pour elle. A Rome, où la proſpérité étoit née des orages, les ames n'avoient de reſſort & de mouvement que pour l'ambition, la guerre & la tyrannie. En Egypte, ſous la force unique & le gouvernement d'un ſeul, les Grecs déployerent tranquillement leur génie pour occuper, pour embellir le repos de la paix. L'aſtronomie renaiſſoit en même tems que la géométrie : à la lumiere de ces deux ſciences, l'art des clepſidres & celui des cadrans faiſoient des progrès ſemblables. On ne voit point cet enſemble & cette correſpondance chez les anciennes nations de l'Aſie. Le ſol y deſſoche les germes étrangers ; ſi quelques-uns ſe montrent, c'eſt en individus ſolitaires, qui meurent ſans poſtérité. Chez les peuples inventeurs, tout ſe vivifie à la fois, les arts & les ſciences marchent d'un pas égal ; ce ſont des fruits de la même terre, & mûris par le même ſoleil.



HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE TROISIEME.

D'Hypparque & de ses Successeurs jusqu'à Ptolémée.

§. I.

JUSQU'ICI l'histoire de l'astronomie ne nous offre que des faits isolés, des observations souvent peu exactes, faites la plupart sans vues & sans méthode. Nous n'avons pu présenter encore le tableau d'une science, marchant par des progrès plus ou moins rapides, mais successifs, & où les hommes, en se succédant, reprennent le fil des mêmes travaux. Les Chaldéens avoient observé avec constance les éclipses, les différentes révolutions du soleil, de la lune & peut-être des planetes; les Grecs d'Europe, qui ne les imiterent jamais qu'imparfaitement,

adopterent de cette aſtronomie ce qui étoit utile à l'agriculture, & s'occuperent ſeulement des levers & des couchers des étoiles; les Grecs d'Alexandrie, Ariſtille & Timocharis, paroiſſent avoir conſidéré les étoiles relativement aux cercles de la ſphere, & commencé à fixer leur poſition dans le ciel par de bonnes obſervations; Ariſtarque & Eratoſthenes inventerent des méthodes exactes, ils enchaînerent quelques vérités. Mais la ſcience dont ils donnerent quelqu'idée, n'étoit encore ni connue, ni développée : il falloit un homme dont l'eſprit fût aſſez vaſte, aſſez profond, pour la concevoir ſous une idée générale & métaphyſique, pour ſe former un plan, y ranger les vérités déjà découvertes, & montrer, en indiquant les vides, le moyen de lier ces vérités les unes aux autres. Cet homme parut enfin dans l'école d'Alexandrie, & ce fut Hypparque.

§. II.

Avant cet aſtronôme, la ſcience n'avoit point été embraſſée dans ſon entier. Il vit toute l'étendue du champ qu'il avoit à défricher; ſans s'effrayer de l'entrepriſe, il commença l'ouvrage, & traça la route à ſes ſucceſſeurs. Hypparque ſeroit le fondateur de la véritable aſtronomie, ſi cette ſcience n'avoit pas déjà été perdue & retrouvée : comme un fleuve, qui, s'enfonçant dans le ſein de la terre, pour ſe remontrer à des diſtances éloignées, paroît avoir des ſources différentes. Mais cette queſtion n'intéreſſe point la gloire d'Hypparque; il eſt au moins le reſtaurateur de l'aſtronomie; il en eſt même pour nous le fondateur. Et ſi, relativement à l'eſpece humaine, conſidérée comme un individu toujours ſubſiſtant, les vérités qu'il enſeigna n'étoient pas nouvelles : enſevelies dans l'oubli d'un grand nombre de ſiecles, elles étoient perdues pour l'humanité; il les tira de ſon génie pour leur donner une nouvelle exiſtence.

§. III.

L'ESPRIT de combinaiſon & de rapport eſt le promoteur des découvertes. Il ne manqua point aux Grecs; Hypparque le reçut en naiſſant ſous leur ciel favorable. Mais il faut des faits qui ſervent de baſe aux conjectures, & des moyens pour vérifier par de bonnes obſervations ces conjectures, qui deviennent des découvertes. Les Ptolémées avoient réuni ces reſſources dans Alexandrie. Les faits, ce ſont les obſervations chaldéennes, & celles qu'avoient laiſſées les premiers aſtronômes Grecs : les moyens, ce ſont les grands inſtrumens que ces Princes avoient fait conſtruire. Les progrès rapides de l'aſtronomie dans les trois ſiecles, où parurent Hypparque & Ptolémée, ſont dus à ces inſtrumens. On ne rend point aſſez de juſtice à ces inventions précieuſes : on n'en eſtime pas aſſez les auteurs. Ce ſont eux cependant qui font les révolutions dans les ſciences, & qui amenent les progrès. Si les ſciences ont ſouvent une marche lente, ſi elles paroiſſent quelquefois ſtationnaires, elles attendent de nouveaux moyens pour accélérer ou pour recommencer leur courſe. L'homme a atteint le terme de ſa puiſſance, ſes organes ne lui apprennent plus rien ; il faut que ſon induſtrie invente des inſtrumens & lui crée de nouveaux organes. Alors un vaſte empire ſe découvre : l'homme reçoit à la fois & la connoiſſance de cet empire & la force de le conquérir. Imitons, pour éclairer le monde, ce que tant d'hommes barbares ont fait pour le dévaſter. Si vous méditez la guerre, vous préparez les moyens, l'argent & les ſoldats : ſi les ſciences ſont ſtationnaires, ſi vous voulez en reculer les bornes, examinez les inſtrumens, perfectionnez, inventez, & vous redonnerez des aîles au génie.

§. IV.

Hypparque naquit à Nicée dans la Bythinie, & fleurit entre 160 & 125 ans avant notre ère (*a*). Il commença ses travaux dans sa patrie, ensuite à Rhodes, puis enfin à Alexandrie : ses premieres observations furent des levers & des couchers d'étoiles, suivant l'usage général de la Grece (*b*). Ce fut sans doute à Rhodes qu'il composa son commentaire sur Aratus; il avoit sous les yeux l'ouvrage de ce poëte, ainsi que les livres d'Eudoxe. Il compara les uns avec les autres, & en rapportant au ciel ces différentes descriptions, il crut y appercevoir des erreurs considérables; en effet le ciel avoit changé sensiblement, par le mouvement des étoiles en longitude qu'Hypparque ne connoissoit pas alors : il pensa qu'il étoit important de remarquer les fautes d'Aratus, à cause de la célébrité de son poëme : il fit voir que le poëte, suivant pas à pas l'astronôme, étoit tombé dans les mêmes erreurs. Ces erreurs étoient d'autant plus sensibles, que la sphere décrite dans cet ouvrage n'existoit plus, comme nous l'avons dit, au tems même d'Eudoxe (*c*); & doit être rapportée à un siecle fort antérieur au sien. Mais Hypparque ne connut la véritable astronomie, n'apperçut la carriere qui s'ouvroit devant lui, que lorsque transporté à Alexandrie, établi dans un magnifique observatoire, il eut en sa puissance des moyens proportionnés à son génie.

§. V.

Hypparque vint, comme Descartes, pour soumettre à l'examen toutes les idées reçues. Il n'admit que les observations, & rejeta toutes les déterminations anciennes, comme

(*a*) *Voyez* ses observations dans l'Almageste de Ptol., *Lib, III, c.* 1, & *L. V, c.* 3.

(*b*) Eclaircis. Liv. II, §. 1.

(*c*) Astron. anc. p. 243 & 510

produites

produites dans des tems, où les moyens étoient insuffisans & les esprits peu éclairés. Lorsque les connoissances sont un amas d'erreurs & de vérités, indistinctement mêlées, lorsqu'une longue ignorance & beaucoup de siecles leur ont laissé jeter des racines profondes, la séparation en est difficile : l'ancienneté ne prouve rien ; le respect, la croyance de plusieurs âges ne sont que des préjugés ; le doute est d'un sage, & si le sage veut avoir une opinion, le doute le conduit à l'examen. Descartes & Hypparque parurent dans des circonstances semblables. Aristote avoit un trône dans les écoles ; l'Europe admettoit sa philosophie sans pouvoir ni la juger, ni même l'entendre ; Descartes n'écouta point les scholastiques qui n'avoient que la raison d'Aristote, & il pesa les opinions de leur maître dans la balance de la raison universelle. Hypparque rencontra dans Alexandrie les opinions & les déterminations chaldéennes; sa sagacité ne leur trouva point de titres suffisans. Si la fameuse période de six cens ans, si les opinions du retour des cometes, du mouvement de la terre, de la distance infinie des étoiles, la mesure de la circonférence du globe avoient été appuyées comme elles le sont aujourd'hui sur des observations, il auroit jugé les résultats par les preuves ; il les auroit appréciés ce qu'ils valoient, il n'eût point douté, il n'eût point entrepris de tout fonder & de tout recommencer. Ces grands résultats ne lui furent présentés que comme des opinions très-anciennes, mais vagues, incertaines & dépouillées de preuves. Il vit que les Chaldéens célebres n'avoient fait que des observations grossieres, bien inférieures à celles qu'Aristille, Timocharis, Aristarque, Eratosthenes avoient faites, & sur-tout à celles qu'il se proposoit de faire dans l'observatoire dont il étoit possesseur. La défiance de ce grand astronôme prouve qu'il avoit des peuples de Babylone la même opinion que nous avons

proposée dans cet ouvrage. Il les a regardés comme des écoliers ignorans qui n'entendent pas leur leçon : & il les traita comme Descartes traita depuis les scholastiques.

§. VI.

Hypparque, ne comptant que sur lui-même & sur ses travaux futurs, examina les méthodes qui étoient en usage dans l'astronomie. Il vit que les observations du lever & du coucher des étoiles ne donnoient qu'une connoissance imparfaite & peu précise du mouvement du soleil dans l'écliptique ; il les abandonna à ceux qui s'occupoient de l'astrologie naturelle. On n'avoit point tiré des éclipses le parti qu'on en pouvoit tirer, faute d'en avoir examiné les circonstances. Le lieu des étoiles déterminé dans les constellations qui partagent le ciel, ne l'étoit pas avec assez de précision ; & les descriptions d'Eudoxe paroissoient s'écarter beaucoup de la vérité. Les observations de l'apparition des planetes, c'est-à-dire, du tems où elles se dégagent le matin des rayons du soleil, analogues à celles du lever des étoiles, étoient également assujetties à l'incertitude d'un ou de plusieurs jours. Les stations & les rétrogadations n'étoient pas moins difficiles à saisir. Il sentit qu'il falloit chercher d'autres méthodes, capables de donner des déterminations précises & sûres, qui pussent servir d'époque aux siecles à venir. Il jeta les yeux sur la sphere céleste, il y vit les deux pôles, qu'il regardoit alors comme immobiles, les cercles de l'équateur & de l'écliptique, qui sont chacun comme une suite de points fixes ; il forma le projet de rapporter la position de tous les astres à ces cercles mobiles & à leurs pôles. Par là, en observant une fois la position des étoiles fixes, il pouvoit s'assurer de tout ce qu'il y a de constant & de permanent dans le ciel, & en répétant les

obſervations des aſtres errans, ou des planetes, on pouvoit à la longue connoître les loix & les phénomenes de leur mouvement. On trouve bien quelques exemples d'obſervations de ce genre dans l'antiquité. Eudoxe, dans la deſcription du ciel, avoit conſidéré les étoiles relativement aux colures & à l'équateur : mais ce point de vue général, cette méthode choiſie à deſſein & ſuivie conſtamment, appartient à Hypparque. Il n'abandonna point d'abord l'uſage ancien de rapporter les étoiles à l'équateur ; mais à l'égard des planetes, qui en marchant dans la bande étroite du zodiaque, ſuivent de près l'écliptique, il penſa qu'on devoit les rapporter à ce cercle.

§. VII.

Il commença par vérifier l'obliquité de l'écliptique obſervée par Eratoſthenes. Il trouva cette détermination bonne, il la conſerva. Depuis elle fut confirmée par Ptolémée (*a*). Ainſi ce réſultat eſt fondé ſur trois obſervations, & garanti par trois aſtronômes célebres. Il fixa la latitude d'Alexandrie à 30° 58′ de l'équateur (*b*). Ce fut ſans doute au moyen du gnomon ; & cette obſervation peut paſſer pour exacte, en y faiſant les corrections néceſſaires (*c*). Mais la premiere recherche intéreſſante dont il dût s'occuper eſt celle de la longueur de l'année. C'eſt la meſure fondamentale du tems & la baſe de la chronologie. Hypparque penſa que la méthode la plus directe pour découvrir la révolution du ſoleil, étoit d'obſerver l'intervalle de ſes retours aux mêmes ſolſtices & aux mêmes équinoxes ; points qui ſont dans la route même du ſoleil, & qui en ſont les diviſions. Il y a apparence que ce furent les ſolſtices

(*a*) *Ptolemei Almag. Libro primo, cap.* 11.

(*b*) *Ibid* Liv. V, c. 12 & 13.

(*c*) Eclaire. Liv. I, §. 16.

obſervés par Euctemon, Ariſtarque & Archimede, qui lui ſuggérerent l'idée de cette méthode. Il conçut tout de ſuite qu'en employant dans cette recherche deux obſervations éloignées d'un grand nombre de révolutions, l'erreur ſeroit partagée ſur chacune de ces révolutions, & la détermination d'autant plus exacte, que le nombre en ſeroit plus grand. Il eſt donc l'inventeur de l'excellente méthode que l'on ſuit encore aujourd'hui, & que les modernes ont appliquée à la recherche de toutes les révolutions moyennes.

Hypparque compara les ſolſtices qu'il obſervoit lui-même à ceux qui avoient été obſervés avant lui. Mais il eſt remarquable que celui qui fut obſervé par Euctémon, eſt le plus ancien de ceux qu'on employa dans cette recherche. Hypparque & Ptolémée auroient eu recours aux obſervations de Babylone, ſi les Chaldéens, beaucoup plus anciens, en avoient fait de ce genre. Il eſt clair qu'Hypparque n'en trouva pas. Les Indiens connoiſſoient cependant très-bien la révolution du ſoleil. Les Chaldéens conſervoient une année ſidérale. Ces années, établies chez les différens peuples de l'Aſie, avoient une exactitude qui n'a pu être fondée que ſur des obſervations bien faites. On ne peut conteſter qu'au tems d'Hypparque ces obſervations avoient diſparu; & de ce qu'on n'en regrette pas la perte, il s'enſuit qu'elles étoient oubliées. Mais ſi l'oubli couvre de ſon voile les choſes anciennement paſſées, ſon regne ne s'établit qu'avec lenteur; il couvre, comme le tems détruit, inſenſiblement. Qu'on juge combien de ſiecles il a fallu pour ces deux grands paſſages de l'exiſtence à la deſtruction, & de la deſtruction à l'oubli. Les réſultats ſont reſtés, mais ſans aucune mémoire ni des tems, ni des obſervations, ni des hommes. Il eſt donc de toute évidence qu'il y a eu une lacune aſſez longue, pour que les tems ayent abſorbé les détails &

les preuves; & comme l'ombre n'eſt que l'abſence de la lumiere comme l'ombre n'eſt ſenſible que par la lumiere qui la précede & qui la ſuit, cette lacune, ſuivie d'un renouvelement de l'aſtronomie, a dû être précédée d'une aſtronomie détruite. Nous rencontrons ainſi en détail & ſucceſſivement toutes les probabilités qui nous ont conduits à l'opinion d'un peuple ancien, aujourd'hui inconnu, mais jadis poſſeſſeur d'une ſcience perfectionnée.

§. VIII.

Hypparque choiſit l'obſervation qu'Ariſtarque avoit faite du ſolſtice la 50e année de la premiere période de Calippe, & en la comparant à celle qu'il avoit faite lui-même la 43e année de la troiſieme de ces périodes, après un intervalle de 145 ans, il trouva que le ſolſtice étoit arrivé un demi-jour plutôt qu'il n'eût dû le faire (*a*), ſi l'année avoit été de 365 jours un quart, comme les Grecs le croyoient avant lui. Il en conclut que la véritable durée de l'année étoit plus courte d'environ la 300e partie d'un jour. Cette durée étoit, ſelon lui, de $365^{j}\ 5^{h}\ 55'\ 12''$. L'année ſidérale des Chaldéens, celle que nous avons déduite de la période de 600 ans, ſont beaucoup plus exactes que celle-ci. Hypparque ſubſtitua donc à ces anciennes déterminations des déterminations moins exactes; ces anciennes lui étoient préſentées ſans preuves & ſans aucun moyen de conſtater leur exactitude. Hypparque répondoit des ſiennes, il ne vouloit établir que ce qu'il pouvoit apprécier. Le premier devoir d'un aſtronôme eſt d'évaluer la préciſion de ſes réſultats, & d'aſſigner le degré de confiance qu'on peut leur accorder.

(*d*) Almag. *Lib. III*, *c.* 2.

§. IX.

Nous ne penſons pas cependant qu'Hypparque fût bien sûr de cette longueur de l'année : s'il l'adopta, c'eſt que par une erreur, il crut y trouver quelque conformité avec l'année ſidérale des Chaldéens (*a*). Il dût ſe défier du réſultat, puiſque les obſervations mêmes ne le ſatisfaiſoient pas. C'eſt lui qui remarqua que l'obſervation des ſolſtices n'étoit pas ſuſceptible d'exactitude. Le ſoleil au ſolſtice reſte pluſieurs jours aſſez ſenſiblement à la même hauteur ; on étoit donc pluſieurs jours ſans élever l'écliptique des armilles, & le moment du ſolſtice avoit toute cette incertitude : c'eſt qu'alors le mouvement du ſoleil dans l'écliptique eſt preſque parallèle à l'équateur. Hypparque préféra d'employer l'obſervation des équinoxes, où le ſoleil ſe meut obliquement à l'équateur, & le traverſe aſſez rapidement pour que ſa hauteur change ſenſiblement d'un jour à l'autre. On pouvoit donc fixer avec plus de préciſion le moment où cet aſtre ſe trouvoit dans le cercle des armilles qui repréſentent l'équateur. Hypparque travailloit pour la poſtérité ; car il ne pouvoit eſpérer de tirer des réſultats de cette nouvelle eſpece d'obſervations : il falloit qu'il s'écoulât pluſieurs ſiecles pour déduire la longueur de l'année d'obſervations ſuffiſamment éloignées.

§. X.

En obſervant aſſidûment les ſolſtices & les équinoxes, Hypparque s'apperçut aiſément que ces points ne diviſoient pas l'année en quatre parties égales. L'intervalle entre l'équinoxe du printems & celui de l'automne ſe trouva de 186 jours, plus long d'environ ſept jours que l'intervalle entre l'équinoxe

(*a*) Eclaire. Liv. II, §. 3.

d'automne & celui du printems. C'eſt-à-dire, que le ſoleil reſte environ ſept jours de plus dans la partie de l'écliptique, qui eſt du côté du pôle boréal. Le mouvement du ſoleil n'étoit donc pas toujours égal. Mais comme les anciens tenoient au principe de l'uniformité dans un orbe circulaire, Hypparque imagina d'abord ſans doute de repréſenter cette inégalité du ſoleil, comme Apollonius avoit repréſenté les ſtations & les rétrogradations des planetes, par un cercle épicycle. En effet on conçoit que ſi le centre de cet épicycle ſe meut uniformément dans un autre cercle autour de la terre, tandis que le ſoleil parcourt uniformément la circonférence de l'épicycle, cet aſtre paroîtra tantôt plus, tantôt moins avancé que le centre de l'épicycle (*a*). Ce plus ou ce moins, ajouté à l'uniformité, devoit rendre inégal le mouvement apparent de l'aſtre vu de la terre.

§. X I.

Hypparque eut un génie aſſez fécond pour imaginer une ſeconde hypotheſe, qui ſatisfaiſoit également bien aux phénomenes de l'inégalité du ſoleil. Peut-être pouvons-nous ſuppoſer auſſi qu'il eut l'eſprit aſſez juſte pour s'appercevoir qu'elle étoit plus naturelle & plus phyſique ; c'eſt celle d'un cercle excentrique. Le principe de l'uniformité y eſt conſervé dans toute ſon intégrité. L'inégalité apparente naît de ce que la terre n'eſt pas placée au centre. En conſéquence ſes diſtances au ſoleil varient. Lorſqu'il eſt plus loin, il paroît ſe mouvoir plus lentement ; lorſqu'il eſt plus près, ſon mouvement ſemble plus rapide (*b*). La diſtance de la terre au centre du cercle décrit par le ſoleil, s'appelle *l'excentricité.*

(*a*) Eclaire. Liv. II, §. 6. (*b*) *Ibid.*

L'invention de cette excentricité eſt heureuſe & digne de nos éloges. Elle doit faire d'autant plus d'honneur à Hypparque, qu'elle eſt devenue la baſe de nos théories modernes, & qu'il eſt démontré aujourd'hui qu'elle a lieu dans la nature.

§. XII.

CETTE inégalité du mouvement du ſoleil eſt tantôt plus grande, tantôt plus petite, tantôt additive, tantôt ſouſtractive. Il fut facile à la géométrie & au calcul d'en déterminer la quantité relative aux différens points de la route du ſoleil. Alors Hypparque ſe trouvoit en état de dreſſer des tables du mouvement de cet aſtre. Ces tables ſont compoſées de deux parties. La premiere renferme un mouvement égal, uniforme & proportionnel au tems. Le ſoleil parcourt les 360 degrés de l'écliptique en 365 jours & un quart. C'eſt un peu moins d'un degré par jour. On peut donc, en répétant cette quantité ſuivant le nombre des jours, connoître les eſpaces parcourus uniformément par le ſoleil pendant un ou pluſieurs mois, pendant pluſieurs années, enfin dans un intervalle de tems déterminé. Ces eſpaces ajoutés à une poſition du ſoleil connue par obſervation dans un tems, dans un inſtant paſſé qu'on appelle l'*époque*, donnent le lieu moyen, ou la longitude moyenne du ſoleil. La ſeconde partie des tables montre les inégalités qui finiſſent & ſe renouvelent avec l'année. Elles ſont rangées dans cette table ſuivant l'ordre des points de l'orbite, auquel elles appartiennent. Il n'eſt queſtion que d'ajouter ces quantités au moyen mouvement trouvé dans la premiere table, pour avoir la vraie poſition du ſoleil dans l'écliptique. On doit faire d'autant plus d'attention à l'explication que nous venons de faire, que cette forme eſt générale. Les tables de toutes les planetes, les tables modernes dont nous

nous faisons usage aujourd'hui, sont faites sur ce modele. Les tables du soleil ont été les premieres établies, parce que le soleil est l'astre auquel on rapporte tous les autres. Son mouvement est la mesure de tous les mouvemens. Il est aisé d'en faire sentir la raison. Les espaces parcourus, nous l'avons dit, ne sont connus que par le tems; le soleil est la regle du tems; il faut donc avant tout connoître son mouvement, pour qu'il serve de mesure & de module à tous les autres.

§. XIII.

Hypparque sentit que les erreurs inévitables dans la détermination de la durée de l'année étoient une imperfection, qui devoit croître avec les révolutions & avec le tems. Aussi semble-t-il limiter à 600 ans l'exactitude de ses tables (*a*). Mais n'est-ce pas une entreprise digne d'admiration? n'est-ce pas déjà un succès singulier que celui de ces longues prédictions. Le premier qui dit au peuple, l'astre que vous voyez dans tel point du ciel, sera demain dans tel autre, dût être regardé comme un insensé: il fut plus qu'un sage, lorsque l'astre se rangea à la place marquée par l'astronôme. C'est alors que l'homme paroît éclairé d'un rayon de l'intelligence suprême! Dieu a devant lui les phénomènes de tous les tems; il voit les astres où ils ont été, où ils sont, où ils seront. De même, mais avec l'imperfection qui tient à la nature humaine, l'ordre des choses se restitue à la volonté de l'astronôme; quand il le veut, il devance la course du tems pour faire paroître l'ordre des choses futures. Les écarts de l'astrologie judiciaire sont nés de ces succès étonnans de l'astronomie: il a paru simple de prédire les événemens de la terre comme ceux du ciel. Le

(*a*) Eclaire. Liv. II, §. 2.

charlatanisme, qui est une espece d'hipocrisie, est toujours plus empressé à se montrer que le savoir & la vertu. Dans tous les tems les fripons ont profité du mérite des sages. Tandis que ceux-ci se perfectionnent pour éclairer, ceux-là les contrefont pour tromper les hommes.

§. XIV.

L'INÉGALITÉ du soleil conduisit Hypparque à une découverte importante; c'est celle de l'inégalité des jours (*a*); l'une en effet résulte de l'autre. Un jour artificiel, de vingt-quatre heures, est l'intervalle de tems écoulé entre un midi, ou le passage du soleil au méridien, & le midi suivant. Mais dans cet intervalle le soleil s'est avancé, par son mouvement propre, d'un degré vers l'Orient: de sorte que pendant la durée d'un jour, les 360 degrés de l'écliptique passent au méridien, plus ce degré dont le soleil s'est avancé. Il n'y auroit point d'inégalité à cet égard, si le mouvement du soleil étoit toujours le même; mais il varie depuis 57′ jusqu'à 61′, & ces quatre minutes de différence rendent les jours inégaux. Ce n'est pas tout: le tems du jour se compte par la révolution diurne autour des pôles de l'équateur. Le mouvement du soleil a lieu dans l'écliptique, & il résulte de l'obliquité de ces deux cercles, qu'à des parties égales sur l'écliptique répondent des parties inégales sur l'équateur. Quand le soleil s'avanceroit tous les jours uniformément d'un degré, ce degré répondroit sur l'équateur à des parties tantôt plus grandes, tantôt plus petites, d'où naît une nouvelle différence dans la longueur des jours. Ces inégalités, en s'accumulant, forment ce que nous appelons aujourd'hui l'*équation du tems*, c'est-à-dire, la différence du tems

(*b*) Eclaire. Liv. II, §. 7.

vrai au tems moyen, du tems marqué par le ſoleil au tems marqué par une horloge bien réglée, & qui marche d'un mouvement toujours égal & uniforme.

§. XV.

Hypparque s'étoit fort trompé ſur la quantité de cette inégalité des jours qu'il faiſoit environ trois fois plus grande qu'elle n'eſt. Cependant malgré cette augmentation, on en fit peu d'uſage dans ces commencemens de l'aſtronomie, parce qu'elle étoit encore plus petite que l'erreur de la plupart des obſervations; mais on doit louer Hypparque d'avoir connu dès-lors un des élémens, qui fondent la préciſion moderne. Cette différence des jours ſeroit bien plus conſidérable, ſi on comptoit le jour d'un lever ou d'un coucher du ſoleil à l'autre, comme faiſoient quelques anciens peuples. Il y a plus; elle ne ſeroit pas la même dans les différens climats. C'eſt ce qui décida ſans doute Hypparque à compter le jour d'un midi à l'autre. Il y trouva deux avantages, celui d'avoir une différence plus petite, moins ſenſible dans les obſervations, & celui d'avoir une différence qui eſt la même dans tous les pays de la terre. Voilà l'origine de notre jour aſtronomique. Tandis que par l'uſage civil, on redouble les heures dans la durée du jour pour conſerver les veſtiges de l'ancienne diviſion en douze parties; les aſtronômes comptent vingt-quatre heures de ſuite, la premiere commençant à midi, & la derniere finiſſant au midi ſuivant. Jadis les peuples de l'Ombrie prenoient ainſi, pour la durée du jour, l'intervalle d'un midi à l'autre. Ils n'étoient pas aſtronômes, & n'ont pu ſe déterminer par les mêmes raiſons qu'Hypparque. Il ſeroit intéreſſant de ſavoir ce qui a pu fonder chez eux cet uſage. La nature enſeigne que le jour commence au matin, & pour compléter la révolution, on y

ajoute ou la nuit ſuivante, ou la nuit qui a précédé. Le milieu du jour n'eſt connu que par obſervation, ce n'eſt point un ſigne ſenſible, comme l'aurore, ou le crépuſcule du ſoir; ce choix ſemble annoncer un peuple ſavant & policé. Nous ſerions tentés de croire, ſans oſer l'aſſurer, que cette inſtitution eſt la tradition d'un ancien uſage aſtronomique. Mais comment ſe trouve-t-elle iſolée chez des peuples groſſiers? On en pourroit donner des raiſons probables. Les émigrations ont diſperſé toutes les connoiſſances; des traditions ſe ſont affoiblies, perdues, tandis que d'autres ſe ſont conſervées. Il eſt auſſi extraordinaire de voir dans les Indes une connoiſſance de la révolution des fixes, qui ſuppoſe une période dont l'uſage eſt borné à la Tartarie (*a*); de trouver à la Chine une diviſion du zodiaque, dont la tradition & la méthode n'ont été conſervées qu'à Babylone; de rencontrer en Egypte & dans la Syrie des fables aſtronomiques & phyſiques qui appartiennent au nord de la terre (*b*), que de rencontrer dans l'Ombrie, avant que les ſciences fuſſent renouvelées à Alexandrie, une inſtitution, qui ſuppoſe des travaux & des connoiſſances aſtronomiques. Nous avons indiqué une origine naturelle & féconde; elle peut ſuffire à tout. Un grand fleuve s'eſt débordé, en deſcendant des montagnes, & les débris de leurs productions ſont épars dans les campagnes jadis inondées.

§. XVI.

Hypparque paſſa bientôt à la recherche des mouvemens de la lune: il trouva chez les Chaldéens des périodes déjà établies, qui renfermoient les révolutions de cette planete tant à l'égard des étoiles qu'à l'égard du nœud de la lune & de ſon

(*a*) Hiſt. de l'Aſtr. anc. p. 76.

(*b*) *Ibid.* p. 97 & *ſuiv.*

apogée. Obſervons cependant que les Chaldéens ne paroiſſent pas avoir connu ni le mouvement des nœuds, ni celui de cet apogée. Ils ne conſidérerent tous ces changemens que comme des inégalités, dont ils obſerverent les révolutions ſans s'embarraſſer d'en chercher les cauſes. Une choſe remarquable, c'eſt qu'Hypparque, non plus que les Chaldéens, ne ſe ſont point occupés de la conciliation des mouvemens du ſoleil & de la lune. Les périodes de 600 & de 3600 ans qui avoient cet objet, étoient méconnues & oubliées à Babylone. C'eſt une preuve que l'aſtronomie avoit changé de ſyſtême & de vues; c'eſt une preuve que la ſcience qui avoit fondé ces périodes ſi exactes n'exiſtoit plus. Si Hypparque eût voulu concilier les révolutions du ſoleil & de la lune, il ſe fût apperçu que ſon année étoit trop longue. Il y a lieu de croire que les Egyptiens conſervoient encore de ſon tems la même dévotion à leur année mobile & ſacrée. Ils continuoient de régler les travaux de la campagne par l'apparition des étoiles, comme on le voit dans les deux calendriers publiés par Ptolémée (*a*). On penſe que les prêtres d'Egypte s'obſtinerent à conſerver l'uſage de cette année vague, qui les rendoit néceſſaires pour régler le calendrier. Leur aſtronomie ſe bornoit là, & dans leur jalouſie contre les philoſophes d'Alexandrie, ils ne leur permirent pas d'étendre l'aſtronomie nouvelle juſqu'aux choſes ſacrées qui leur étoient confiées. Ainſi tandis que les aſtronômes comptoient par les années de la période de Calippe, c'eſt-à-dire, par des révolutions de 365 jours un quart, le peuple d'Alexandrie garda l'année vague, juſqu'à la ſixieme année du regne d'Auguſte, où la réforme de Jules Céſar y fut adoptée (*b*).

(*a*) Pétau, *in Uranologion.*

(*b*) *Ibid.* Diſſert. p. 199.

§. XVII.

Hypparque, en obſervant la lune par le moyen des armilles, s'apperçut que tantôt elle s'élevoit de 5° au-deſſus de l'écliptique, & tantôt s'abaiſſoit du même nombre de degrés au-deſſous : il en conclut que la route dans laquelle elle ſe meut eſt inclinée à ce cercle de 5°. C'eſt ce qu'on appelle la plus grande latitude de la lune (*a*). Cette route coupe l'écliptique dans des points qu'on appelle les *nœuds*. Hypparque vérifia ce qu'Eudoxe avoit avancé, ſavoir, que les nœuds ſont mobiles & répondent ſucceſſivement à différens points de l'écliptique (*b*). Il en réſulte que les plus grandes latitudes arrivent auſſi dans différens points ; c'eſt ce que les anciens nommoient *révolution de la latitude*, & ce que nous nommons aujourd'hui *révolution des nœuds*.

§. XVIII.

Cependant Hypparque ſuivoit les mouvemens de la lune. Il en obſervoit les diſtances au ſoleil dans différentes circonſtances (*c*). Il obſervoit ſans doute également les diſtances aux étoiles ; il fut frappé d'une inégalité ſinguliere de cette planete. Ces diſtances varioient dans le cours de la journée ou de la nuit ; elles n'étoient point au zenith telles qu'elles avoient été à l'horizon, même en tenant compte du mouvement de la lune dans l'intervalle ; ces phénomènes reparoiſſoient tous les jours. Hypparque ſavoit encore que la même éclipſe du ſoleil n'étoit pas vue de la même grandeur dans différens climats : une éclipſe viſible dans un pays, ne l'étoit pas dans un autre.

(*a*) *Almageſt, Libro quinto, capite octavo.*

(*b*) Hiſt. de l'Aſtr. anc. p. 243.

(*c*) *Almag. Lib. V, cap.* 1 & 2.

Les difficultés exciterent ſon génie; il raiſonna ſans doute ainſi ſur ces apparences. Puiſque les variations des diſtances de la lune, plus ſenſibles à l'horizon, s'étendent depuis ce cercle juſqu'au zenith, elles dépendent donc de la hauteur de la lune ſur l'horizon. Un aſtre ne peut être vu au même inſtant, à la même hauteur en différens pays; mais lorſque la lune éclipſe le ſoleil, lorſqu'elle s'interpoſe entre le ſoleil & la terre, puiſque les deux aſtres répondent au même point du ciel, ils doivent dans chaque lieu paroître l'un & l'autre à la même hauteur. Si cet effet n'a pas lieu, c'eſt que la hauteur de l'un des deux aſtres eſt altérée par une cauſe quelconque. Cette cauſe eſt l'étendue du globe de la terre. Un aſtre répond à différens points du ciel, lorſqu'il eſt vu par des obſervateurs placés en différens points du globe, cet effet eſt facile à ſaiſir. Si deux perſonnes regardent un arbre qui s'éleve au milieu d'une plaine, les rayons viſuels dirigés à cet arbre ſe croiſent, & étant prolongés juſqu'à l'horizon, font que ces deux perſonnes y rapportent l'arbre à différens points. L'angle formé par les rayons viſuels des deux obſervateurs, la diſtance des points du ciel, où ils rapportent le même aſtre, eſt ce qu'on appelle *la parallaxe* (*a*). Hypparque conçut que puiſque cette apparence étoit due à la grandeur de la terre, il falloit regarder cette grandeur comme nulle, ne conſidérer que le point qui eſt le centre du globe, & réduire toutes les apparences, à celles qui auroient lieu pour

(*a*) Soit la lune en L, (*fig.* 7) que du centre de la terre on rapporte dans le ciel en *b*, la figure démontre que deux obſervateurs, placés l'un en A, l'autre en D, la verroient en *a* & en *d*. La lune n'eſt pas plus en *b* qu'en *a* ou en *d*, elle eſt réellement dans le point L de ſon orbite; & nous qui la voyons de la ſurface de la terre, nous la rapportons au ciel étoilé qui eſt au-delà. L'effet de la parallaxe eſt d'abaiſſer l'aſtre vers l'horizon; & dans un même lieu, tout égal d'ailleurs, elle eſt la plus grande, lorſque l'aſtre eſt à l'horizon; elle diminue lorſqu'il s'éleve, pour devenir nulle au zenith; ce qui eſt évident par la figure où l'on voit que l'angle B H C de la parallaxe eſt le plus grand à l'horizon, plus petit à la hauteur L H, & nul au zenith Z. On nomme l'angle B H C *la parallaxe horizontale.*

un obſervateur que l'on y ſuppoſeroit placé. Cette réduction fonde le calcul des parallaxes. Grande & belle découverte, qui fut un pas vers la perfection de l'aſtronomie ; elle ſuffiroit pour immortaliſer Hypparque ! Sans cette découverte, Hypparque n'eût rien fait pour la théorie de la lune, puiſque ſon mouvement déjà très-inégal par lui-même, le devient encore davantage par les effets de la parallaxe, différente non ſeulement dans les différens lieux & au même inſtant, mais encore dans le même lieu, ſuivant la hauteur de la lune ſur l'horizon.

§. XIX.

Il ne paroît pas qu'Hypparque, en connoiſſant la cauſe des parallaxes, ait ſu en déterminer la quantité. Il fut ſeulement en éviter l'effet : il enſeigna que les éclipſes de lune ſont les ſeules obſervations, qui puiſſent donner directement ſon vrai lieu dans le ciel (*a*). L'ombre, que jette le corps opaque de la terre, eſt toujours oppoſée au ſoleil. Le centre de ce cône, le centre de la terre & celui du ſoleil ſont donc toujours dans une même ligne droite. Quand la lune paſſe au centre de l'ombre, elle eſt donc parfaitement oppoſée au ſoleil ; elle eſt diſtante de la moitié du ciel, de la demi-circonférence du cercle. Ainſi en calculant, pour l'inſtant du milieu de l'éclipſe, le lieu du ſoleil par les tables, en y ajoutant 180°, on a le vrai lieu obſervé de la lune.

Hypparque, au moyen de la révolution de la lune, ſavoit qu'elle parcourt un peu plus de 13° par jour dans ſon orbite : il fut donc en état de dreſſer des tables de ſon mouvement, comme il avoit fait pour le ſoleil. Mais en comparant les poſitions de la lune déduites de ces tables, à celles qui

(*a*) *Almag. Lib. VI, c. 1.*

étoient

étoient obſervées & déterminées par les éclipſes, il reconnut l'inégalité dont les Chaldéens avoient connu la période : il vit qu'elle alloit juſqu'à 5°, & qu'étant analogue à celle qu'il avoit découverte dans le ſoleil, elle pouvoit être repréſentée par les mêmes moyens; c'eſt-à-dire, par un épicycle ou par un cercle excentrique (*a*). Hypparque commença à appercevoir une grande vérité, c'eſt que les aſtres étoient mus par des cauſes & par des loix ſemblables. Le mouvement de la lune étoit analogue à celui du ſoleil. On ne pouvoit prononcer entre les épicycles & les excentriques; mais il étoit évident que celle des deux hypothèſes, qui approchoit le plus de la vérité, expliquoit également les mouvemens du ſoleil & de la lune.

§. XX.

La découverte de la parallaxe valut à Hypparque une ſeconde découverte, une méthode également importante; c'eſt celle de meſurer la diſtance des planetes à la terre : s'il ſe trompa ſur les réſultats, la méthode excellente ne lui fait pas moins d'honneur. Il vit que ſi la parallaxe eſt formée par les rayons viſuels de deux obſervateurs, qui regardent le même aſtre au même inſtant, l'angle de cette parallaxe ſera d'autant plus petit, que l'aſtre ſera plus éloigné. Un aſtre une fois plus près de la terre qu'un autre, aura une parallaxe double. Voilà donc un moyen de connoître les rapports des diſtances des aſtres à la terre. Il vit encore qu'on pouvoit rapprocher ces rapports & ces meſures de meſures plus connues, telles que celle de la terre. L'angle de la parallaxe d'un aſtre étant obſervé, une géométrie fort ſimple, la trigonométrie, enſeigne à trouver le rapport du demi-diametre de notre globe à la

(*a*) Eclaire. Liv. IV, §. 5.

diſtance de cet aſtre (*a*). On pouvoit donc connoître cette diſtance en ſtades ſemblables à ceux qu'avoit employés Eratoſthenes, c'eſt-à-dire, par des meſures qui ſont ſous la main de l'homme, & qu'il apprécie par le plus intime & le plus exact de ſes ſens. Voilà la méthode générale que nous devons à Hypparque; elle ne fut appliquée par lui qu'à la lune. La parallaxe de cette planete étant la plus grande de toutes, fut la premiere ſenſible; les autres n'étoient pas meſurables par les inſtrumens de ce tems. L'entrepriſe de meſurer la diſtance de ces aſtres, qui roulent au loin ſur nos têtes, eſt peut-être la plus extraordinaire que l'eſprit humain ait jamais tentée! C'eſt celle qui étonne le plus ceux qui ne ſont pas initiés dans les myſteres de l'aſtronomie : leur ſurpriſe augmenteroit encore s'ils connoiſſoient bien la petiteſſe de notre globe comparé à ces diſtances. Les ſavans ont de quoi admirer, quand ils penſent que l'homme ſi petit ſur ce petit globe, a ſu en s'aidant de nouveaux organes, appliquer les ſiens à des objets que la nature a placés ſi loin de lui. Cependant la méthode une fois inventée & connue, rien ne paroît plus ſimple.

§. XXI.

Hypparque, incertain ſur la quantité des parallaxes de la lune, le fut également ſur ſes diſtances : il appercevoit bien que cette diſtance de la lune à la terre étoit variable; il

(*a*) En effet le rayon viſuel, qui va de l'obſervateur placé ſur la ſurface de la terre, à l'aſtre obſervé, le rayon de notre globe, & la ligne menée du centre de la terre à l'aſtre, ſont trois lignes droites qui forment un triangle. L'angle au centre de la terre eſt droit, l'angle à l'aſtre eſt la parallaxe donnée par obſervation; ſi l'on ſuppoſe connu le rayon de notre globe, on pourra connoître par le calcul la ligne menée du centre de la terre à l'aſtre, & qui fait ſa diſtance : on ſaura combien le rayon de notre globe eſt contenu de fois dans cette diſtance : ce rayon du globe de la terre eſt la meſure commune à toutes ces diſtances des aſtres; mais ce rayon étoit déterminé par l'opération d'Eratoſthenes.

en résultoit même une variation dans son diametre, qui paroît d'autant plus grand que la lune est plus près. Il inventa & fit construire un instrument pour le mesurer. Cet instrument étoit un angle formé par deux regles de bois, longues de quatre coudées, ou d'environ sept pieds, mobiles sur un centre; une pinnule étoit placée à ce centre, & deux autres aux extrémités des regles (*a*). L'idée de cet instrument est due à celui dont Archimede a fait usage. Les deux regles sont les rayons visuels, & l'intervalle des deux pinnules antérieures tient lieu du cylindre de bois. Cet instrument étoit perfectionné par l'invention des pinnules, qui paroît appartenir à Hypparque. Hypparque observa le diametre du soleil de 30′, comme avoit fait Aristarque, celui de la lune de 30′, lorsqu'elle est le plus loin de la terre; de 35′ lorsqu'elle en est le plus près: enfin de 33¼, lorsqu'elle est dans une distance moyenne entre la plus grande & la plus petite (*b*).

Quant à ces distances, tantôt il faisoit la plus grande de 83 demi-diametres de la terre, & la plus petite de 71; tantôt la plus grande de 72½, & la plus petite de 62. Il hésitoit, parce que les observations, n'étant pas assez précises, lui donnoient des résultats différens: il avoit la même incertitude sur la distance du soleil à la terre, qu'il faisoit de 1379 ou de 1472 demi-diametres de notre globe (*c*). On ne doit pas s'en étonner. La parallaxe du soleil est infiniment petite, très-difficile à déterminer, sur-tout alors, où l'erreur des observations surpassoit considérablement la quantité de cette parallaxe. Hypparque doutoit même si le soleil en avoit une, & cependant, ce qui est une inconséquence extraordinaire &

(*a*) Almag. *Lib. V*, *c.* 14.
(*b*) Almag. *Lib. IV*, *c.* 9.
Theon & Riccioli, Almag. T. I, p. 222.

(*c*) Theon, Comment sur l'Almag.
Riccioli, Almag. T. I, p. 110 & 222.
Infrà, §. XXXIV.

même incroyable ; on dit qu'il chercha la parallaxe de la lune par celle du soleil. En effet comme Aristarque avoit assigné le rapport des distances de ces deux astres, dès qu'une des parallaxes auroit été connue, il pouvoit en conclure l'autre. Mais malgré le témoignage de Ptolémée (*a*), nous doutons qu'Hypparque, restaurateur de l'astronomie, ait été capable de cette inconséquence.

Ces distances du soleil sont quatorze ou quinze fois plus petites que celles d'Eratosthenes, & s'éloignent d'autant plus de la vérité. C'est une preuve qu'Eratosthenes n'avoit donné cette distance au soleil que d'après quelque tradition ancienne. Les restes de l'astronomie primitive ressembloient plus alors à des erreurs populaires qu'à des résultats fondés sur des observations. Hipparque ne crut pas devoir adopter ces résultats, & ne s'en rapporta qu'à ce qu'il avoit déterminé, ou du moins examiné lui-même.

§. XXII.

Cependant cet astronôme, tout habile qu'il étoit, s'arrêta à la théorie du soleil & de la lune ; il n'osa point aller au-delà & toucher à celle des cinq planetes : elle lui parut trop difficile, d'abord parce qu'il n'y avoit pas longtems qu'on avoit commencé à les observer (*b*) ; ensuite parce que leur

(*a*) Almag. *Lib. V, c.* 11.

(*b*) Almag. *Lib. IX, cap.* 10. Quand Ptolémée dit qu'il n'y avoit pas long-tems qu'on avoit commencé à observer les planetes, cela doit s'entendre seulement de leur lieu rapporté à l'écliptique ; car Ptolémée dit expressément que les anciens, & ces anciens sont les anciens Orientaux & les Chaldéens, observoient les stations & les apparitions des planetes : mais ces observations peut-être décrites avec peu de soin, dans leurs régistres, sont d'ailleurs difficiles à faire & incertaines par elles-mêmes. La véritable durée des stations est presque impossible à fixer exactement, à cause de la lenteur du mouvement qui les précede & qui les suit. L'apparition des planetes le matin, lorsqu'elles s'échappent des rayons du soleil, est assujettie à l'incertitude d'un ou de plusieurs jours, soit par les mauvais tems, soit même par les vapeurs de l'horizon, soit enfin par une vue moins bonne, ou par le défaut d'attention & d'assiduité.

mouvement étant bien plus lent que celui de la lune, il ne s'écoule qu'un petit nombre de révolutions en beaucoup d'années, l'erreur de l'obſervation eſt moins partagée, & la durée de la révolution d'autant moins exactement connue.

Une autre difficulté ſe préſentoit encore dans l'examen du mouvement des planetes; c'étoient les deux inégalités que les anciens croyoient y appercevoir. L'une eſt celle qui produit leurs ſtations & leurs rétrogradations; elle n'eſt qu'apparente: l'autre affectoit leur mouvement dans le zodiaque, qui paroiſſoit tantôt plus lent, tantôt plus rapide; cette inégalité eſt propre à la planete. C'eſt en conſéquence de ces deux inégalités, que les anciens établirent deux révolutions de chaque planete, l'une à l'égard du ſoleil, l'autre à l'égard du zodiaque. Hypparque, que Ptolémée appelle *l'ami de la vérité*, ſe voyant dénué d'obſervations qui fuſſent en même tems & anciennes & exactes, déſeſpéra de pouvoir ramener ces apparences ſingulieres au mouvement circulaire & uniforme, comme il avoit fait pour le ſoleil & pour la lune. Il s'eſt contenté de raſſembler les anciennes obſervations, d'en faire lui-même de meilleures pour inſtruire la poſtérité, & de montrer que les phénomènes ne cadroient point *avec les ſuppoſitions des mathématiciens de ſon tems*, (nous ignorons quelles étoient ces ſuppoſitions). Il a penſé qu'il n'y en avoit point qui puſſent repréſenter la double inégalité. Il paroiſſoit aſſez ſimple qu'Hypparque, ayant ſatisfait à l'inégalité du ſoleil par un épicycle ou par un excentrique, imaginât de repréſenter les deux inégalités, en uniſſant un épicycle avec un excentrique. Le paſſage ſembloit facile; mais cette conciliation étoit réſervée à Ptolémée. Rien n'eſt plus commun dans l'hiſtoire des ſciences, que de voir des penſées ſimples, qui ne ſont même que des conſéquences, échapper aux plus grands hommes. S'il n'y avoit point de

bornes à la vue de l'esprit, l'homme de génie, qui conçoit l'idée d'une science, en appercevroit d'abord toute l'étendue. Les forces limitées ont partagé les efforts & les travaux dans toute la durée du tems.

§. XXIII.

Ce qui a justement immortalisé Hypparque, c'est l'entreprise magnifique de compter les étoiles, & d'en laisser les positions observées & le dénombrement à la postérité. Une nouvelle étoile apperçue dans le ciel en fut l'occasion. Hypparque sentit tout ce que ce phénomène avoit d'extraordinaire. Les étoiles sont ce qu'il y a de plus permanent dans le ciel, tant dans leur position que dans leur grandeur & leur éclat. Des astres semblables pouvoient donc être allumés ou créés tout-à-coup; s'ils ont pu naître, ils peuvent donc périr; un seul fait détruit à jamais la divinité des astres, & les range dans la classe de tous les êtres, en les soumettant à la loi générale de la nature, celle de naître, de changer & de mourir. Hypparque jugea que ce phénomène, arrivé déjà plusieurs fois, pouvoit arriver encore; &, pour que dans l'avenir les astronômes pussent s'assurer s'il n'a point paru de nouvelles étoiles, cet homme, qui (*a*) ne peut être assez loué, dit Pline, osa entreprendre une chose difficile, même à un Dieu, *ausus rem etiam Deo improbam;* c'est de compter les étoiles, de marquer leurs distances, &, au moyen d'instrumens inventés exprès, de les désigner par leurs positions & par leur grandeur; afin qu'on pût reconnoître si elles naissent ou périssent, si elles sont en repos ou en mouvement, enfin si leur

(*a*) Pline, *Lib. II, c. 26.*

éclat eſt ſuſceptible d'augmentation ou de diminution. Le ciel, ainſi décrit par Hypparque, fut un héritage qu'il laiſſa à la poſtérité.

§. XXIV.

Il y a cependant quelque choſe à rabattre des éloges exagérés de Pline, ou du moins, comme il n'étoit point aſſez inſtruit de la ſcience, il faut ramener ces éloges ſur leur véritable objet. D'abord Hypparque n'eſt point le premier qui ait compté les étoiles; il y a lieu de croire que les anciens Orientaux en avoient fait quelque dénombrement. Pline appuie lui-même ce ſentiment, en diſant ailleurs que les anciens comptoient 1600 étoiles dans les conſtellations du ciel. Hypparque en a compté beaucoup moins; mais ce qui décide la queſtion, c'eſt qu'Eratoſthenes, comme nous l'avons dit, nous a laiſſé une deſcription du ciel dans laquelle les étoiles de chaque conſtellation ſont comptées : il en trouve en tout un peu plus de 700. Hypparque n'eſt pas même le premier qui ait obſervé les poſitions des étoiles, en meſurant en degrés leur diſtance à l'équateur & aux colures; Ariſtille & Tymocharis l'avoient tenté avant lui : ce qu'il a fait, ce qui lui appartient, c'eſt d'avoir fait un dénombrement plus exact des étoiles viſibles à la vue; il en compte 300 de plus qu'Eratoſthenes: c'eſt d'avoir obſervé les poſitions de toutes ces étoiles, tandis que ſes prédéceſſeurs n'en avoient obſervé que quelques-unes. Cette entrepriſe d'Hypparque, quoiqu'elle ne fût pas ſans exemple, doit être admirée par l'étendue de ſon objet, par l'immenſité du travail & par le ſuccès de l'exécution : il ſentit la néceſſité de l'ouvrage, il eut le courage de le commencer & de le finir. Les aſtronômes avoueront que ce mérite vaut bien celui d'avoir le premier compté les étoiles. Il faut ſavoir louer les gens loua-

bles, & ſouvent l'ignorance priſe en eux, ce qu'eux-mêmes eſtiment le moins.

Il s'en faut beaucoup que le plan d'Hypparque, ou du moins ſon exécution ait eu toute l'étendue qu'annonce le récit de Pline : ſon catalogue des étoiles n'eſt pas aſſez complet pour embraſſer toutes les étoiles viſibles, même à la vue ſimple ; ainſi on n'eſt pas en droit de conclure qu'une étoile eſt nouvelle, parce qu'elle ne s'y trouve pas, ou qu'une étoile, qui y eſt compriſe, a diſparu, parce qu'on ne la retrouve plus; car les poſitions de ce catalogue ne ſont pas aſſez exactes pour qu'on ne puiſſe quelquefois ſe tromper, en cherchant à reconnoître les plus petites. Quant au mouvement propre aux étoiles, comme il ne peut être que fort lent, il a fallu bien des ſiecles pour compenſer l'erreur aſſez conſidérable des obſervations de ce tems, & pour pouvoir employer les poſitions d'Hypparque dans cette recherche délicate. Mais ſur-tout la meſure de la grandeur & de l'éclat des étoiles n'eſt jamais entrée dans les projets d'Hypparque. Ces étoiles n'ont aucun diametre dans les plus fortes de nos lunetes. Il eſt vrai que la ſcintillation de leur lumiere leur en donne un ſenſible à la vue ; mais celui-là même eſt trop petit pour avoir été meſuré par les inſtrumens d'Hypparque. L'intenſité de leur éclat eſt encore plus difficile à déterminer : nous ne ſavons nous-mêmes ſi la préciſion moderne atteindra quelque jour à ces meſures. Il faut louer Hypparque, ſi par une ſorte d'inſpiration, il a vu que la ſcience pouvoit aller juſques-là ; mais il faut dire qu'il n'y a point été. Au reſte le catalogue d'Hypparque eſt reſté le modele des travaux de ce genre, &, ſi les modernes l'ont ſurpaſſé par l'étendue & par l'exactitude, il joint encore au mérite d'avoir été le premier, l'utilité de montrer l'état du ciel de ce tems, & de ſervir

de

de base à la recherche du mouvement des étoiles en longitude.

§. XXV.

On a douté si l'étoile nouvelle, apperçue par Hypparque, n'étoit pas une comete; mais il est aisé de sentir que cet astronôme étoit trop instruit pour s'y laisser tromper. Toute comete a un mouvement propre qu'il auroit reconnu; il auroit vu qu'elle changeoit de distance à l'égard des autres étoiles: il l'eût prise d'abord pour une planete, & ensuite peut-être pour un météore, lorsqu'il l'auroit vu disparoître. Hypparque ni Ptolémée n'ont pas dit un mot des cometes, ce qui est très-remarquable. Il y a lieu de croire qu'ils n'en ont pas vu, ou qu'ils les confondoient avec les météores, qui ne sont point de l'objet de l'astronomie. On peut s'étonner que la saine opinion des Chaldéens sur la nature & les retours des cometes, n'ait point été citée par Hypparque: il a dû la connoître; mais il l'a rejetée comme une erreur populaire; ce qui prouve que les observations qui en étoient la base n'existoient plus au tems de cet astronôme, & qu'elles étoient plus anciennes que les anciennes observations des Chaldéens.

§. XXVI.

Hypparque partagea le ciel en 49 constellations, 12 dans l'écliptique, 21 au nord & 16 au midi. Nous en rapporterons les noms dans nos éclaircissemens (*a*). Cette sphere étoit celle des Chaldéens, mais Hypparque y changea quelque chose (*b*); il y introduisit la chevelure de Bérénice. La méthode qu'il suivit dans l'observation des étoiles lui appartient aussi sans

(*a*) Eclairc. Liv. II, §. 19. (*b*) *Ibid.* §. 17.

doute ; elle eſt ingénieuſe. On ne peut établir aucune poſition dans le zodiaque que relativement aux points équinoxiaux & ſolſtitiaux. Or ces points ne ſont point viſibles dans le ciel ; ils ne peuvent être connus à chaque inſtant que par la comparaiſon du lieu obſervé du ſoleil, & par les tables qui donnent ſa diſtance à ces points. Mais comment comparer les étoiles au ſoleil, qui les efface par ſon éclat, & qui ne leur permet point de paroître tant qu'il reſte ſur l'horizon. Hypparque imagina de faire une obſervation intermédiaire par le moyen de la lune (*a*). Vers le tems du coucher du ſoleil, il obſervoit ſur les armilles la différence de longitude entre cet aſtre & la lune. Auſſi-tôt que le ſoleil étoit couché, & que quelque belle étoile commençoit à paroître, il obſervoit la différence de longitude entre cette étoile & la lune; il avoit donc la différence de longitude entre l'étoile & le ſoleil, en tenant compte du mouvement de la lune dans l'intervalle toujours aſſez court des obſervations : & comme les tables lui donnoient le lieu vrai du ſoleil dans l'écliptique, il avoit celui de l'étoile. Le lieu d'une ou de pluſieurs étoiles étant bien déterminé, ſervoit de terme de comparaiſon pour toutes les autres. On voit que cette méthode, pratiquée de nos jours juſqu'à l'invention des pendules, eſt très-ancienne. C'eſt ainſi qu'Hypparque obſerva toutes les poſitions dont Ptolémée nous a conſervé le catalogue (*b*).

Il paroît qu'il avoit conſtruit une ſphere, ou globe céleſte, où il avoit marqué ces poſitions & deſſiné les conſtellations. Ce globe fut ſans doute dépoſé dans le *Muſæum* d'Alexandrie,

(*a*) Ptolém. Almag. Lib. VII, c. 2.

(*b*) Ptolémée ſemble s'attribuer cette méthode, mais Hypparque n'auroit pas laiſſé les poſitions obſervées des étoiles, s'il n'avoit pas eu une méthode pour les obſerver : & puiſqu'il lui a fallu une méthode, il eſt naturel de lui attribuer celle qui eſt rapportée par Ptolémée.

comme un monument utile autant qu'honorable à l'aſtronomie & à Hypparque. Ptolémée, pour prouver que les diſtances & les configurations reſpectives des étoiles n'avoient pas changé, demande que l'on compare ſes propres déterminations à cet ancien globe (*a*). Hypparque porta cette idée plus loin, & conçut que les conſtellations pouvoient être projetées ſur un plan (*b*) : il penſa que le ciel pouvoit y être repréſenté, comme la terre l'avoit été par Anaximandre. La méthode des projections, récemment inventée, lui en facilita l'exécution. Hypparque avoit tout ce qui caractériſe le génie ; un coup d'œil général pour ſaiſir les rapports, & un tact juſte & sûr pour faire toutes les applications poſſibles.

§. XXVII.

Ce travail qu'Hypparque avoit entrepris & achevé ſur les étoiles, leurs poſitions conſignées à la poſtérité, le conduiſirent à la découverte du mouvement des étoiles. Ce fut en examinant quelques obſervations d'Ariſtille & de Timocharis, qu'il commença à le ſoupçonner. Timocharis avoit trouvé que l'étoile appelée *l'Epi de la Vierge*, précédoit l'équinoxe d'automne de 8°. Hypparque s'apperçut que de ſon tems elle ne précédoit plus que de 6. Il répéta la même comparaiſon ſur pluſieurs autres étoiles, & il trouva que toutes s'étoient avancées de l'Occident vers l'Orient de la même quantité. Les premieres étoiles dont il fit uſage pour cette comparaiſon, étoient ſans doute des étoiles du zodiaque ; car il ſuppoſa d'abord que ce mouvement n'avoit lieu que pour celles qui ſont placées dans cette bande étroite (*c*). De nouvelles comparaiſons & un plus mûr examen lui firent abandonner cette

(*a*) Ptolém. Almag. *Lib. VII*, c. 1.
(*b*) Syneſius, *de dono aſtrol.*
Hiſt. des mathém. Tome I, p. 274.
(*c*) Ptol. Almag. Lib. VII, c. 1.

bizarre hypothèſe, & aſſujettir toutes les étoiles à un mouvement général qui les entraîne, ſans rien changer à leur ſituation reſpective. Quoique nous taxions avec raiſon cette hypothèſe de bizarrerie, nous croyons qu'on peut juſtifier Hypparque de l'avoir adoptée un moment; il n'y a de bizarre en ce genre que ce qui n'eſt pas naturel. Mais dans tous les tems il eſt difficile de juger autrement que par l'expérience, de ce qui appartient réellement à la nature. Quel étoit le plus extraordinaire, d'imaginer la bande du zodiaque tourner autour de ſon axe, & les étoiles qui y ſont placées, ſe ſéparer des autres par un mouvement progreſſif, ou de voir toutes les étoiles, mues par un mouvement général, s'avancer, ſans s'écarter les unes des autres, avec autant & plus d'ordre qu'une troupe exercée aux évolutions militaires? Avant que les faits euſſent décidé, il faut convenir qu'Hypparque put être embarraſſé de choiſir, entre ces deux hypothèſes, la plus phyſique & la plus naturelle.

§. XXVIII.

Hypparque reconnut bientôt que le mouvement des étoiles ſe fait uniformément autour des pôles de l'écliptique : elles conſervoient toujours la même diſtance à l'égard de ce cercle; l'Epi de la Vierge en étoit éloigné de 2°, comme au tems de Tymocharis; il voyoit que toutes les déclinaiſons avoient changé, tandis que les latitudes étoient reſtées les mêmes. Il ſuppoſa donc dans ſon traité de la grandeur de l'année, que le mouvement des étoiles étoit tout entier, & ſeulement en longitude (*a*); mais cependant avec une ſorte de doute (*b*); car il ne penſoit pas que les obſervations de Tymocharis fuſſent

(*a*) Ptolém. Almag. *Lib. VII*, c. 2. (*b*) *Ibidem*, c. 3.

assez exactes, pour en être assuré : d'ailleurs il ne s'étoit pas encore écoulé un assez long espace de tems ; un mouvement en latitude, moins sensible que celui de la longitude, pouvoit se manifester dans un plus grand nombre d'années. Cette circonspection prouve qu'Hypparque étoit un très-bon esprit : il ne prononçoit pas même sur tout ce qu'il avoit vu : il attendoit du tems les éclaircissemens nécessaires, & qui le plus souvent détruisent les assertions précipitées. Ptolémée, qui vint 260 ans après, retrouvant les latitudes telles que Tymocharis & Hypparque les avoient observées, fut dans le cas de dissiper tout-à-fait le doute que la prudence de son prédécesseur avoit laissé subsister.

§. XXIX.

Nous croyons qu'Hypparque a été plus loin, & qu'il a deviné que ce mouvement même n'appartenoit pas aux étoiles. Suivant les apparences observées, les étoiles s'éloignoient toutes des points équinoxiaux, par un mouvement égal, & en conservant entr'elles le même ordre, qui subsistoit depuis le commencement du monde. Il paroît qu'Hypparque n'admettoit pas la calotte sphérique, sur laquelle les anciens Grecs avoient attaché les étoiles. Les apparences étoient les mêmes, soit qu'elles s'éloignassent du point équinoxial, soit que ce point s'éloignât d'elles. Il étoit plus simple que ce point, ou du moins les quatre points cardinaux fussent seuls en mouvement. C'est la supposition qu'il crut la plus naturelle. M. de Montucla (*a*) le conjecture avec raison, d'après le titre d'un ouvrage d'Hypparque, *de la Rétrogradation des points équinoxiaux*, qu'il auroit aussi facilement intitulé du Mouvement

(*a*) Hist. des Mathémat. T. I, p. 274. *Infrà.*

des étoiles en longitude. Ce grand astronôme a donc vu cet effet tel qu'il est réellement. Il a rendu aux étoiles le repos, la fixité qui fait leur caractere. Elles brillent tranquillement dans les plaines du ciel, sans quitter, du moins sensiblement, la place qui leur a été assignée par l'être suprême. Les seuls points équinoxiaux & solstitiaux sont destinés à rétrograder chaque année d'une petite quantité, parcourant l'écliptique par une marche très-lente dans une révolution d'environ 25920 ans. Il ne restoit plus à pénétrer que la cause qui devoit être inconnue jusqu'à Newton.

Hypparque estimoit ce mouvement encore plus lent qu'il ne l'est en effet. Il étoit, selon lui, d'un degré par siecle, & la révolution entiere ne s'accomplissoit que dans 36000 ans.

§. XXX.

La connoissance du mouvement apparent des étoiles fixes le long de l'écliptique, donna lieu à Hypparque de rapporter les étoiles à ce cercle & non plus à l'équateur. Jusqu'à Hypparque toute l'astronomie avoit été renfermée chez les Grecs dans l'observation du lever & du coucher des étoiles. Comme ces phénomènes dépendent plus particulierement de l'ascension droite & de la déclinaison, il étoit naturel de fixer le lieu des étoiles relativement à l'équateur. Hypparque lui-même suivit d'abord cet usage (*a*); mais lorsqu'il eut découvert le mouvement des étoiles, il jugea qu'il étoit plus convenable de compter leur longitude sur ce cercle, où les calculs sont fort simples, puisque la progression en longitude est uniforme, & que la latitude est constante, tandis que, par ce mouvement l'ascen-

(*a*) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 428.

ſion droite & la déclinaiſon changent continuellement & inégalement.

Au tems d'Hypparque, le colure des équinoxes paſſoit par la premiere étoile du Bélier, & chacune des conſtellations étoit à-peu-près, & autant que ſon étendue peut le permettre, dans chacune des douze parties du zodiaque. Nous ſoupçonnons même qu'Hypparque a fait quelque changement aux anciennes conſtellations, pour que le Belier ſe retrouvât à la premiere place, comme il l'avoit dans les tems antiques de la premiere diſtribution. Les aſtronômes ont laiſſé, depuis Hypparque, les conſtellations s'avancer vers l'Orient; les ſignes du zodiaque ont été diſtingués des conſtellations. On a conſervé à ces ſignes le nom des conſtellations, qui y étoient placées du tems d'Hypparque, & le ſigne du Belier commence toujours au point de l'équinoxe du printems, quoique la conſtellation ſoit aujourd'hui toute entiere dans le ſigne du Taureau.

§. XXXI.

Ce qui eſt remarquable, c'eſt la lenteur avec laquelle les connoiſſances ſe répandent, ce ſont les fauſſes applications qu'on en fait. Le mouvement des étoiles étoit découvert; il eſt vrai que la découverte n'en fut pleinement confirmée que par Ptolémée; mais on ne ſoupçonnoit pas que ce mouvement pouvoit être la cauſe de la fauſſeté des anciens calendriers, de la diſcordance qui exiſtoit entr'eux, & ſur-tout de l'incertitude des points équinoxiaux & ſolſtitiaux que les mêmes auteurs plaçoient en différens points de l'écliptique (*a*). Columelle, qui vivoit 180 ans après Hypparque, connoiſſoit ſi peu le mouvement annoncé par cet aſtronôme, qu'il en attendoit un

(*a*) Columelle, *de re ruſticâ.* Hiſt. de l'Aſtron. anc. p. 422.

changement dans les climats, dans leur fertilité & dans la température de l'air. Mais ce qui distingue les climats, ce qui fait varier la chaleur & la fertilité de la terre, c'est la présence plus ou moins longue du soleil : cette présence dépend de l'inclinaison de la sphere sur l'horizon, & de l'obliquité de l'écliptique. Tant que ces choses ne changeront pas, du moins sensiblement, la fertilité des climats sera la même, en supposant que la terre ne s'épuise pas par la production. C'est ainsi que les grands hommes instruisent ; ils parlent, on ne les entend pas ; les ombres restent après la naissance du jour, & un long crépuscule précede la lumiere générale.

§. XXXII.

Hypparque transporta dans la géographie le plan qu'il avoit suivi dans l'astronomie ; & comme il avoit rapporté les positions & les mouvemens de tous les astres aux cercles fixes de la sphere, il pensa que la géographie devoit rapporter à l'équateur terrestre la position des lieux sur la surface de la terre (*a*). Avant lui, les anciens ne paroissoient s'être occupés que de connoître la distance à l'équateur ; ils y parvinrent, en observant par leurs gnomons la longueur de l'ombre, le jour de l'équinoxe (*b*) : ils avoient remarqué que cette longueur de l'ombre variait en s'éloignant de l'équateur, & qu'elle croissoit jusqu'au pôle. C'étoit la méthode des anciens Indiens, des Chinois & de toute l'Asie ; les Grecs l'avoient prise chez eux. Ils disoient que le jour de l'équinoxe, la longueur de l'ombre étoit à la hauteur du gnomon à Rome comme 8 à 9, à Alexandrie comme 3 à 5, à Athenes comme 3 à 4, à Rhodes

(*a*) Strabon, Geog. *Lib. I.*

(*b*) Astron. anc, p. 112.

comme

comme 5 à 7, à Carthage comme 7 à 11 (*a*). Ils distinguoient encore les climats par la longueur des jours. En effet depuis l'équateur, où toute l'année le jour est de douze heures, en s'avançant vers le pôle, les jours de l'été s'aggrandissent; & ces climats étant partagés de demi-heure en demi-heure, Ptolémée en compte sept depuis celui de Meroé, où le plus long jour est de treize heures, jusqu'à l'embouchure du Boristhènes, où le plus long jour est de seize heures (*b*). Au-delà les plus longs jours croissent plus rapidement : bientôt ils ne se comptent plus par des heures, mais par des mois, jusqu'au pôle, qui ne voit dans toute l'année qu'un jour & qu'une nuit de six mois.

Hypparque pensa qu'on pouvoit connoître la position d'un lieu sur la surface de la terre, comme on connoissoit la position d'un point du ciel, occupé par un astre. Il entrevoyoit que les villes & les points remarquables du globe, étant connus par leurs longitudes & par leurs latitudes, on en pouvoit dresser un catalogue, comme il avoit fait pour les étoiles. Une idée le mena à l'autre, & la premiere entreprise achevée l'ayant rendu hardi, il proposa la seconde, & en laissa l'exécution à ses successeurs. Cette application heureuse fixa le sort de la géographie, qui fut de dépendre de l'astronomie. Elle en devint moins conjecturale, moins assujettie à l'erreur des récits des voyageurs: Hypparque en fit une science positive, fondée sur des principes certains.

Si l'on imagine un grand cercle, un méridien qui passe par le pôle & par le zénith du lieu, on observera sur ce cercle, par le moyen du gnomon, ou des armilles, la distance du zénith à l'équateur, ou la latitude (*c*). Quant à la distance de

(*a*) Riccioli, Almag. T. I, p. 16.
(*b*) Ptolém. Almag. *Lib. I, c.* 12.
(*c*) Soit (*fig.* 8) le méridien HSZ, l'équateur CS, le zénith Z, AS un gnomon, AC la

l'eſt à l'oueſt, à la longitude (*a*) comptée ſur l'équateur, on ne peut la connoître que par la diſtance mutuelle des méridiens des différens lieux, que par les parties de l'équateur interceptées entre ces méridiens. Hypparque imagina que, comme on comptoit les longitudes depuis un point déterminé, qui étoit celui de l'équinoxe du printems, il falloit de même choiſir un des méridiens, d'où l'on pût compter tous les autres. On prit celui qui paſſoit par les îles fortunées, aujourd'hui les Canaries, & cet uſage s'eſt conſervé juſqu'à nous.

§. XXXIII.

Mais il s'agiſſoit de connoître la diſtance mutuelle des méridiens à celui qui avoit été pris pour le premier; & le plus grand ſervice qu'Hypparque ait pu rendre à la géographie, c'eſt l'invention de la méthode pour déterminer cette diſtance, ou les longitudes par le moyen des éclipſes de lune (*b*). Nous conviendrons du peu d'exactitude des premieres déterminations; lorſqu'on meſuroit le tems par des clepſidres, il n'étoit pas poſſible d'y mettre beaucoup de préciſion; mais la méthode n'en fait pas moins d'honneur à Hypparque: le principe en eſt excellent.

Les pays, ſitués ſous chaque méridien, comptent midi au moment où le ſoleil ſe trouve dans leur méridien particulier. L'heure de midi arrive donc ſucceſſivement pour tous les pays

---

longueur de l'ombre, le jour de l'équinoxe. Cette longueur étant connue par l'obſervation, on calcule l'angle HCS qui eſt la hauteur de l'équateur ſur l'horizon; cet angle retranché de l'angle droit HCZ, donne l'angle SCZ, ou la diſtance du zénith du lieu à l'équateur. Depuis on a obſervé également un aſtre E, quoiqu'il ne fût pas dans l'équateur, parce qu'en retranchant ſa déclinaiſon connue SE de ſa hauteur HE, on avoit également celle de l'équateur HS.

(*a*) La raiſon de ces dénominations de longitude & de latitude des lieux de la terre, eſt qu'autrefois ce qu'on connoiſſoit du globe de la terre, étoit plus étendu de l'eſt à l'oueſt que du nord au midi; & conſéquemment on appela *longueur* ou *longitude* ce qui s'étendoit de l'eſt à l'oueſt, & *largeur* ou *latitude* ce qui s'étendoit du nord au midi.

(*b*) Strabon, *Lib. I.*

du monde, en allant de l'eſt à l'oueſt, & cela à raiſon de quatre minutes de tems pour un degré de longitude, & d'une heure pour quinze degrés, puiſque par la révolution diurne les 360° de l'équateur paſſent au méridien dans un jour de vingt-quatre heures. De deux méridiens éloignés de 10°; le plus oriental compte midi, & par conſéquent toutes les heures 40′ avant l'autre. Il en réſulte qu'un phénomène céleſte, tel qu'une éclipſe de lune, qui eſt apperçue comme un ſignal, dans le même inſtant, ſur toutes les parties de la terre où la lune eſt alors viſible, arrive cependant, ſelon les pays, à différentes heures. Donc, ſi dans l'un on a compté 40′ de plus que dans l'autre, on en conclura qu'il eſt plus oriental, c'eſt-à-dire, que la différence de longitude eſt de 10° vers l'eſt. Cette méthode, pratiquée avec tant de ſuccès par notre aſtronomie moderne, eſt le principe de toutes les autres, qui ont pour objet de déterminer les longitudes terreſtres par l'obſervation des phénomènes céleſtes. Il falloit beaucoup de génie pour lier ainſi la géographie à l'aſtronomie, & pour faire dépendre la connoiſſance de la terre de celle du ciel.

§. XXXIV.

Les calculs nombreux, où tant de travaux engagerent ce laborieux aſtronôme, dit M. de Montucla (*a*), firent naître entre ſes mains la trigonométrie, ſoit rectiligne, ſoit ſphérique; c'eſt la ſcience de la meſure & du calcul des triangles. Un triangle eſt compoſé de trois angles & de trois côtés: en général, ſi trois de ces choſes ſont données, on connoît par le calcul les trois autres; avec cette exception que ſi ces côtés ſont des lignes droites, il faut que dans ces trois choſes

(*a*) Hiſtoire des Mathématiques, Tome I. p. 275.

données, il y ait au moins un côté. Mais si les côtés sont des arcs de cercles, comme ceux qui forment les distances mutuelles des astres sur la voûte du ciel, il n'est pas nécessaire qu'il y ait un côté de connu, les trois angles suffisent pour calculer celui des côtés que l'on voudra, ou tous les trois. Les regles de ces calculs sont ce que l'on nomme la *trigonométrie*. Elle est essentielle à l'astronomie, qui ne mesure que des arcs & des angles, & qui a souvent besoin de conclure les uns par les autres, ou d'en déduire des distances en ligne droite. C'est donc Hypparque qui posa les fondemens de cette science, comme il avoit posé ceux de la géographie.

Hypparque avoit laissé beaucoup d'ouvrages qui ne nous sont point parvenus. Il ne nous reste que son commentaire, ou plutôt sa critique d'Aratus & d'Eudoxe. Il avoit fait également une critique de la géographie & de la mesure de la terre d'Eratosthenes (*a*). Strabon, quoique rempli d'estime pour Hypparque, a pris la défense d'Eratosthenes. Il semble qu'Hypparque ne pouvoit se défendre d'un sentiment de jalousie : il critiquoit avec aigreur, & souvent avec injustice. Eudoxe avoit mérité d'être appelé le Prince des astronômes Grecs ; Eratosthenes tenoit un rang égal dans la géographie. On haît sur-tout l'envie qui poursuit encore les morts. Le fondateur de l'astronomie renouvelée pouvoit-il envier quelque chose ? Le feu du génie semble devoir épurer la substance de l'ame, comment y reste-t-il un vice aussi bas que la jalousie ? Au reste nous devons détourner nos regards de ces taches de la vie d'un grand homme, & nous dirons : c'est lui qui a renouvelé les observations astronomiques ; il a aperçu l'inégalité du soleil, il en a dressé des tables ; il est l'inventeur de l'équation du tems, de la paral-

(*a*) *Infrà* Eclaire. Liv. II,

laxe, de la mesure des distances; il a entrepris & exécuté la vraie description du ciel; il a fondé la géographie & la trigonométrie. L'histoire toujours impartiale cite ses défauts pour l'instruction de ses pareils: elle avertit les hommes de génie que le souvenir des injustices subsiste dans la tradition, avec la gloire des talens & des découvertes, comme les taches du soleil sont vues au milieu de sa splendeur majestueuse.

§. XXXV.

Aucun astronôme de réputation ne remplit l'intervalle entre Hypparque & Ptolémée. C'est un exemple des repos de la nature. Ce n'est pas qu'il y eût interruption de travaux; l'école d'Alexandrie subsistoit, les hommes se succédoient, mais les esprits étoient d'une trempe plus ordinaire. Les uns ont sans doute vécu inutilement, puisqu'ils ont été oubliés, les autres n'ont laissé que peu de chose après eux. Nous allons parcourir ce que ces trois siecles ont produit de plus remarquable.

Geminus, qui vécut peu de tems après Hypparque, fut un faiseur d'élémens, c'est-à-dire, qu'il expliqua ce que les autres avoient inventé. On peut lui faire honneur d'une idée fort saine sur la disposition des étoiles dans l'étendue de l'espace. » La plus haute sphere, dit-il, est celle des étoiles fixes. Mais » il ne faut pas penser que toutes les étoiles soient placées sur » une même superficie. Les unes sont plus élevées, les autres » sont plus basses. Notre vue, qui se porte dans le ciel de » toutes parts à une égale distance, rend insensible la diffé- » rence de hauteur ». Nous plaçons ici cette idée par une justice rigoureuse; elle nous a été conservée par Geminus. Mais nous croyons qu'elle peut appartenir à Hypparque (*a*).

(*a*) *Suprà* §, 29.

Nous pensons qu'Hypparque avoit brisé le ciel de cristal, qui portoit & laissoit voir les étoiles; Ptolémée, moins philosophe que lui, le rétablit. Geminus ne fut pas si hardi qu'Aristarque sur la prodigieuse distance des étoiles: celui-ci osoit regarder comme nulle la sphere du soleil, en comparaison de la sphere des fixes; Geminus dit seulement que notre globe est comme un point à l'égard de cette sphere (*a*). C'étoit une marque de dégénération dans l'école d'Alexandrie. Quand les grandes idées, une fois connues & produites, s'altèrent; quand il faut les affoiblir pour les concevoir, c'est une preuve que les têtes deviennent plus petites.

§. XXXVI.

Nous ne ferons que nommer Théodose, auteur de trois livres sur les sphériques, & qui travailla pour l'astronomie en perfectionnant la trigonométrie; & Alexandre d'Ephese, auteur d'une description en vers de la terre & du ciel. Nous passons à un philosophe, qui mérite un rang distingué dans cette histoire; ce fut le stoïcien Possidonius, d'Apamée en Syrie, disciple de Panœtius, ami de Ciceron & de Pompée. Il fut célebre dans l'astronomie pour avoir entrepris une seconde fois de mesurer la circonférence de la terre. Nous en traiterons à part dans le livre suivant. Cette observation est la seule qui nous soit restée de lui; mais quand il ne l'auroit pas faite, ses opinions suffiroient pour lui mériter des éloges.

Possidonius passa sa vie hors de sa patrie (*b*); il vint à Rome, où il construisit une sphere mouvante & très-ingénieuse, suivant le témoignage de Ciceron (*c*). Ce philosophe pensoit avec

(*a*) Geminus, Chap. I. *In Uranologion.* p. 17.

(*b*) *Ciceron. Quest. Tuscul.* V. 37.

(*c*) *De naturâ Deorum*, II. 34.

l'antiquité, que les étoiles étoient des corps divins, formés de la ſubſtance du feu éthéré, des corps qui n'étoient jamais en repos, mais ſe mouvoient circulairement (*a*). Voilà un exemple de ces idées ſublimes & philoſophiques, où l'eſprit s'éleve de lui-même à l'aide de l'analogie. Il ne faut pas croire que par le mouvement circulaire, il entendit la révolution diurne. Les anciens ne connoiſſoient cette révolution que ſous le nom de mouvement du premier mobile; ils ne regardoient point que ce mouvement appartînt aux étoiles, puiſqu'elles étoient nommées *étoiles fixes*, mais à la ſphere entiere, où les aſtronômes, Hypparque excepté, les crurent long-tems attachées. Il eſt clair que Poſſidonius parloit d'un mouvement propre & particulier à chaque étoile, ſemblable à celui qu'on a découvert dans Arcturus, & que Poſſidonius a prévu ſeize cents ans avant cette découverte. Il a vu les aſtres les plus voiſins de la terre ſe mouvoir dans des cercles, & il en a conclu que le mouvement ne devoit pas être interdit aux aſtres plus éloignés, qui étoient de la même nature.

§. XXXVII.

Possidonius avoit fait attention au phénomène de la grandeur extraordinaire du ſoleil & de la lune près de l'horizon. Cette obſervation étoit bien ſimple & sûrement plus ancienne que lui; mais l'explication qu'il en donne lui fait quelque honneur. Il attribue cette augmentation de grandeur aux vapeurs de l'atmoſphere, qui, en briſant les rayons, en les détournant de leur ligne directe, amplifioient les images (*b*). On ſait aujourd'hui que la réfraction des rayons produit un

(*a*) *Stanlei Hiſt. philoſ.* *Achilles Tatius*, c. 10.

(*b*) Strabon, *Geographiæ*, *Libro tertio.*

effet contraire ; mais quand la réfraction & ses loix étoient inconnues, il y avoit quelque mérite à se tromper ainsi. Il partoit d'un principe très-vrai, qui est que dans un milieu épais & chargé de vapeurs, le rayon visuel se détourne de sa route, & d'autant plus que la densité du milieu est plus grande; car il ajoutoit que si, comme Lyncée, on pouvoit voir le soleil au travers des murailles ou d'autres corps solides, il paroîtroit encore beaucoup plus grand (*a*). Ce philosophe n'apperçut pas que les deux rayons qui viennent à l'œil des deux extrémités d'un objet, traversant le même milieu, se détournant dans le même sens, & à peu près de la même quantité, ne peuvent augmenter la grandeur de cet objet. Au contraire si dans le sens perpendiculaire à l'horizon, le rayon le plus élevé se détourne un peu moins que l'autre, cette grandeur est un peu diminuée.

Nous croyons que Possidonius avoit également fait attention au phénomène qui a lieu dans les nouvelles lunes & dans les éclipses de soleil, à cette lumiere qui paroît quelquefois sur la lune & la rend visible, quoiqu'elle ne tourne que sa partie obscure vers nous. Dans le premier cas, cette lumiere est celle que la terre éclairée par le soleil renvoye sur la lune; dans le second, cette lumiere n'est autre chose que les rayons du soleil même, lesquels brisés dans l'atmosphere de la lune, ou du moins près de sa surface, parviennent jusqu'à nous. Possidonius disoit que non seulement la lune étoit frappée de la lumiere du soleil, à la maniere des corps solides, dont la surface seule est éclairée, mais que les rayons de cet astre pénétroient son épaisseur, comme ils feroient à l'égard d'un corps rare & diaphane. On savoit depuis long-tems que la

(*a*) Cléomede, *Cyclic. Theor. Lib. II*, 1.

lune

lune est éclairée par les rayons du soleil, qu'elle renvoye comme un miroir. On n'avoit donc pas besoin de la supposer diaphane (*a*). Les philosophes ne font des suppositions que pour expliquer des faits.

§. XXXVIII.

Possidonius eut quelque connoissance des phénomenes de la marée. Les eaux de la mer s'élevent ou s'abaissent continuellement : elles s'élevent pendant six heures, elles s'abaissent pendant six autres, pour remonter de nouveau ; & ce mouvement s'accomplit deux fois dans un intervalle d'un peu plus de vingt-quatre heures. Les eaux s'élevent inégalement dans différens tems de l'année. Possidonius reconnut que ces phénomenes dépendoient, soit du mouvement particulier de la lune, soit de son mouvement à l'égard du soleil. Il dit que les plus grandes marées arrivent dans les nouvelles & pleines lunes, & les plus petites dans les quadratures. Selon lui, les habitans de Cadix avoient remarqué que les marées étoient plus grandes au solstice d'été, & il conjecture qu'elles devoient être plus petites dans les équinoxes (*b*). Les anciens Saxons & les Danois, qui avoient fait les mêmes remarques, régloient leur année sur les effets du flux & du reflux de la mer. Ils faisoient usage principalement de la grande marée, qui arrive à la pleine lune de l'équinoxe (*c*). Ainsi leur année étoit solaire & lunaire.

Possidonius estimoit que la hauteur de l'atmosphere, ou de la région des nuées & des vents, étoit de 400 stades, ou de 15 lieues de 25 au degré (*d*). On verra que la hauteur de

(*a*) Cléomede, *ibidem*, *Lib. II*, 4.
(*b*) Strab. Geog. *Lib. III.*
(*c*) Scaliger *de emend. temp.* L. II, *p.* 162.
(*d*) Pline, *Lib. II*, *cap.* 23.

l'atmosphere est difficile à fixer d'une maniere précise; mais il est remarquable que cette hauteur ne s'éloigne pas beaucoup de celle que M. de la Hire a déterminée d'environ dix-sept lieues, ou seulement de seize, en ayant égard à la courbure du rayon de lumiere (*a*). Il seroit curieux de savoir quels sont les moyens dont Possidonius s'étoit servi pour approcher si près de la vérité. Cela est d'autant plus singulier que des astronômes, beaucoup plus modernes, se sont fort éloignés de cette estimation. Kepler ne croyoit la hauteur de l'atmosphere que d'environ une ou deux lieues. (*b*).

§. XXXIX.

Il ne seroit pas moins curieux de savoir comment ce philosophe avoit établi les distances du soleil & de la lune. Il pensoit que de la région des nuées à la lune il y avoit deux millions de stades, & de la lune au soleil cinq cents millions. Ce qui rapporté au demi-diametre de la terre qu'il avoit déterminé de 38182 stades, donne pour la distance de la lune $52\frac{1}{8}$, pour celle du soleil 13095 demi-diametres de la terre. Ces nombres ne sont ni ceux d'Hypparque, ni ceux d'Eratosthenes. Sans être fort exacts, ils ne s'éloignent pas infiniment de la vérité, du moins quant à la distance de la lune. Celle du soleil est trop petite de moitié; mais cependant elle est plus exacte que celle qui fut établie quinze cents ans après par Tycho, & elle répond à une parallaxe de $16''\frac{1}{2}$, quantité qui ne pouvoit être observée par les instrumens anciens. Cléomede ni Strabon ne nous ont conservé aucun détail sur la maniere dont Possidonius étoit parvenu à cette détermination; ce qu'ils n'auroient pas manqué de faire, si c'étoit

(*a*) Mém. Acad. des scien. 1713. p. 61. (*b*) Kepler, *Paralip. ad Vitell.* p. 129.

le résultat d'une observation. Mais les siecles d'Eratosthenes & de Possidonius n'ont pu faire cette observation ; &, à moins qu'on ne veuille supposer, contre toute vraisemblance, que ces déterminations sont dues au hasard, & ont été inspirées par une sorte de divination, il est évident que ce sont des connoissances antérieures : elles sont différentes de celles d'Eratosthenes, parce qu'elles ont été puisées dans des manuscrits différens ; elles appartiennent toutes à un peuple qui a eu, comme nous, plusieurs degrés de connoissances. Si les sciences périssoient en Europe, & que le hasard conservât quelques déterminations de Tycho & de Cassini, quoiqu'elles eussent les mêmes objets, elles offriroient & des nombres & des degrés d'exactitude différens.

Possidonius étoit stoïcien dans toute la rigueur du mot. Tourmenté des plus violentes douleurs de la goute, il disoit : *ô douleur ! je ne conviendrai jamais que tu sois un mal* (*a*). Cette espece de philosophie est sans doute un abus de la raison. La douleur est aussi réelle que le plaisir : il est naturel de la fuir. Mais l'ame exercée à la combattre, devoit acquérir une force prodigieuse, & ce courage de l'esprit étoit propre aux plus grandes choses. Pompée, vainqueur de Mithridate & de l'Asie, vint visiter Possidonius ; il défendit aux Licteurs de frapper, & fit déposer les faisceaux à la porte du philosophe. Il rendoit cet hommage à la vertu, comme les autres hommes le rendent à la puissance. Les exemples pareils sont rares. Si la vertu ne se suffisoit pas à elle-même, les honneurs qu'on lui rend ne la perpétueroient pas sur la terre.

§. X L.

Cléomede vécut peu de tems après Possidonius : c'est lui

(*a*) Cicéron, *Quæst. Tuscul. Lib. II*, 25.

qui nous a conservé la plus grande partie des choses, qui nous sont restées de ce philosophe. Il établit dans son livre de la Théorie des corps célestes, que la terre, vue du soleil, ne le seroit que comme un point; mais que de la distance des étoiles, elle ne seroit point du tout visible, quand même elle auroit l'éclat du soleil; d'où il conclut que les étoiles sont beaucoup plus grandes que la terre. Cette idée vraie & philosophique montre le progrès des connoissances.

Cléomede avoit entendu parler d'un phénomène assez extraordinaire, mais qu'il n'avoit jamais observé. C'est de voir d'un côté le soleil sur l'horizon, & de l'autre à l'opposite la lune éclipsée (*a*). Cléomede nia la possibilité du phénomène; il affirma qu'il n'y en avoit point d'exemple dans l'histoire connue des éclipses. Il falloit bien cependant qu'on eût vu de ces éclipses singulieres, où les deux astres sont élevés à la fois sur l'horizon par l'effet de la réfraction, puisque Cléomede fut dans le cas de les nier. Dans le tems de la renaissance de l'astronomie, il étoit naturel de remettre les anciennes opinions au creuset. Celle-ci parut une erreur populaire. Cléomede se fondoit sur un principe certain; c'est que la lune, quand elle s'éclipse, est directement opposée au soleil, éloignée de cet astre de la moitié du ciel. Dès qu'on la voit éclipsée & au-dessus de l'horizon, il faut nécessairement que le soleil soit au-dessous. Tout cela seroit vrai s'il n'y avoit pas de réfraction. Il nia l'explication qu'on en donnoit par l'élévation de l'œil sur la rondeur de la terre, affirmant que l'élévation ne suffiroit point à cet effet; mais Cléomede va plus loin, & il tente d'expliquer le fait qu'il ne croyoit pas. Il en donne d'abord une assez mauvaise raison, en disant que l'image du soleil, déjà descendu

(*a*) Cléomede, *Lib. II*, *c.* 5.

ſous l'horizon, peut être renvoyée par un nuage épais. La ſeconde eſt la meilleure, puiſqu'elle eſt la vraie; c'eſt que, dit-il, le rayon viſuel parti de l'œil, rencontrant l'air groſſier, chargé de vapeurs, ſe rompt & ſuit le ſoleil déjà caché ſous l'horizon, comme un objet placé & inviſible au fond d'un vaſe, devient viſible lorſque le vaſe eſt rempli d'eau. Voilà bien évidemment la premiere connoiſſance de la réfraction. C'eſt une ſuite & un développement des idées de Poſſidonius. Ce Philoſophe avoit cru que le rayon de lumiere, en ſe rompant, pouvoit aggrandir le diametre des aſtres. Cléomede a vu qu'il pouvoit les élever. Remarquons qu'alors on croyoit que le rayon viſuel partoit de l'œil & alloit au-devant des objets, comme la main s'avance pour les ſaiſir. Au reſte l'explication n'en étoit pas moins bonne. Elle a cela de ſingulier, que tandis qu'un grand nombre de phyſiciens & de philoſophes ont donné des raiſons fauſſes à des faits obſervés par eux; Cléomede devinoit la véritable cauſe d'un phénomène dont il nioit l'exiſtence.

§. XLI.

Vers le tems d'Hypparque, on trouve à Rome un peu plus de connoiſſance de l'aſtronomie. Sulpitius Gallus prédit une éclipſe de lune, pour la nuit qui précéda la bataille, où Perſée, Roi de Macédoine, fut vaincu par Paul Emile. Ce phénomène imprévu pouvoit effrayer les ſoldats, Sulpitius les aſſembla & leur annonça que la lune ſeroit éclipſée depuis la ſeconde juſqu'à la quatrieme heure de la nuit (*a*). La méthode étoit aſſez bonne pour prédire l'heure & la durée du phénomène. Cette précaution fut utile & devint la cauſe de la victoire. Mais la méthode

(*a*) Pline, *Lib. II*, c. 12.

venoit ſans doute de l'Aſie (*a*) ; elle étoit du moins étrangere à Rome. L'aſtronomie, ainſi que les chefs-d'œuvres des arts, y avoient été apportés avec les dépouilles du monde. Les Romains faiſoient uſage de quelques méthodes aſtronomiques, comme ils paroient leurs cabinets & leurs jardins des belles ſtatues greques, ſans trop entendre les unes, & ſans avoir l'émulation d'imiter les autres.

Mais celui des Romains, qui mérita le plus de l'aſtronomie, fut Jules Céſar; non ſeulement par la réformation du calendrier romain, mais comme inſtruit des principes de cette ſcience. Il avoit compoſé pluſieurs ouvrages dans ce genre ; il avoit obſervé des levers & des couchers d'étoiles, pour y joindre les indications météorologiques ; ou du moins, penſant que rien n'étoit inutile au métier de la guerre, il avoit raſſemblé de toutes parts ces obſervations, & dreſſé un calendrier pour l'uſage de ſes campagnes (*b*).

§. XLII.

Le calendrier romain étoit tombé dans le plus grand déſordre, par la négligence & par la faute des prêtres. Céſar, en ſa qualité de grand Pontife, devoit y remédier. Il faut convenir que la forme d'année, inſtituée par Numa, étoit ſi compliquée, qu'on doit peu s'étonner ſi les intercalations ont été négligées, ou mal faites par les Romains, plus occupés de guerres que de ſciences. Il eſt difficile de donner une forme ſimple à l'année,

---

(*a*) M. Freret, Mém. Ac. Inſcr. T. XVI. p. 217, remarque que la plus ancienne obſervation d'Hypparque eſt de l'an 162 avant J. C. ; & comme la prédiction de Sulpitius Gallus eſt de l'an 168, les tables d'Hypparque n'étoient pas conſtruites ; & ce Romain, ainſi que Thalès, ſe ſervit ſans doute de quelque méthode orientale, antérieure à Hypparque, qui ne nous eſt point parvenue.

(*b*) Dans la Pharſale, *Lib. X*, v. 184, Céſar parle ainſi à un prêtre Egyptien :

Fama quidem generi Pharias me duxit ad urbes
Sed tamen & veſtri ; media inter prælia ſe per
Stellarum cœlique plagis, ſuperiſque vacavi,
Necmeus Eudoxi vincetur faſtibus annus.

toutes les fois qu'on veut accorder les mouvemens du soleil & de la lune.

Alexandrie étoit alors le siége unique de l'astronomie & des sciences; César fit venir de cette ville Sosigenes, philosophe péripatéticien & astronôme. Sosigenes, ayant examiné l'année de Numa & les intercalations prescrites, vit qu'il n'y avoit pas d'autre parti à prendre que d'abandonner l'année lunaire, & de régler l'année civile seulement sur le cours du soleil. C'étoit le moyen de lui donner une forme simple & par conséquent commode. Il imagina de faire chaque année de trois cents soixante-cinq jours, & d'ajouter un jour à la quatrieme, pour tenir compte des quatre quarts qui s'étoient accumulés. Nous disons qu'il imagina cette intercalation d'un jour, quoique nous sachions bien qu'elle a dû être en usage très-anciennement aux Indes. L'intercalation d'un mois de 30 jours, tous les cent vingt ans chez les Perses, est précisément la même que celle d'un jour tous les quatre ans. Les Egyptiens avoient leur année désignée sous l'emblême d'un arpent, leur année réglée sur le lever de la canicule, qui avoit nécessairement un jour intercalaire chaque quatrieme année (*a*). Ces faits ont pu mettre Sosigenes sur la voie, mais il falloit que la chose fût encore difficile; il s'agissoit en effet d'accorder la simplicité avec l'exactitude. César avoit rassemblé beaucoup de mathématiciens, Sosigenes remporta le prix de cette espece de concours. Cette année réformée fut appelée *Julienne*, & porta le nom de *César*, au lieu de porter celui de *Sosigenes*, qui lui valut cet honneur. Elle a réglé le tems pendant quinze siecles, jusqu'à ce que le Pape Grégoire XIII vint donner son nom à une seconde réformation devenue indispensable.

(*a*) Hist. de l'Astr. anc. p. 113, 162 & 400.

§. XLIII.

L'ANNÉE de Numa n'avoit que 355 jours, il fallut en ajouter dix; Sosigenes & César les répartirent ainsi (*a*). On en ajouta deux aux mois de Janvier, d'Août & de Décembre, qui n'en avoient que vingt-neuf, & un seulement aux mois d'Avril, Juin, Septembre & Novembre, qui n'en avoient également que vingt-neuf. On ne changea rien au mois de Février, pour ne pas troubler le culte des Dieux infernaux, *ne Deûm inferûm religio immutaretur.* Le jour intercalaire fut seulement placé dans ce mois le 24, le jour qui précédoit le sixieme avant les calendes; il fut appelé *bis-sexto*, d'où l'année a pris le nom de *bissextile.*

Nous avons parlé du mois d'Août: ce mois & celui de Juillet n'étoient pas ainsi nommés au tems de César. Le premier s'appeloit *Sextilis*, le second *Quintilis.* Antoine, après la mort de César, fit donner au mois Quintilis, où César étoit né, le nom de *Julius*, d'où nous avons fait Juillet. On donna le nom d'*Auguste* au mois Sextilis, parce que toutes les grandes choses que ce Prince avoit faites, tous les avantages qu'il remporta tomberent dans ce mois: trois triomphes, la conquête de l'Egypte, l'extinction des guerres civiles, &c. Ce mois heureux pour lui, fut regardé par la flatterie comme heureux pour l'univers. La reconnoissance des Romains consacra depuis ce que la flatterie avoit établi. Mais si Auguste eût fini son regne comme il l'avoit commencé, s'il n'avoit pas fait le bonheur du peuple dont il avoit usurpé l'empire, on eût brisé des autels lâchement élevés, on eût détruit les institutions qui pouvoient le rappeler à la mémoire des hommes. Des

(*a*) Macrob. Saturn. I, 14.

tyrans

tyrans prétendirent depuis à ces honneurs qu'avoient obtenus César & Auguste : Néron voulut donner son nom au mois d'Avril, Commode au mois d'Octobre. Il est assez bizarre que ce ne soient que des tyrans qui ayent eu cette idée. Mais les noms furent abolis, en même tems que leur tyrannie. Ces institutions, qui sont d'un usage habituel, dépendent de la volonté du peuple, & n'ont de durée que par son amour; leur permanence est dans le cœur des sujets, où les tyrans, ainsi que leur mémoire, n'ont point de place.

§. XLIV.

Nous ne devons point ranger au nombre des astronômes ni Cicéron, ni Varron; l'un pour avoir traduit le poëme d'Aratus, l'autre pour avoir écrit sur l'agriculture. L'un & l'autre eurent des connoissances astronomiques, mais en philosophes & non en astronômes. Le philosophe veut seulement connoître le pays qu'il habite, l'astronôme en décrit l'étendue & en recule les bornes. Varron doit être cité comme étant le premier, qui ait fait usage des éclipses pour régler la chronologie. (*a*). Il est juste de lui faire honneur d'une méthode utile, qui a répandu quelque lumiere dans la confusion des anciennes annales.

Sous le gouvernement de César & d'Auguste parurent Hygin, qui décrivit les constellations, à la maniere des anciens, & avec moins d'étendue & d'exactitude qu'Hypparque; Manilius, le chantre des merveilles du ciel, des connoissances astronomiques & des rêveries de l'astrologie : Germanicus César, qui traduisit Aratus, & qui occupoit ses loisirs par des travaux utiles, près du trône qui lui étoit destiné : Vitruve, qui sans

(*a*) Censorin, *de die natali*, c. 21

être aſtronôme, nous a conſervé beaucoup de connoiſſances aſtronomiques des anciens.

Pline & Plutarque, comme Vitruve, ont trop bien mérité de l'aſtronomie, pour être omis dans cette hiſtoire. Ce ſont eux qui nous ont fourni la plus grande partie des opinions philoſophiques rapportées juſqu'ici. On ſouhaiteroit qu'ils euſſent mis plus de diſcernement dans le choix, & plus d'exactitude dans leurs récits. Pline raconte également les choſes vraies & celles qui ſont dénuées de toute vraiſemblance. Le traité de Plutarque *des Opinions des philoſophes*, n'eſt pas compoſé comme ſes autres ouvrages. Ordinairement Plutarque ne raconte aucun fait, aucune opinion, qu'il n'y joigne un jugement ſain & motivé; ici il n'eſt plus lui-même; ce n'eſt qu'une ſuite d'opinions abſurdes ou vraiſemblables, ſuivies ou incohérentes, qu'il cite également ſans nul indice de louange, ou de blâme. Nous croirions volontiers que ce recueil avoit été fait pour ſon utilité particuliere, & non pour être publié, comme un ouvrage ſoigné & terminé. On a joint ce recueil à ſes autres écrits, par l'envie de conſerver tout ce qui vient des gens célebres. Au reſte ce petit traité même eſt précieux, puiſqu'il nous reſte, lorſque les ſources où Plutarque avoit puiſé ne ſubſiſtent plus.

§. XLV.

Nous ne devons point oublier Séneque, qui dans ſes livres *des Queſtions naturelles*, nous a laiſſé des opinions très-ſaines ſur la nature & le mouvement des cometes; il les compare aux planetes: » les cometes, dit-il, ſont des ouvrages éter-
» nels de la nature; elles ont leur route qu'elles parcourent;
» elles s'éloignent, mais elles ne ceſſent point d'exiſter. S'il
» n'y a point de zodiaque pour elles, c'eſt que le ciel eſt

» libre de toutes parts, & que partout où il y a de l'espace, » il peut y avoir du mouvement. On ne peut savoir si elles » ont des retours réglés, leurs apparitions sont rares; les » hommes n'ont encore pu observer que le cours de cinq » planetes: le jour viendra, où l'étude de plusieurs siecles dé- » couvrira les choses aujourd'hui cachées. On démontrera » dans quelle région vont errer les cometes, pourquoi elles » s'éloignent tant des autres astres, quel est leur nombre, » leur grandeur, &c. ». On a fait grand bruit de cette espece de prédiction, mais en rendant à Séneque la justice qui lui est due, nous dirons qu'il a deviné comme les astrologues, après l'événement. Son siecle ne le portoit point à concevoir ces idées, & quelle que soit la force & l'étendue du génie, il lui faut des données, il lui faut un point fixe d'où il puisse s'élancer. Nous demandons où étoit ce point du tems de Séneque? Quelles étoient les vérités connues d'où il a tiré ces grandes conclusions? Il ne pouvoit ni en savoir, ni en prévoir plus que les astronômes. Aristarque, Eratosthenes, Hypparque, qui ont précédé Sénéque, Ptolémée qui l'a suivi, n'ont pas même daigné parler des cometes. Mais ce qui décide entierement la question, c'est que l'opinion de Séneque n'est que celle des Chaldéens: Séneque a répété exactement ce que Diodore de Sicile a dit de ces anciens peuples. Ce sont les mêmes idées, étendues par l'esprit philosophique & embellies par l'éloquence. Hypparque n'a-t-il pas dû être instruit comme Séneque de cette opinion des Chaldéens? Mais alors sur une matiere purement astronomique, si l'on veut prononcer avec équité entre l'astronôme & le Philosophe, qui est-ce qui se décidera pour le philosophe? N'est-il pas évident que cette vérité de la permanence du mouvement des cometes & de leurs retours n'étoit établie chez les Chaldéens que comme une

opinion : elle étoit dénuée d'obſervations ; Hypparque & Ptolémée l'ont jugée en aſtronômes, ils l'ont regardée comme une erreur populaire, ils ne lui ont pas fait l'honneur, ni de la citer, ni de la combattre. Séneque l'a jugée en philoſophe, il l'a ſaiſie parce qu'il l'a trouvée grande, digne d'un monde immenſe & d'une nature infiniment variée. Il ne s'eſt point embarraſſé ſi cette opinion étoit fondée ſur des autorités, & c'eſt préciſément parce qu'il étoit peu inſtruit dans ce genre, qu'il n'a pas héſité de l'adopter. Séneque mérite ſans doute les mêmes éloges que tant d'autres philoſophes Grecs, qui avoient eu le bon eſprit de s'approprier les opinions anciennes ; mais il n'a annoncé à l'avenir, il n'a prédit qu'une découverte déjà faite. Les mêmes vérités ſe remontrent à la terre, comme les cometes, après de longs intervalles. Si notre ſiecle s'applaudit avec raiſon d'avoir placé irrévocablement les cometes au rang des aſtres durables, d'avoir démontré leurs retours périodiques, un autre ſiecle a eu la même gloire, & ce ſiecle n'eſt point compris dans les vingt-cinq ſiecles d'obſervations des Chaldéens. Le ſilence d'Hypparque ſur ces aſtres ſinguliers, prouve invinciblement que les Chaldéens ne les avoient point obſervés. Hypparque ne vit cette vérité que ſous le maſque du préjugé : elle s'étoit conſervée chez les Chaldéens, comme s'eſt conſervée chez nous l'idée de l'influence de la lune ſur les intempéries des ſaiſons, ſur les productions de la terre, & ſur l'économie animale ; idée long-tems abandonnée au peuple, & que les philoſpphes examineront un jour. Croit-on que cette idée ſoit le fruit des remarques de nos ancêtres ignorans ? Non, nous l'avons dit, le peuple, vain dans ſon imbécillité, ne ſe ſoumet point aux aſtres ; il croit qu'ils ont été créés ſeulement pour l'éclairer. Ces vieilles croyances ſont parmi nous-mêmes les débris des connoiſſances anciennes,

ce ſont les reſtes de l'aſtrologie naturelle, cultivée & fondée en Aſie ſur des ſiecles d'obſervations. Les principes en ont été recueillis par les Arabes, & apportés par eux en Europe. Quelques-uns de nos ſavans, qui commencent à admettre l'action de la lune ſur l'atmoſphere, & même ſur le corps humain, ont traité longtems cette opinion comme Hypparque traita celle de la durée & du retour des cometes. Les Chaldéens eux-mêmes conſervoient cette derniere opinion, ſans trop y croire; leurs écoles étoient diviſées ſur ce point. Si c'eût été un point de doctrine, que les cometes étoient des aſtres durables, ils les auroient obſervés, ils auroient tenu regiſtre de leurs apparitions.

Or nous demandons ſi l'on peut être conduit à cette idée, autrement que par le réſultat des obſervations? Hevelius & tout ce que nous avons eu d'aſtronômes en Europe, juſqu'à la fin du ſiecle dernier, le grand Caſſini lui-même, ont regardé les cometes comme des météores; & l'on voudroit que les Chaldéens, qui, tout obſervateurs qu'ils étoient, n'ont jamais eu que des idées vagues, groſſieres ſur la nature des aſtres & ſur le ſyſtême du monde, ſe ſoient élevés d'eux-mêmes & comme par inſpiration à cette idée! Cela ne nous paroît nullement vraiſemblable; les aſtronomes en jugeront comme nous. Au contraire cette opinion conſervée eſt une preuve de la ſcience primitive & détruite; elle concourt à établir ce grand réſultat de toute l'hiſtoire de l'aſtronomie ancienne. Séneque a rappelé cette opinion au nombre des vérités; mais, malgré l'autorité & l'éloquence de ce philoſophe, il a fallu qu'il s'écoulât dix-ſept ſiecles; il a fallu que Halley prédît le retour d'une comete, que ce retour fût annoncé par Clairaut dans des bornes beaucoup plus reſſerrées, & que l'événement vérifiât leurs annonces hardies, pour que cette vérité reçût ſes titres des mains des aſtronômes. Les Chaldéens

n'étoient pas au niveau de nos lumieres ; concluons donc qu'ils avoient derrière eux des hommes plus habiles.

§. XLVI.

Le tems qui précede Ptolémée est encore rempli par quelques astronômes ; Agrippa, Ménélaüs observerent des occultations d'étoiles par la lune, dans la Bithynie & à Rome; le vieux Théon de Smyrne fleurit au commencement du second siecle. L'Empereur Claude prédisoit lui-même les éclipses. C'étoit alors le *nec plus ultrà* de la science. Il faut avouer que l'astrologie avoit à Rome plus de crédit que la véritable astronomie. On en peut conclure que les Romains étoient fort ignorans, du moins dans cette science.

Cependant on trouve dans Geminus une ligne de démarcation bien décidée entre l'astronomie & l'astrologie (*a*). Cet astronôme regarde l'une comme une science dont les prédictions sont infaillibles, au lieu que les annonces de l'autre sont souvent trompeuses. L'une est fondée sur des regles sûres, l'autre est abandonnée à une observation incertaine. Ce chapitre de Geminus est curieux, parce qu'il nous apprend quelle étoit l'opinion des philosophes sur les prédictions de l'astrologie, même naturelle. Il regarde comme des imbécilles ceux qui pensent que le lever & le coucher des étoiles sont les causes des vents, des pluies & des autres changemens de l'atmosphere. Les exhalaisons, les vapeurs de la terre ne s'élevent point au-delà de la région des nuées, qui est inférieure aux plus hautes montagnes. Les étoiles sont à une distance énorme, & par conséquent nulle force, nulle influence ne peut venir d'elles jusqu'à nous. Geminus établit que les vicissitudes & les intem-

(*a*) *In Uranologion*, Chap. XIV, p. 55.

péries des saisons naissent du soleil & de la lune. Le soleil décrit chaque jour à peu près un degré de l'écliptique. On a remarqué avec soin tous les changemens, qui arrivoient chaque jour, & qui par conséquent répondoient à un degré de l'écliptique; mais comme ce degré, où est le soleil, n'est pas visible, on a remarqué quelles étoiles se levoient, ou se couchoient le même jour, & on a lié les prédictions correspondantes à ces phénomènes. Ainsi ces changemens sont les signes & non les causes du changement de l'atmosphere; ainsi les influences des astres étoient regardées comme chimériques dès le tems de Geminus. Cet astronôme confirme ici ce que nous avons dit dans le discours sur l'astrologie.

Géminus ajoute que ces prédictions n'étoient point générales & devoient être particulieres à chaque climat; en sorte que le lever d'un astre, qui présage ici la pluie, annonce ailleurs la sécheresse. Ce n'est donc point un effet de l'influence des astres, qui seroit le même pour toute la terre. Comme on répétoit souvent les observations météorologiques sur lesquelles on avoit fondé les calendriers rustiques, on s'apperçut que les vents & les pluies ne revenoient pas aux mêmes jours; & Geminus avertit que les effets, annoncés par les phénomènes des astres, précedent ou suivent de quelques jours leur apparition. C'étoit l'effet du mouvement des étoiles que Geminus ne paroît pas avoir connu. On doit donc, continue Geminus, excuser les astrologues lorsqu'ils se trompent; ce n'est point la faute de l'art, mais celle des observations incertaines sur lesquelles sont établies les prédictions. C'est pourquoi on a imaginé d'avoir recours à différens effets naturels, comme Aratus l'explique à la fin de son poëme. On a fait des prédictions au moyen du cercle qu'on voit autour de la lune, des étoiles tombantes, du vol des oiseaux, &c. Geminus auroit

dû voir que la plupart de ces ſignes n'ont pas plus de rapport que les étoiles aux choſes qu'on vouloit leur faire annoncer. Ces ſignes ſont abſolument les effets de ce qu'on nomme *hazard*, c'eſt-à-dire, d'un enchaînement de cauſes ſi compliquées, que l'éternel fabricateur de l'univers peut ſeul en appercevoir la liaiſon & l'influence éloignée. Le lever & le coucher des étoiles eſt du moins périodique & réglé, comme doivent l'être les intempéries des ſaiſons, quoiqu'on ignore la période de leurs retours.

§. XLVII.

Ce long paſſage de Geminus prouve que ſi les philoſophes étoient plus éclairés que le peuple ſur l'aſtrologie, ils n'étoient pourtant pas abſolument dégagés de ſes erreurs; mais ce qui eſt remarquable, c'eſt que, tandis que le peuple croyoit aux influences, comme plus ſenſibles & plus faciles à concevoir, les philoſophes, Geminus, Séneque, penſoient (*a*) que les intempéries des ſaiſons & les événemens de la vie pouvoient être annoncés par les phénomènes céleſtes & par certains effets naturels. Ces phénomènes n'étoient que des ſignes contingens; ils ne devenoient des annonces que par une correſpondance néceſſaire entre tous les événemens du monde. C'eſt parce que tout ſembloit lié, qu'on croyoit que tout pouvoit être prédit. Les principes de Geminus nous ramenent à l'idée que nous avons établie dans le diſcours ſur l'aſtrologie; cette idée en eſt la concluſion naturelle. Des cauſes occultes & mécaniques fondoient l'aſtrologie du peuple: le ſyſtême qui ne voit dans l'univers qu'un être animé, vivant & ſe mouvant dans toutes ſes parties; le ſyſtême qui produit tout par des

(*a*) Geminus, *in Uranol.* C. XIV, p. 55. Séneque, *de Conſol. ad Marciam*, c. 18.

mouvemens

mouvemens ſucceſſifs & néceſſaires; le matérialiſme, en un mot, eſt la baſe & la ſource de l'aſtrologie philoſophique.

§. XLVIII.

Cicéron a beau dire que pluſieurs aſtronômes célebres de ſon tems dépoſoient de la fauſſeté de cet art (*a*); ces aſtronômes célebres, Archelaüs, Caſſandre, Scylax d'Halicarnaſſe, & Panœtius, ſont peu connus; leur témoignage ne peut balancer celui de Geminus. On peut en inférer que Cicéron ſe moquoit de l'aſtrologie comme il railloit les Augures. Mais le peuple étoit entierement livré au preſtige de cette ſcience prétendue; & on peut s'aſſurer même que les bons eſprits étoient partagés, quand on voit que Séneque y croyoit, & que Cicéron avoit pour amis les deux aſtrologues les plus fameux de ſon tems, L. Taruntius Firmanus & P. Nigidius Figulus.

Les aſtrologues ſe propoſoient non ſeulement de découvrir par l'inſpection des aſtres, au moment de la naiſſance d'un homme, tous les événemens de ſa vie; mais encore le problême inverſe de déterminer l'inſtant de la naiſſance par l'examen des événemens de la vie. Cette maniere de procéder prouve bien que l'aſtrologie étoit fille d'une ſcience réelle, puiſqu'elle en conſervoit la marche dans ſes égaremens. Les aſtrologues cherchoient ſans doute par leurs regles trompeuſes quels aſpects avoient entraîné telle deſtinée, & enſuite ils calculoient par l'aſtronomie le jour & l'inſtant, où ces aſpects avoient eu lieu. Plutarque (*b*) raconte que Varron demanda à Firmanus de calculer le jour de la naiſſance de Romulus par les faits de ſa vie, conſignés dans l'hiſtoire ou dans la tradition

(*a*) *De Divinat.* II, 42.

(*b*) Romulus, §. 6.

romaine. L'aſtrologue prononça hardiment qu'il avoit été conçu la premiere année de la ſeconde olympiade, vers les trois heures du jour, le vingt-troiſieme jour du mois que les Egyptiens nomment *chœas*, c'eſt-à-dire, le 23 Décembre; qu'il étoit né au ſoleil levant le 21 du mois de Thot ou de Septembre ſuivant. Il détermina de plus que Rome avoit été fondée par Romulus le neuvieme jour du mois Pharmuti, ou d'Avril. Les villes avoient, comme les hommes, leurs horoſcopes, & l'inſtant de leur fondation pouvoit faire connoître & leur durée & leur deſtinée. Nous avons rapporté ce trait pour montrer l'eſprit du tems, & par les mêmes raiſons que Plutarque; nous dirons comme lui : » ces choſes & autres » ſemblables plairont à l'aventure plus aux lecteurs, pour leur » nouveauté & curioſité, qu'elles les offenſeront pour leur » fauſſeté ». Cicéron (*a*) dit auſſi que ſelon Firmanus, Rome avoit été fondée lorſque la lune étoit dans le ſigne de la Balance, & qu'en conſéquence il n'héſitoit pas d'en prédire la fortune. Mais au tems de Céſar & d'Auguſte, cela pouvoit s'appeler prédire après l'événement.

§. XLIX.

NIGIDIUS avoit du ſavoir & de la réputation comme aſtronôme, en même tems qu'il étoit aſtrologue. Au reſte, il faut dire que cette réputation, à Rome où l'on étoit peu inſtruit, ne ſignifioit pas grand'choſe. On donne une origine ſinguliere & aſſez puérile au ſurnom de Figulus qu'il portoit. On prétend que ſur l'objection de deux jumeaux, qui nés dans le même tems, ſubiſſent cependant des fortunes très-différentes, il répondit que la rapidité du mouvement du ciel étoit telle

(*a*) *De Divinat. Lib. II*, §. 47.

que le plus petit intervalle de tems suffisoit pour en changer les apparences. Il en voulut donner une idée, en faisant tourner rapidement la roue d'un potier ; on y fit au même instant deux marques consécutives, & on crut qu'elles étoient imprimées au même endroit de la roue ; mais lorsqu'elle fut en repos, il montra que les marques étoient fort éloignées l'une de l'autre. C'est pourquoi on le surnomma *le Potier* (*a*) Nous rapportons cette histoire, non comme une étimologie digne de confiance, mais pour montrer la maniere dont les astrologues se défendoient.

Nigidius est encore fameux pour avoir prédit à Octave, pere d'Auguste, le jour de la naissance de son fils, que cet enfant seroit un jour le maître des Romains (*b*). On sait comment ces prédictions s'ajustent aux événemens, quand ils sont arrivés. Lucain (*c*) le compte au nombre de ceux qui présagerent les maux futurs du peuple Romain, à la veille de la rupture entre César & Pompée ; prédiction assez aisée au moment d'une guerre civile, & lorsque les deux moitiés du monde alloient se heurter l'une contre l'autre. Nigidius fut accusé de magie ; mais s'il mourut en exil, ce ne fut point pour cette cause, il avoit embrassé le parti de Pompée, & n'osoit revenir à Rome, où celui de César dominoit (*d*). Cette accusation de magie doit être rangée au nombre des inepties dont on charge la mémoire des gens qui ont eu quelque célébrité. Pour un homme, qui méritoit sans doute sa réputation, qui d'ailleurs étoit ami de Cicéron, c'étoit bien assez d'être astrologue.

§. L.

Les loix sévirent cependant contre les astrologues dès le

(*a*) Bayle, art. Nigidius, Rem. G.
(*b*) *Ibid.* Rem. E.
(*c*) Phars. *Lib. I*, v. 639.
(*d*) Bayle, Art. Nigidius, Rem. K.

premier ſiecle de l'ère chrétienne ; ils furent chaſſés de Rome. Mais tandis que l'autorité publique les banniſſoit de la ville, ils y étoient retenus par la foibleſſe & la crédulité des particuliers. Ils continuerent d'y exercer en ſecret ce métier dangereux pour eux, & funeſte pour les peuples. Quelques princes les favoriſerent : Tibere en eut toujours un auprès de lui. Il faiſoit tirer l'horoſcope de tous ceux qu'il craignoit, & ſi l'aſtre annonçoit en eux de l'ambition, ou quelque prétention à l'Empire, ils étoient mis à mort (*a*). L'aſtrologue devoit être en grand crédit par cet office redoutable ; il étoit dangereux d'être l'ennemi d'un homme, qui faiſoit rendre aux étoiles des ſentences de mort.

Ces aſtrologues n'avoient été connus pendant long-tems que ſous le nom de Chaldéens ; quand ils eurent plus de crédit, ils s'appuyerent du titre de mathématiciens. Ils avilirent ce nom ſans relever leur profeſſion ; car l'ignorance du plus grand nombre de ces impoſteurs les rendoit tout-à-fait ridicules.

M. Weidler (*b*) remarque qu'il eſt extraordinaire que dans les plus beaux ſiecles de Rome, où floriſſoient la poëſie, l'éloquence, la philoſophie & la juriſprudence, l'aſtronomie n'y fût point, ou preſque point cultivée. Les jeunes gens qu'on envoyoit dans la Grece s'inſtruire à la ſource des ſciences & des belles lettres, ne daignerent point s'inſtruire de cette partie intéreſſante des mathématiques. Il penſe que cela vient du mépris & de l'horreur qu'on avoit à Rome pour l'aſtrologie. L'aſtronomie partagea injuſtement l'averſion qu'on avoit pour ſa ſœur. Elles étoient tellement liées, qu'il étoit probable que les eſprits recevroient en même tems les vérités de l'une & les erreurs de l'autre. Cette cauſe eſt vraiſemblable ; mais

(*a*) Suetone, Tibere.

(*b*) Hiſt. Aſtr. p. 164.

elle n'a pas lieu pour la géométrie & la méchanique ; & nous ne voyons pas que les Romains y ayent fait plus de progrès. D'ailleurs nous avons montré que le mépris de l'aſtrologie n'étoit pas ſi général à Rome. On trouve une cauſe plus naturelle, dans le terme du développement de l'eſprit humain, où les Romains ſe ſont arrêtés. L'imagination regne la premiere; les arts qu'elle crée & qu'elle rend agréables, la poëſie, l'éloquence, enchantent & fixent les eſprits; il faut que le preſtige ſe diſſipe avant de voir naître le goût des vérités ſolides : les ſciences exactes ſont les dernieres cultivées. Les Romains n'eurent pas le loiſir de parcourir ces différentes époques du développement de l'eſprit humain. Toujours occupés de guerres ou d'intrigues ; unis pour conquérir la terre, ou diviſés pour la partager ; livrés ſans ceſſe aux affaires de la république, tourmentés du choix ou de l'expulſion des tyrans, ils ne connurent jamais ce repos de l'état, ou cette inaction des eſprits, dont alors toute l'activité ſe porte à l'attrait des ſciences On cultiva l'éloquence, tant qu'elle conduiſit aux dignités. Mais un particulier qui eût cherché la gloire, dans la carriere des ſciences, ne l'auroit point trouvée : ſes concitoyens ne l'auroient pas ſeulement remarqué. Voilà ce qui regarde les ſciences en général ; mais on peut dire encore que celles qui ſont fondées ſur l'obſervation & l'expérience, qui par conſéquent demandent des dépenſes & des travaux ſuivis, comme l'étude du ciel, n'ont jamais fait beaucoup de progrès dans les républiques. Leur utilité, qui dépend preſque toujours de leur perfection, eſt trop éloignée pour frapper la multitude. Ce ne peut être le goût général ; c'eſt le goût d'un particulier. Dans une république, cet homme n'a de reſſources que ſes efforts & ſes moyens ; il chemine lentement, & meurt ſans inſpirer le deſir de l'imiter. Mais dans une monarchie, quand cet homme eſt

Roi, le goût du Prince devient le goût du peuple ; les dépenses royales appellent l'homme de génie, & l'impulsion donnée à la nation, lui prépare des successeurs. C'est ce qui est arrivé en Chaldée, où il y avoit un college fondé, en Egypte sous les Ptolémée, en Italie du tems de Léon X & des Médicis, en France aux beaux jours de Louis XIV. Mais ces sciences ne pouvoient faire aucun progrès ni dans la Grece, ni à Rome, ni à Carthage.

Nous reprendrons le fil des travaux de l'école d'Alexandrie, en parlant de Ptolémée l'astronôme, après avoir réuni dans le livre suivant les entreprises des anciens pour la mesure de la terre.

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE QUATRIEME.

De la mesure de la Terre par les Anciens, & de leurs mesures itinéraires

§. PREMIER.

UNE des plus belles entreprises de l'esprit humain est celle de la mesure de la terre, de ce globe où l'homme occupe un si petit espace! Il ne peut cependant connoître que l'étendue qu'il peut parcourir; il n'a d'échelle & de module que ses dimensions individuelles : ses pas répétés ont mesuré l'espace, & lui ont fourni les premieres mesures, le pied & le pas; la coudée est la longueur de l'avant-bras, & la toise n'est que la hauteur de sa propre stature. Que sont ces petites mesures en comparaison de la vaste circonférence du globe! Mais l'homme ne s'est point étonné de sa petitesse; son ambition lui a fait trouver des ressources dans son intelligence:

il a accumulé les petites mesures pour embrasser les plus grandes, & il s'est fait l'unité, à laquelle il a rapporté toutes les parties de l'univers. Mesurer le monde en toises ou en coudées, c'est donc estimer combien il faudroit d'hommes couchés de suite pour couvrir un grand cercle du globe, ou combien de fois il faudroit répéter la longueur de l'avant-bras pour remplir le même contour. Mais une application successive de son individu eût été fatigante & impraticable pour l'homme; il a suppléé à cette application par celle des cordes, des chaînes, qui étoient des multiples de la toise & de la coudée : il a réuni plusieurs de ces multiples, pour former les stades, les milles, les parasanges, les lieues, & il a entrepris de mesurer de plus grands espaces. Ce n'étoit encore rien pour la terre, s'il eût été nécessaire que l'homme se fût transporté lui-même pour en suivre la circonférence; les précipices, les mers, les climats inhabitables auroient arrêté sa course; il a fallu inventer le moyen de se transporter en esprit, & d'assigner le rapport d'une petite partie mesurée au tout qu'on vouloit connoître. L'homme a trouvé dans l'astronomie, dans la correspondance du ciel & de la terre, la méthode de mesurer le monde, sans abandonner sa patrie, & presque sans sortir de ses foyers. Il a vu que la voûte céleste étoit absolument semblable à la surface sphérique du globe; il a mesuré en même tems un degré du ciel, & l'espace correspondant sur la terre; & il est parvenu à déterminer les dimensions de sa demeure.

§. II.

Voila ce qu'Eratosthenes a tenté 300 ans avant notre ère, & ce qui a été exécuté avec la plus grande précision par les François dans le siecle dernier. La gloire de cette entreprise & le succès de l'exécution ont été justement célébrés, mais on

on a dit, & on a dû croire, que nous avions surpassé les anciens ; c'est ce que nous allons examiner.

Outre la mesure d'Eratosthenes, qui est de 250000 stades, l'antiquité nous en a conservé quatre autres : l'une qui est rapportée par Ptolémée, donne à la circonférence de la terre 180000 stades (*a*); l'autre de Possidonius en contient 240000 (*b*); une troisieme de 300000 stades est citée par Cléomede (*c*); & la quatrieme de 400000 stades est due, selon Aristote (*d*), aux anciens mathématiciens. Il est d'abord évident que ces stades ne sont pas les mêmes. Les moyens les plus grossiers ne sont point susceptibles des erreurs qu'il faudroit supposer. En mesurant une étendue quelconque, on ne peut se tromper du simple au double. Au commencement du siecle dernier, avant nos mesures exactes de la terre, Fernel (*e*) voyageant dans une chaise, & estimant par le tems le nombre des tours de roue, a évalué le degré à 56746 toises, & n'a commis qu'une erreur de 326 toises. Quoiqu'il y ait sans doute un peu de hasard dans cette exactitude, les anciens pouvoient employer des méthodes semblables. Vitruve (*f*) nous apprend qu'on connoissoit de son tems une machine pour mesurer l'espace parcouru en voiture ; c'est un moyen de précision qui manquoit à Fernel, & si avec ce secours même, les anciens n'avoient pas été si heureux que lui, du moins ils ne se seroient pas trompés de plus du double au simple. Les Chaldéens même, qui semblent avoir déterminé la longueur du degré par le pas d'un homme, ne se sont écartés de la vérité que d'environ un dixieme (*g*). Des

(*a*) Geog. *L. I*, c. 7, 10, 11. *L. VII*, c. 5.
(*b*) Cléomede, Cyclic. Theor. *L. I*, c. 10.
(*c*) *Ibid.* c. 11.
Archimede, *in arenario.*
(*d*) *Libr. II. De Cœlo.*
(*e*) Acad. des Sc. Tome. VII, P. I, p. 5.
(*f*) Architect. *Lib. X*, c. 14.
(*g*) Hist. de l'Astron. anc. p. 147.

ſtades différens dans l'antiquité, ne doivent pas plus étonner que les milles d'Angleterre, d'Allemagne & d'Italie, qui different tous les uns des autres. On n'a rien de bien précis ſur ces ſtades, parce qu'on a voulu trouver leurs valeurs dans les meſures des Grecs & des Romains. On cherchoit des traits originaux dans des copies défigurées; les Grecs & les Romains ſont modernes. C'eſt dans l'Egypte, & ſurtout dans l'Aſie qu'il faut aller puiſer l'eſprit de tout ce qui eſt antique : c'eſt-là que les inſtitutions primitives, ou du moins très-anciennes, ont ſouffert le moins d'altération.

§. III.

Les Perſes & les Arabes avoient deux coudées, l'une ſubdiviſée en 24 doigts, & l'autre en 32 (*a*); ces deux coudées étoient donc dans le rapport de 3 à 4 : ſur le nilomètre du Caire, où ſe meſurent les accroiſſemens du Nil, on trouve aujourd'hui une coudée, laquelle meſurée avec préciſion, eſt de 20 pouces $\frac{544}{1000}$ de notre pied de Roi (*b*). Le ſavant Freret a montré que cette coudée n'avoit point changé depuis un grand nombre de ſiecles, & qu'elle remontoit en Egypte au-delà de Séſoſtris (*c*). Voilà donc une ancienne meſure. A l'égard des ſtades, le mieux connu, le mieux établi, eſt le ſtade alexandrin. M. le Roy, de l'Académie des Inſcriptions & Belles-Lettres, en a déterminé l'étendue de 114 $\frac{4}{30}$ toiſes dans ſon bel ouvrage des ruines de la Grece; il a ſoupçonné que ce ſtade étoit celui dont on s'eſt ſervi pour meſurer la terre; & en l'appliquant aux 180000 ſtades de Ptolémée, M. le Roy trouve une détermination très-exacte de la circonférence de

(*a*) *Golius ad Alfergan.* p. 74.
(*b*) M. le Roy, Ruines de la Grece, p. 54.
(*c*) Mémoires de l'Acad. des Inſcrip. Tom. XXIV, p. 465.

la terre (*a*). Mais cette exactitude même a fourni des armes pour combattre son opinion ; & comme si nous étions toujours en état de juger les anciens, on lui a objecté qu'ils n'avoient pu atteindre à cette exactitude. Ce que M. le Roy a soupçonné est cependant une vérité. Nous allons le démontrer.

Ptolémée donne à la circonférence de la terre 180000 stades ; il paroît que Marin de Tyr, géographe à peu près contemporain de Ptolémée, lui donnoit la même étendue (*b*). Comme ils ne se disent point les auteurs de cette mesure, nous avons droit de croire qu'elle est plus ancienne qu'eux. En en parlant ici, nous n'anticipons point sur l'ordre des tems. Abulfeda, qui pouvoit avoir sur Ptolémée des notions qui sont perdues, nous apprend que, suivant cet astronôme, le degré contenoit 66 $\frac{2}{3}$ milles (*c*), sans que ni les uns ni les autres ayent spécifié la valeur de ces stades, non plus que de ces milles.

Nous avons trouvé dans un ouvrage astronomique de Shah Cholgius, traduit & publié à Londres par Gréaves en 1652 (*d*), que la circonférence de la terre est de 8000 parasanges ; chaque parasange étant de 3 milles, chaque mille de 3000 coudées, chaque coudée de 32 doigts (*e*). Or les Persans modernes ont tout pris de Ptolémée. Tous les élémens de l'ouvrage de Shah Cholgius sont copiés de l'Almageste. On ne trouve nulle part que les Persans ayent mesuré la circonférence de la terre. Une pareille opération n'est cependant point de celles qu'on

(*a*) M. le Roy, ruines de la Grece, p. 55.
(*b*) Ptolémée, Géog. *Lib. I*, *c.* 8. Riccioli, Almag. Tome I, p. XL.
(*c*) Abulfeda, *Geog. in Proleg.*
(*d*) p. 95.
(*e*) L'auteur se sert du mot *aune* au lieu de celui de coudée. Mais il est clair qu'il confond l'aune avec la coudée ; 1°, parce que la division est la même : 2°. parce que nous voyons que Proclus en fait autant ; car dans ses hypothèses, p. 397, il dit que le dioptra d'Hypparque est de quatre aunes, & p. 398, il dit qu'il ne devoit pas être moindre de quatre coudées.

laiſſe dans l'oubli ; on s'en vante, on en fait honneur à ſa nation, on en veut faire paſſer les détails à la poſtérité. Puiſqu'on ne trouve rien de tel dans l'ouvrage cité, puiſqu'il eſt copié de Ptolémée, nous avons droit de conclure que la meſure de la terre qu'il rapporte, eſt en effet celle de Ptolémée. Alors en égalant ces deux meſures, en établiſſant que 8000 paraſanges étoient égales à 180000 ſtades, on aura 22 $\frac{1}{2}$ ſtades pour chaque paraſange, & 7 $\frac{1}{2}$ ſtades pour le mille. D'où l'on déduit 66 $\frac{2}{3}$ milles pour le degré de 500 ſtades, ce qui eſt déjà conforme au rapport d'Abulféda (*a*). Si l'on ſuppoſe que ces ſtades ſont des ſtades alexandrins, ſemblables à ceux qu'a déterminés M. le Roy, on en déduit la valeur de la paraſange de 2568 toiſes (*b*); le mille de 856 toiſes, & la coudée de 20 $\frac{544}{100}$ pouces, préciſément égale, & ſans la moindre différence, à celle qui a été meſurée ſur le nilomètre du Caire. Cette rencontre ſinguliere & heureuſe ne peut être l'effet du haſard. Il en réſulte 1°. que la détermination de la circonférence, rapportée par les Perſans, eſt la même que celle de Ptolémée : 2°. que la valeur du ſtade alexandrin, fixée par M. Leroy, eſt très-exacte : 3°. que les Perſans & les Egyptiens avoient des meſures communes dont la baſe étoit la grande coudée.

(*a*) Alhaſen ſe joint ici à Albulféda. Cet Arabe dit que la circonférence de la terre contient 24000 milles. (*De crepuſculis, c. 6*). Il n'avoit point en vue la meſure de la terre par les Arabes; car Alfergan dit expreſſément (*Elem. d'Aſtr.* p. 31,) que la circonférence n'en contenoit que 20400, au lieu que Ptolémée, ſuivant Abulféda, comptoit 66 $\frac{2}{3}$ milles pour un degré ; ce qui fait 24000 milles pour la circonférence entiere.

(*b*) Cette paraſange de 2568 toiſes, qui contient 3 milles, nous paroît être l'origine de nos lieues, qui ſont aſſez généralement de 3 milles. Les lieues de 25 au degré peuvent venir auſſi de la même ſource. Lorſque le degré étoit évalué dans la Chaldée à 62525 toiſes (*Hiſt. de l'Aſtr. anc.* p. 147), il contenoit à peu-près 25 paraſanges.

§. IV.

Nous ne nous occuperons point dans ce moment de la précision de cette mesure de la terre: nous passons à la mesure de Possidonius de 240000 stades. Plusieurs auteurs ont insinué qu'elle pouvoit être la même que celle de Ptolémée (*a*). Nous en avons encore trouvé la démonstration. Hérodote nous apprend que la parasange contenoit 30 stades (*b*); & en partant de la valeur de la parasange que nous venons de fixer, ce stade étoit de 85 toises 3 pieds 7 pouces $\frac{1}{10}$. Ce stade est celui qu'Eratosthenes employa pour la mesure de la terre (*c*). Il est au grand stade égyptien, ou alexandrin, dans le rapport de 3 à 4. Un rapport si exact est déjà assez singulier. Mais ce qui est très-remarquable, c'est que ces stades sont dans le rapport de la coudée ordinaire à la grande coudée, de la coudée de 24 doigts à la coudée de 32 : d'où il est clair que ces deux stades ont été formés de ces coudées mêmes; & comme ils sont exactement dans le rapport des deux mesures de la terre de Ptolémée & de Possidonius, de 180000 & de 240000 stades, on en peut conclure que c'étoit une seule & unique mesure sous deux expressions, qui ne different que par l'espece des stades.

§. V.

Cette identité, suivant toutes les regles de vraisemblance & de probabilité, nous a paru devoir s'étendre aux deux autres mesures, citées par Cléomede & par Aristote. En effet ces quatre déterminations ont entr'elles des rapports exacts; & il est aisé de sentir que des mesures, prises séparément, affectées

(*a*) Eclairc. Liv. III, §. 2.
(*b*) *Lib. II & Lib. V.*
(*c*) Eclairc. Liv. I, §. 17, & Liv. III. § 2 & 6.

d'erreurs différentes, ne ſont point ſuſceptibles de ces rapports exacts, qui ne peuvent naître que du rapport de ſtades dont ces meſures ſont compoſées. Cela eſt de toute probabilité ; mais il vaut mieux ſuivre l'ordre des preuves que celui de nos idées.

En conſultant les mémoires des Académies des Belles-Lettres & des Sciences, nous avons trouvé dans les ſavans ouvrages de MM. Caſſini, Deliſle, Freret, Damville & autres (*a*), quatre ſtades : ſavoir; le ſtade alexandrin d'environ 114 toiſes ; un ſecond ſtade de 85 toiſes; & deux autres plus petits, l'un de 68 toiſes, l'autre de 51 toiſes ; le tout évalué en nombres ronds (*b*). Nous avons remarqué que ces quatre ſtades étoient entr'eux comme les nombres 9, 12, 15, 20, & en même tems que les quatre déterminations de la circonférence de la terre de 400000, de 300000, de 240000, de 180000 ſtades ſuivoient cette raiſon renverſée, & étoient entr'elles comme les nombres 20, 15, 12 & 9 : par où l'on arrive à cette concluſion ſinguliere, mais évidente, que les quatre déterminations ne ſont qu'une ſeule & même meſure, rapportée & traduite en ſtades différens.

Les rapports de ces différentes meſures de la terre fourniſſent

---

(*a*) M. Freret, Mém. de l'Acad. des Inſc. Tome XXIV, p. 504.

M. le préſ. de Broſſes, *ibid.* T. XXVII, p. 39.

M. Deliſle, Mém. Acad. des Scien. 1721, p. 56.

M. Caſſini, Mém. Acad. des Scien. 1702, p. 19.

M. Buache, Mém. Acad. des Scien. 1731, p. 119.

M. Damville, Meſures itinéraires, pag. 147.

M. le Roy, Ruines de la Grece, p. 54.

(*b*) Voici ces quatre ſtades, tels que nous les avons déterminés par leurs rapports avec le ſtade alexandrin.

114^{t}	0^{p}	9^{pces},	60.
85	3	7	, 20.
68	2	10	, 56.
51	1	1	, 92.

M. Caſſini & M. Freret, par différentes meſures géographiques, ont déterminé, l'un, M. Freret, un ſtade de 83^{t}. 0^{p}. 7^{p}. 4^{l}.; l'autre, M. Caſſini, un ſtade de 85^{t}. M. Freret determine les deux autres de 68^{t}. 3^{p}. 5^{p}. 4^{l}, & de 51^{t}. 2^{p}. 6^{p}. 11^{l}. On voit que les ſtades que nous propoſons ſont les mêmes que ceux de ces académiciens.

un moyen de fixer la vraie valeur des ſtades, évalués dans les ouvrages des ſavans académiciens cités ; avec cette différence que leur méthode de les déterminer, par les meſures géographiques des anciens, n'a pu leur donner qu'une approximation & des à-peu-près ; au lieu que notre méthode des rapports, d'où il ſort des réſultats infiniment peu différens des leurs, établit une valeur abſolue & annonce une exactitude rigoureuſe.

§. VI.

Nous avons fixé la paraſange à 2568 toiſes. Le grand ſchœne Egyptien de 60 ſtades (*a*) étoit le double de la paraſange, & conſéquemment de 5136 toiſes. Il eſt déjà aſſez ſingulier de trouver des meſures communes chez les Egyptiens, les Chaldéens & les Perſes. Les Egyptiens & les Chaldéens, toujours rivaux, ſouvent ennemis ; les Egyptiens, jaloux des Perſes, au point de faire jurer à leurs Rois de ne jamais introduire aucune coutume étrangere, ne devoient pas être portés à adopter les meſures de leurs voiſins. Mais ce n'eſt pas tout ; il réſulte des meſures géographiques, priſes dans l'Inde, que le coss, eſpece de meſure indienne, eſt d'environ 1285 toiſes, & que le gau, autre meſure indienne, eſt d'environ 5139 toiſes (*b*). Pietro della Valle (*c*) dit en même tems que l'une de ces meſures eſt la moitié, & l'autre le double de la paraſange. Elles ſont effectivement la moitié & le double de la paraſange que nous avons déterminée.

M. Damville a conclu d'anciennes meſures géographiques, faites dans la Tartarie, pluſieurs ſiecles avant notre ère, que le degré terreſtre répondoit à 445 lys chinois (*d*) ; le ly con-

(*a*) Herod, *loco citato.*
(*b*) Eclaire. Liv. III, §. 17.
(*c*) *Voyez* ſon Voyage.
(*d*) Meſ. itin. p. 167.

tient 1800 coudées, & l'ancienne coudée chinoise 8 doigts. Cette petite mesure, qui a déjà le même nom & les mêmes subdivisions, paroît être le quart de la coudée du Caire & de Babylone; & en supposant qu'elle l'étoit réellement, on trouve le ly de 128 toises quatre pieds; & le degré semblable à celui qui est indiqué par Aristote, en contenoit précisément 444 $\frac{1}{2}$. Ce résultat porte à croire que la coudée des Chinois, leur mesure fondamentale, étoit en effet le quart de la coudée de Babylone. Il y avoit donc anciennement dans toute l'Asie une identité de mesures, indice d'une source commune & d'un même esprit; mais ce qui n'est pas moins remarquable; c'est la proportion que suivent ces mesures, & l'enchainement qu'elles présentent.

On trouve d'abord la coudée de 20 $\frac{544}{1000}$ pouces; puis deux petites mesures, l'une de six, l'autre de dix coudées. Ensuite ce sont des mesures plus longues: le schœne persien de 60 coudées; un premier stade, triple du schœne persien, & de 180 coudées; un second stade de 240; un troisieme de 300; enfin le quatrieme stade, le stade alexandrin de 400. Les grandes mesures sont le mille persien de 3000 coudées, le coss indien de 4500, la parasange persanne de 9000, & le gau indien, identique au schœne égyptien, de 18000 coudées. Nous supprimons ici les détails, mais les mesures plus modernes, le stade grec, les milles arabe, hebreu, le pied philéterien, les pieds grec & romain, dérivent facilement de la même source, c'est-à-dire, de la coudée. Toutes ces mesures sont, comme on le voit, des parties aliquotes les unes des autres; elles sont enchaînées par des rapports exacts & déterminés; elles ont toutes pour base la grande coudée de 20 $\frac{1}{2}$ pouces.

§. VII.

§. VII.

Ce systême général est un tableau neuf & singulier. On est étonné de voir que dans ces mesures, qui se suivent, qui dérivent les unes des autres, les unes appartiennent à la Perse, les autres à l'Egypte, quelques-unes ne se trouvent que dans l'Inde; rien ne caractérise plus les débris que nous avons tant de fois reconnus & annoncés. C'est ce systême général, dont les parties sont dispersées, que nous avons indiqué dans l'histoire de l'astronomie ancienne, comme une forte preuve d'un peuple antérieur & instituteur des peuples qui l'ont suivi.

Pensera-t-on que ces mesures ont été communiquées dans les époques connues de l'histoire? Comment admettre ces communications, quand on voit l'Asie aujourd'hui, & depuis long-tems, s'interdire toutes communications; & comment les admettre dans des tems plus reculés, aux époques de la fondation des empires, lorsque la terre inculte & sauvage n'avoit point été travaillée par la main des hommes, lorsque les nouvelles nations étoient isolées, ignorantes & féroces, lorsqu'enfin les hommes, encore brutes & sans institutions, n'avoient rien à échanger dans une misere commune? Foibles d'abord, en petit nombre, leur premier soin fut de s'écarter pour la facilité des subsistances, & de s'isoler pour éviter la guerre. L'Asie nous révele le caractere ancien & primitif de l'homme. Il semble avoir craint son espece plus que toutes les autres; concentré dans sa famille, dans sa nation, le reste de la nature ne lui offroit que des ennemis. Cette crainte s'est perpétuée, elle est devenue l'esprit universel & invariable de l'Asie. (*a*). L'espece humaine, en vieillissant sur

(*a*) *Voyez* sur la difficulté des communications, la Ve de nos Lettres à M. de Voltaire.

la terre, est arrivée enfin à se familiariser avec elle-même; sa perfectibilité a produit ces sentimens d'humanité & d'amour, qui tendent à rapprocher tous les hommes, & à ne montrer sur le globe qu'un peuple de freres. Les idées de société générale, de cosmopolisme, sont des idées très-modernes; aussi sont-elles peu répandues, & n'ont-elles germé que dans les ames douces & dans les têtes philosophiques. D'ailleurs que pourroit-on conclure de ces communications? Jamais elles n'ont été si ouvertes, les peuples si réunis qu'ils le sont aujourd'hui dans l'Europe par le commerce, les arts & les sciences; cependant les lieues, & en général toutes les mesures de ces peuples sont différentes: elles n'ont point d'unité, à laquelle on puisse également les rapporter; elles ne présentent point un systême, semblable à celui que nous venons de développer; & ce systême est un grand caractere, qui annonce l'unité d'invention. On cherche depuis long-tems, sans avoir pu y réussir, les moyens d'établir en France une mesure commune. Combien ne faudroit-il pas de siecles pour que cette mesure devînt commune à l'Europe entiere! Quelle supériorité n'auroit pas le peuple, de qui les autres recevroient cette mesure!

On n'exige pas que nous détaillions comment ces belles institutions ont été faites, comment leurs débris ont été dispersés. Eloignés de ces révolutions par un long intervalle de tems, nous ne pourrions faire qu'un roman; nous cherchons à établir des vérités. Peut-être dans les tems, où seulement une petite partie de la terre étoit policée, le reste livré à des peuplades sauvages & brutes, a-t-on vu sortir quelques essains, quelques colonies, ou même quelques particuliers, qui sont venus apporter l'instruction chez ces nations grossieres, comme Fohi à la Chine, Uranus chez les Atlantes, Diemschid à

Perſepolis, les Chaldéens à Babylone, & les Brames dans les Indes (*a*). Nous avons remarqué que preſque tous les anciens peuples ont été policés par des étrangers. Cela n'indique-t-il pas un premier peuple, qui s'eſt policé de lui-même ? Voilà comment les inſtitutions ſavantes ont pu être tranſplantées, placées au ſein même de la barbarie. L'inſtruction a dérogé par cette alliance, les inepties, les abſurdités ſe ſont aſſociées à des méthodes ingénieuſes & à des idées philoſophiques ; & l'on trouve chez le même peuple, dans la même ville, les écarts de l'enfance & les réſultats de l'âge mûr.

Quoi qu'il en ſoit de ces poſſibilités, il nous ſuffit d'avoir montré que ce ſyſtême général eſt l'ouvrage d'un peuple unique. Les anciennes meſures des peuples connus & détruits, les meſures actuelles des peuples Orientaux, qui ſubſiſtent encore, ſont les reſtes d'un grand tout que nous venons de reconſtruire. La coudée, baſe de toutes les meſures, la premiere peut-être dont les hommes ont fait uſage, s'eſt conſervée ſans altération ſur le nilomètre du Caire ; elle exiſte encore à Florence ſous un autre nom (*b*), & elle eſt un monument précieux de la plus haute antiquité.

§. VIII.

Sans doute cette grande coudée n'eſt pas dans la proportion de la ſtature humaine, telle qu'elle eſt aujourd'hui. Peut-être appartient-elle à une nature plus forte, & cette ſeule conſidération ſemble l'attribuer aux peuples du nord. Elle rappelle ces fables, ou ces antiquités de toutes les nations, qui

(*a*) *Voyez* nos Lettres à M. de Voltaire, & particulierement la VI.

(*b*) Voyage de M. Caſſini en Italie. Mém. Acad. Scien. Tome VII, p. 23.

nous peignent les premiers hommes comme une race de géans; elle s'accorde encore avec la pensée de M. de Buffon, qui voit dans les siecles reculés des hommes plus hauts & plus forts (*a*). Mais une conjecture plus vraisemblable, c'est qu'on a pu aggrandir la coudée pour la lier à la mesure de la terre. Les anciens ont eu, comme nous, l'idée de rendre leurs mesures invariables, en les prenant dans la nature; & cette idée, encore sans exécution chez nous, semble avoir été remplie par eux. Lorsque les Orientaux vous parlent de la coudée, & de sa subdivision en 24, ou en 32 doigts, ils ont attention de désigner une espece de grains, & le nombre de ces grains, qui, placés à côté les uns des autres, déterminent l'étendue d'un doigt. Cette méthode est très-défectueuse, si, comme on n'en peut douter, les productions semblables d'un même sol varient en Asie comme en Europe. Nous ne parlons pas du succès, mais de l'objet de la méthode: Ce sont des aveugles qui ont perdu le chemin, qui le cherchent; mais ils se souviennent que leurs ancêtres y ont passé. Les probabilités démontrent que la circonférence de la terre n'eût point contenu si précisément 400000 stades, 8000 parasanges, 72000000 de coudées, si ces mesures itinéraires n'avoient été réglées sur l'étendue de cette circonférence. Il en est de même de notre lieue commune de 2283 toises, qui est contenue neuf mille fois dans le contour d'un grand cercle de la terre, & qui n'auroit pas ce rapport exact, si elle n'avoit pas été évaluée sur le pied de 25 au degré, ou de 9000 pour la circonférence. Mais avec quelle grandeur & quelle étendue les anciens n'avoient-ils pas rempli ce projet! Outre les quatre stades & la parasange, qui, comme nous l'avons vu, étoient liés à la

(*b*) *Voyez* la troisieme Lettre à M. de Voltaire.

mesure de la terre, toutes les autres mesures indiquées plus haut y étoient également enfermées par leurs rapports avec les premieres. Ainsi les hommes, emportés & renouvelés par le tems, voyant périr comme eux les ouvrages de la nature, tandis que la terre est inébranlable & toujours vivante, ont imaginé de placer dans ses dimensions le type invariable des mesures qu'ils vouloient rendre éternelles. Un être, qui ne vit qu'un moment, a l'ambition de prolonger sa vie par le souvenir, & d'éterniser ses institutions; il veut être utile quand il ne sera plus : cet être est remplacé par d'autres, qui ont les mêmes besoins, les mêmes desirs. Le module des mesures itinéraires a été gravé sur les fondemens de la maison commune, pour instruire les hôtes de tous les siecles. Il suffit encore aujourd'hui de mesurer un degré de la terre, pour retrouver avec exactitude toutes les mesures des anciens, & pour ressusciter le systême général qui mérite notre admiration.

§. IX.

Ce systême général, cette institution des mesures demandoit que celle de la terre fût exécutée avec précision. Cette précision est encore un résultat des recherches précédentes. Les cinq mesures de la terre que nous avons rapportées, sont identiques; elles doivent avoir eu la même erreur, ou la même exactitude. Celle de 400000 stades, attribuée par Aristote aux anciens mathématiciens, doit être la premiere; les autres ne sont que des copies, ou des transformations. Mais si l'on admet le systême des mesures, leurs rapports, & notre évaluation des stades, à laquelle il nous paroît difficile de se refuser, il faudra convenir que cette mesure de la terre est d'une exactitude surprenante. En y appliquant le plus petit des quatre

ſtades, il en réſulte que le degré contient 57066 toiſes, à 6 toiſes près de notre exactitude moderne. Nous l'avons dit (a), cette meſure, préciſément parce qu'elle eſt très-exacte, n'eſt point l'ouvrage des Grecs, qui ont précédé Ariſtote. D'ailleurs Ariſtote n'en nomme point les auteurs, il n'en fait point honneur à ſa patrie : c'eſt une forte preuve que les Grecs n'y avoient aucun droit. Nous ne voyons dans l'Aſie aucune des anciennes nations à qui elle puiſſe appartenir. Les Chaldéens ont meſuré la longueur du degré par le pas d'un homme; nous avons le réſultat de leur meſure, qui s'éloigne d'environ un dixieme. Les Chinois n'ont meſuré le degré que dans des tems poſtérieurs à notre ère : anciennement ils faiſoient la terre carrée. Quand on ne connoît pas ſa forme, on eſt loin de connoître ſa grandeur. D'ailleurs ils ſe l'étoient appropriée toute entiere ; & puiſqu'ils ne ſavoient pas meſurer leur pays, comment auroient-ils meſuré la terre ? Les Indiens n'y ont jamais penſé ; ils connoiſſent à peine les deux preſqu'îles où ils habitent, & s'embarraſſent peu de l'étendue & des dimenſions du globe. La meſure exacte de ce globe & les progrès des arts que cette meſure ſuppoſe, ne peuvent donc être attribués qu'à un peuple inconnu dans l'antiquité. Mais comment ce peuple ſeroit-il reſté inconnu, s'il avoit été contemporain des Indiens & des Chaldéens, tandis que la mémoire de leurs ſciences & de leur philoſophie nous eſt parvenue ? On ne dira point que les Grecs ont diſſimulé le nom de ce peuple, puiſque malgré leur orgueil, malgré le deſir de s'approprier le mérite étranger, on les voit citer à tout moment les Egyptiens & les Chaldéens comme leurs maîtres. Il faut donc croire que ce peuple eſt antérieur aux anciens peuples de l'Aſie ; oublié

(a) Hiſtoire de l'Aſtronomie ancienne, p. 78.

ſur la terre, malgré ſes bienfaits, par de longues années qui en ont effacé le ſouvenir, & inconnu aux Grecs & à ceux qui les ont enſeignés.

§. X.

Il y a même une remarque trop ſinguliere & trop importante pour la négliger. Nous verrons par la ſuite de cette hiſtoire que la terre n'a pas une forme exactement ſphérique; elle eſt élevée à l'équateur, abaiſſée & applatie vers les pôles. C'eſt une des plus belles découvertes de Newton & de nos ſiecles modernes. Il réſulte de cette forme que les degrés qu'on parcourt, en marchant ſous un même méridien, ſont tous inégaux & vont en augmentant de l'équateur au pôle. Le degré meſuré au Pérou, ſous l'équateur, eſt plus petit que le degré de France de 321 toiſes. Celui qui a été meſuré ſous le cercle polaire, au nord de la Suede, eſt au contraire plus grand de 348 toiſes. Dans un nombre d'obſervateurs, qui détermineroient avec la même exactitude la longueur du degré, en différens climats & à différentes diſtances de l'équateur, il n'y en auroit pas deux, qui rencontraſſent la même étendue. Or le degré, qui réſulte de la meſure indiquée par Ariſtote, eſt préciſément égal à celui qui a été déterminé entre Paris & Amiens; degré, qui répond à une latitude de 49 à 50°, où une infinité de faits & de conjectures vraiſemblables nous ont fait trouver le ſiége primitif des ſciences dans l'Aſie. Nous ne prétendons point donner à cette preuve plus d'importance & de force qu'elle n'en comporte. Mais ſi l'eſprit humain peut ſe flatter d'avoir rencontré la vérité, c'eſt lorſque de nouveaux faits & de nouvelles probabilités le ramenent ſans ceſſe à la même concluſion.

§. XI.

En réfléchissant sur la distance immense, qui sépare la Chine de la Chaldée, sur la difficulté des communications dans les tems anciens, à travers des deserts, ou des peuplades isolées, on demandera comment il est possible que les Chinois & les Chaldéens ayent eu des mesures communes? Ce n'est point par des communications, c'est qu'ils sont partis du même centre, & qu'ils se sont avancés par des rayons jusqu'aux deux extrémités de l'Asie. Il ne s'agit, pour vérifier pleinement ces conjectures, que de retrouver les mesures de Babylone dans les plaines de Tartarie. Carpin (*a*), moine & missionnaire, envoyé par le Pape, en Tartarie, dans le treizieme siecle, trouva sous les tentes de ces hordes ambulantes un pied, qui est le même que la coudée du Caire & de Babylone : il est composé de seize doigts, égaux aux trente-deux doigts de cette coudée. Voilà donc le lieu du départ, voilà le lieu intermédiaire, qui fut jadis le lien de parenté entre les Chinois & les anciens Perses, ou Chaldéens : ces antiques mesures sont les témoins d'une unité primitive. Quant à la détermination de la circonférence de la terre, on s'étonne qu'elle ait été exécutée dans ces champs de la Tartarie, habités aujourd'hui par des Barbares, comme si cette partie du monde étoit la premiere, qui eût été dévastée, puis abandonnée, & où des ignorans ayent succédé aux cultivateurs des arts. Les Turcs, ignorans & féroces, sont maîtres de la Grece dont les anciens habitans ont élevé des théâtres pour les chefs-d'œuvres de Sophocle & d'Euripide, les prédécesseurs des Tartares errans & grossiers, ont pu également cultiver les arts dans des demeures fixes, & entreprendre

(*a*) Eclaire. Liv. III, §. 19.

la

la mesure de la terre : le froid même de cette contrée est en partie l'effet de l'absence des hommes ; une atmosphere glacée & neigeuse, un sol humide & fangeux sont le deuil de la nature réduite à elle-même. Ne fait-on pas que l'homme la maîtrise & la faconne à son gré pour la rendre plus féconde, plus saine & plus belle? Il abat les forêts, il desseche les eaux stagnantes pour purifier, échauffer l'air qu'il respire; comme dans les climats brûlans, il partage les fleuves, il ouvre des canaux pour répandre une humidité salutaire, & se procurer des rosées, qui abreuvent le sein de la terre, & rafraîchissent l'atmosphere enflammée. Le froid, les deserts de l'Asie septentrionale, la grossiereté de leurs hôtes nomades, n'empêchent donc pas que la mesure de la terre n'ait été entreprise & exécutée dans des tems plus heureux dont le souvenir est perdu : & comment s'y refuser, quand on voit que ce souvenir n'est pas totalement effacé ; quand on rencontre à la Chine, même avant notre ère, une tradition de la terre mesurée, sans aucune notion de la mesure même ; quand on trouve à Babylone une ancienne mesure conservée, sans aucune tradition ni de ses auteurs, ni du tems, ni des moyens employés ! ces faits de la Chine & de la Babylonie se rejoignent malgré la distance des lieux. La mesure & la tradition sont venues d'ailleurs : mais ce n'est pas de l'Inde, où tout se conserve, & où il n'en reste aucune mémoire. Cette antique mesure, exprimée en stades, en coudées, qui se retrouvent aujourd'hui dans la Tartarie, indique elle-même le pays d'où elle est sortie. C'est celui qui fut la pepiniere constante des hommes ; c'est celui d'où se sont échappés les conquérans de la Chine & de l'Inde ; c'est surtout le pays où le travail a commencé (*a*), où l'homme a

(*a*) *Voyez* la VIIIe de nos lettres à M. de Voltaire.

découvert ſon empire ſur la nature, & où, en ſe multipliant dans un long ſejour, en s'élevant par des efforts enchaînés & ſuivis, il a établi le premier centre de population & de lumiere.

§. XII.

Quelle que ſoit l'opinion ſur cette origine primitive, l'identité des quatre déterminations de la circonférence de la terre, le ſyſtême général & combiné des meſures, qui en réſulte, l'ancien état des choſes qui ne permet pas de les aſſigner à aucun des peuples connus, la circonſtance que cette meſure eſt celle qui appartient au quarante-neuvieme degré de latitude, ſont des probabilités de la plus grande force, ajoutées à celles que nous avons déjà établies en faveur de l'opinion d'un peuple antérieur. Nous avons demandé à n'être jugés que ſur l'enſemble de nos preuves : la réunion, le tableau de ces preuves, c'eſt l'hiſtoire entiere de l'aſtronomie. Mais qu'on nous permette d'obſerver qu'il faut une étude, une attention preſque égale à la nôtre, pour nous juger avec équité. Les probabilités phyſiques ſont l'objet d'une ſcience ; on y applique le calcul. Le haſard, qui n'eſt qu'un mot pour exprimer l'enchaînement des cauſes inconnues, y eſt ſoumis à des loix. Il faut ſeulement connoître la totalité des chances, pour donner à chacune ſon degré de probabilité. Cet art des combinaiſons, ſur lequel on juge le ſort, eſt cependant difficile : il a exercé des géometres du premier ordre. Dans les probabilités morales & politiques, dans les faits des hommes & des peuples, où ont influé les paſſions, la volonté, l'intelligence & la perfectibilité de l'homme, la difficulté redouble & l'incertitude eſt plus grande. On ne connoît exactement ni le nombre, ni l'intenſité des forces qui ont agi. On ne trouve

dans l'histoire que les résultats de la combinaison de ces forces, & les effets de la complication des moyens. Les obstacles ont disparu ; on apperçoit à peine les vestiges de la résistance, qui a retardé ces effets ; & cependant tous ces élémens sont nécessaires pour la solution du problême. Sa nature ne permet ni l'application des méthodes géométriques, ni l'espérance d'une solution démontrée. La critique seule, éclairée par la philosophie, peut, la balance à la main, procéder à un dénombrement & à une estimation exacte. Mais si l'on oublie un seul fait, ou si une balance infidelle lui ôte quelque chose de son poids, le calcul sera faux, ainsi que le jugement. L'idée que nous proposons d'un peuple antérieur est naturelle ; rien de plus simple que de concevoir un peuple, qui en a précédé un autre. Si les esprits étoient semblables à une table rase, comme le demandoit Locke, peut-être cette idée si vraisemblable seroit-elle reçue sans difficulté ; peut-être l'idée opposée ne résiste-t-elle que par sa racine antique & profonde. En fait d'opinions, il faut plus d'efforts pour combattre que pour établir. Nous étions nous-mêmes prévenus pour l'opinion ancienne ; & si l'on veut juger cette partie de l'ouvrage, il faut faire ce qu'a fait l'auteur en la composant ; il faut s'entourer de la foule des probabilités, appliquer à chacune une inspection attentive, estimer leur poids, leur lumiere ; l'évidence naîtra du concours des témoignages, & le lecteur, éclairé par les faisceaux de rayons réfléchis de toutes parts sur lui, sera entraîné, comme nous l'avons été nous-mêmes par la masse des probabilités accumulées.

§. XIII.

On ne nous dira point que nous dépouillons les générations présentes pour illustrer les races les plus anciennes des hommes,

que nous transportons à leur siecle ce qui fait honneur au nôtre. Nous exposons les vérités que nous avons découvertes ; nous rendons la justice que nous croyons due ; nous sommes assez riches pour faire ces sacrifices. Les vérités de théorie sont peut-être toutes modernes ; elles renferment une infinité de découvertes qui ne paroissent point renouvelées. Nous semblons avoir des titres pour une supériorité décidée. mais quand nous ne les aurions pas, nous ne louons les antiques habitans de la terre qu'en disant qu'ils nous ont égalés. L'homme, toujours semblable à lui-même, a eu dans tous les tems les mêmes organes & la même perfectibilité ; la race qui finit a eu son printems, comme la jeunesse qui s'éleve : le privilége du savoir n'a-t-il pu être accordé qu'à nous ? Si nous touchons au plus haut degré de la lumiere, c'est une preuve qu'il n'est point au-dessus des efforts de l'homme, c'est une preuve que d'autres ont pu en jouir comme nous & avant nous. L'Europe voit aujourd'hui l'époque la plus brillante des sciences, qu'importe à sa gloire que cette époque ait été précédée de quelqu'autre. N'est-ce pas assez pour nous si le siecle le plus éclairé ne nous a point surpassés, & si nous trouvons des égaux à peine dans un siecle de la durée du monde.

§. XIV.

Cette mesure antique, transmise par Aristote, étant absolument identique avec les quatre autres, & particulierement avec celle qui est attribuée à Possidonius, on pourroit croire que ce philosophe n'a point mesuré la terre. On pourroit imaginer qu'il n'a fait, comme tant de Grecs ses prédécesseurs, que s'approprier les dépouilles de l'antiquité, & les montrer sous son nom, en se parant d'une gloire étrangere : mais s'il

n'eſt pas à l'abri de tout ſoupçon, comme nous le dirons bientôt, il paroît certain qu'il a réellement meſuré la terre : le témoignage de Cléomede, ſon contemporain & ſon diſciple, eſt formel & déciſif ; on voit même que Poſſidonius y eſt parvenu par deux entrepriſes différentes. D'ailleurs le fait porte avec lui des caracteres plus forts encore que ce témoignage ; des caracteres qui manquoient aux inventions que nous avons enlevées à leurs uſurpateurs. Le réſultat qu'on nous donne eſt le fruit d'une obſervation citée : on la préſente accompagnée de détails, qui ſont les témoins de la vérité. L'impoſture n'eſt pas ſi féconde ; elle craint, elle évite les détails qui la trahiſſent : la conſcience a une voix ſecrette ; mentir eſt un état de gêne, d'où l'on ſort le plutôt poſſible. Mais du moins le menſonge doit être adroit, il ne produit pas des circonſtances qui l'expoſent : le récit de Poſſidonius ſeroit mieux combiné s'il n'étoit pas vrai. Ce philoſophe, inſtruit dans l'aſtronomie & dans la phyſique, n'y auroit rien mis contre lui. Sans doute les lumieres éloignent du menſonge ; elles éclairent les formes majeſtueuſes de la vérité, & ne laiſſent voir que des monſtruoſités autour d'elle : mais quand on oſe tromper les hommes, ſi le génie s'allie à l'impoſture, il faut avouer que cette aſſociation funeſte produira des erreurs mieux fabriquées & plus impénétrables.

Poſſidonius s'y prit, pour meſurer la terre, à-peu-près comme avoit fait Eratoſthenes. Il ſavoit que l'étoile du navire, nommée *Canope*, ne ſe levoit point pour la Grece, qu'à Rhodes elle paroiſſoit à peine au bord de l'horizon, & par la même révolution diurne ſe couchoit preſque au moment même où elle ſe levoit ; à Alexandrie, elle montoit à $7^{\circ}\frac{1}{2}$ dans ſa plus grande hauteur. Poſſidonius, dit-on, en conclut que l'arc du méridien, compris entre le zenith de Rhodes & celui d'Alexandrie, étoit

de la 48e partie de la circonférence; & la diſtance terreſtre des deux villes, qu'il ſuppoſoit ſous le même méridien, étant de 5000 ſtades, il en donna 240000 à la circonférence.

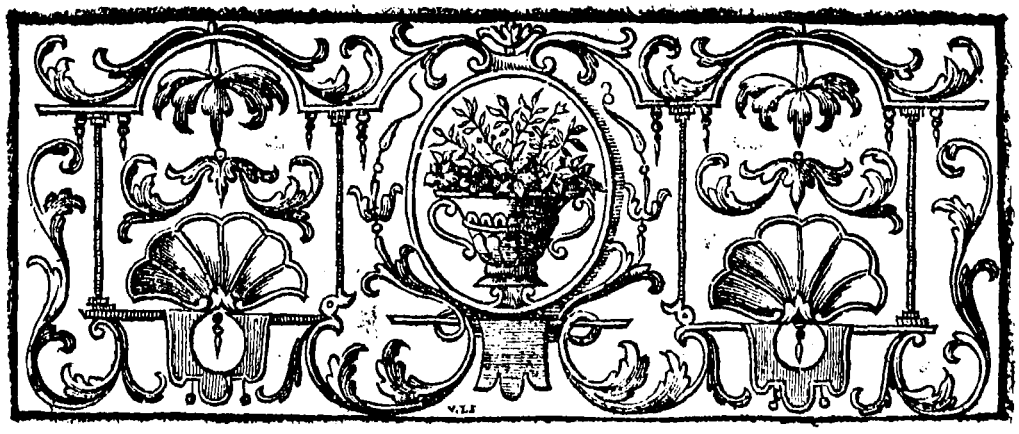
Nous attribuons à Poſſidonius une ſeconde meſure, également citée par Cléomede. Liſimachie étoit éloignée de Syene de 20000 ſtades, c'eſt-à-dire, de 600 lieues. L'arc céleſte, meſuré entre les zenith, fut trouvé de la 15e partie de la circonférence; Il en réſulta que cette circonférence étoit de 300000 ſtades. Nous ſavons tout ce qu'on peut objecter à ces meſures; mais les erreurs qui en réſulteroient ſont trop grandes pour être croyables: Poſſidonius étoit trop inſtruit pour ne les avoir pas évitées. Il vint après Eratoſthenes, c'étoit pour faire mieux que lui, ou pour ſupprimer ſon réſultat. En jugeant que ce réſultat étoit meilleur que celui d'Eratoſthenes, nous en jugeons comme Ptolémée, qui n'a cité que celui de Poſſidonius; enfin nous en jugeons ſur ce réſultat même, qui eſt conforme à celui de la meſure citée par Ariſtote, & dont nous oſons dire que nous avons démontré l'exactitude avec la plus grande évidence. Des baſes de 5000 & de 20000 ſtades étoient propres à donner cette exactitude. Si quelque choſe pouvoit faire naître le ſoupçon, ce ſeroit la conformité de ces deux meſures entr'elles, & avec la détermination tranſmiſe par Ariſtote. Il y a bien eu ſans doute quelque ſupercherie de la part de Poſſidonius. Inſtruit de cette ancienne meſure, il aura voulu la vérifier; étonné de la trouver ſi exacte par deux opérations ſucceſſives, & faites en grand, il n'aura point tenu compte des différences pour s'y conformer. Il a enſuite dénaturé cette ancienne détermination pour la faire oublier; il l'a exprimée en ſtades différens, pour que la différence des nombres éloignât la comparaiſon, & il l'a donnée comme ſon ouvrage.

§. XV.

Si l'on vouloit résumer l'histoire de la mesure de la terre par les efforts de l'industrie humaine, on diroit qu'elle fut entreprise il y a une infinité de siecles, dans les tems de l'astronomie primitive, dans les tems où fut établie la période de 600 ans. Les arts étoient alors assez avancés, l'astronomie assez perfectionnée, pour que cette mesure de la terre eût une exactitude égale à celle de nos siecles modernes. Cette détermination, conservée chez les Chaldéens, quant à sa valeur, mais oubliée quant à son exactitude, comme la même période de 600 ans, n'empêcha pas les astronômes de Babylone d'estimer par des moyens quelconques la circonférence du globe; ils se tromperent de 5 à 6000 toises sur la longueur du degré (*a*). L'ancienne & la nouvelle mesure furent envoyées de Babylone à Aristote par Callisthènes, & le philosophe n'en fit pas plus de cas que le peuple de la Grece, parce qu'elles étoient dues à des peuples regardés comme barbares. Au renouvelement de l'astronomie, Eratosthenes voulut connoître les dimensions de la terre; il crut être le premier qui la mesurât par une méthode exacte; il se trompa encore de 2500 toises sur le degré. Possidonius, sans doute prévenu des défauts de l'observation d'Eratosthenes, recommença l'entreprise; il fut assez heureux pour retrouver une seconde fois la valeur précise du degré: & nous qui sommes venus vingt siecles après Eratosthenes & Possidonius, persuadés que les arts & l'astronomie n'étoient jamais montés au point où nous les avons conduits, regardant comme des estimations grossieres toutes ces estimations anciennes, nous avons cru que

(*a*) Hist. de l'Astron. anc. p. 147.

nous donnions au monde la premiere connoiſſance exacte de ſa grandeur, tandis que cette exactitude paroiſſoit pour la troiſieme fois ſur la terre. Il en eſt de même de pluſieurs réſultats aſtronomiques; nous dédaignons les anciens, nous y en ſubſtituons d'autres, & en nous perfectionnant, nous retrouvons ces anciens réſultats que nous avions mépriſés. Il eſt donc vrai qu'il peut n'y avoir rien de nouveau ſous le ſoleil. Nous ne faiſons que reſaiſir ce que nous avions perdu. L'induſtrie lutte ſans ceſſe contre la barbarie, tantôt cédant au poids d'une maſſe qui l'écraſe; tantôt débarraſſée par ſes efforts, remontant par ſon élaſticité. Au milieu de ces viciſſitudes, de ces grandes alternatives, on voit quelques connoiſſances ſe filtrer à travers les tenebres, comme les eaux dans les terres, pour regagner le niveau; & les ſciences, ſemblables à tous les êtres phyſiques, tomber de l'âge de la maturité & de la force, périr par la caducité, & renaître pour une nouvelle carriere, en repaſſant par l'enfance.



HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE CINQUIEME.

De Ptolémée & de ses Successeurs, jusqu'à la fin de l'Ecole d'Alexandrie.

§. I.

L'Astronomie n'avoit pas fait beaucoup de progrès depuis Hypparque. Nous n'avons pu remarquer que Possidonius pour quelques idées saines, pour l'entreprise de mesurer une seconde fois la terre, & sur-tout pour le bonheur d'en avoir retrouvé les vraies dimensions. L'école d'Alexandrie, si fertile en grands hommes dans son origine, après s'être reposée pendant trois siecles, fit succéder Ptolémée à Hypparque. Cet astronôme joignit au mérite de ses propres travaux, celui de recueillir

les travaux des autres, & d'en former un corps de vérités, que leur union & leur utilité ont défendues contre les outrages du tems. Son ouvrage de l'*Almageste* fait la communication entre l'astronomie ancienne & moderne; semblable en quelque sorte à ces entrepôts, à ces ports de commerce qui reçoivent les productions d'une partie du monde pour les transmettre à l'autre. Des observations importantes par leur antiquité y sont conservées; sans elles nous ne connoîtrions pas les moyens mouvemens des planetes, aussi exactement que les connoissoient Hypparque & Ptolémée. Ce livre d'ailleurs contient les méthodes, ou le germe des méthodes, qui sont encore pratiquées de nos jours. Il a été long-tems le livre élémentaire de toutes les nations, & la gloire en rejaillit sur son auteur.

Ptolémée étoit né à Ptolémaïde en Egypte. La ressemblance des noms, sans autre fondement, a fait croire qu'il étoit de la race royale (*a*); mais son génie n'avoit point besoin de cette ressource, souvent si foible, pour faire passer son nom à la postérité. Il a fleuri sous les regnes d'Adrien & d'Antonin: ses observations, qui sont les certificats de vie d'un astronôme, embrassent un intervalle de quatorze années. Il observa une éclipse de lune la neuvieme année d'Adrien, ou l'an 125 de notre ère. Il observa quelques étoiles la seconde d'Antonin, ou l'an 139 (*b*). Voilà l'époque de ses travaux.

§. II.

L'Histoire des découvertes qui sont vraiment dues à Ptolémée, n'est pas aisée à faire, quand on veut ne lui accorder que ce qui lui appartient réellement. Son grand ouvrage

(*a*) Eclairc. Liv. IV, §. 1.

(*b*) Almag. *L. VII, c. 2, L. IV, c. 9.*

aſtronomique a ſurvécu ſeul au naufrage de beaucoup d'autres. Ce livre ſi néceſſaire a été d'autant plus reſpecté : les Arabes le traduiſirent & lui donnerent dans leur langue emphatique le nom d'*Almageſte*, ou *grande Compoſition*. Ptolémée a été regardé long-tems, & avec quelque juſtice, comme le fondateur de l'aſtronomie; Hypparque n'étoit alors que ſon précurſeur. Mais quand les modernes ont étudié, approfondi cet ouvrage, non plus en qualité de diſciples, mais comme des gens ſupérieurs, qui comparent & qui jugent, ils ont rapproché les paroles de Ptolémée, & ils ont vu qu'il s'attribuoit des inventions, qui ne lui appartenoient pas. Ils ont diſcuté les obſervations, & ils ont reconnu quelquefois un accord peu naturel, qui les a rendus ſuſpects. Les inſtrumens anciens ne ſembloient pas comporter une telle préciſion. Ptolémée a donc perdu beaucoup de ſa réputation, & les modernes l'ont autant rabaiſſé que les Arabes & les premiers aſtronômes Européens l'avoient exalté. Les uns & les autres ont donné dans l'excès. Ptolémée, qu'on accuſe de peu de fidélité & de mauvaiſe foi, peut n'avoir pas eu l'intention de s'attribuer la gloire de ce qui n'étoit point à lui (*a*). Les ouvrages d'Hypparque exiſtoient de ſon tems, il écrivoit pour ſes contemporains; il a pu ne pas nommer les auteurs des inventions, comme nous le pratiquons nous-mêmes quand ils ſont généralement connus. Il eſt plus difficile de le juſtifier ſur les obſervations qui nous paroiſſent ſuſpectes. S'il a oſé les changer, pour montrer plus d'accord dans les réſultats, il eſt évidemment coupable de mauvaiſe foi. Mais nous ne ſommes pas aſſez inſtruits, il eſt difficile de juger avec équité. Nous ſommes perſuadés qu'il s'eſt permis de choiſir les obſervations, & non de les altérer. Il a fait

(*a*) Eclaire. Liv. IV, §. 2 & 3.

comme les Princes qui exilent ceux de leurs courtisans qui ne sont pas de leur opinion.

§. III.

Les travaux dont nous allons rendre compte, & que nous avons cru pouvoir lui attribuer, suffisent pour en faire un grand astronôme : il mérite d'avoir le premier rang après Hypparque, avec cette différence qu'Hypparque nous a paru un esprit plus sage, plus porté à la recherche des faits qu'à celle des causes ; Ptolémée au contraire eut un caractere ardent ; il étoit doué de plus d'imagination, & n'observoit que pour expliquer. Peut-être même, comme tous les gens à systême, a-t-il deviné ce qui devoit être, & arrangé les faits avant de les observer : c'est ce qui donne de la défiance sur ce qu'il dit avoir vu. Il a voulu tout embrasser, & il a eu l'ambition de bâtir lui seul le grand édifice du monde. On peut dire qu'à certains égards, & pour son tems, il avoit réussi. Ce projet est vaste, il annonce un esprit qui avoit de l'élévation & de l'étendue. Quelque prévenus que nous soyons contre la complication de tous ces cercles, qui roulent les uns dans les autres, soyons assez justes pour convenir que dans l'enfance de la géométrie, de la physique & de l'astronomie, il falloit à Ptolémée beaucoup de génie pour concevoir le plan de l'Almageste, & pour l'exécuter, en imaginant des hypothèses générales, qui satisfont assez bien aux principaux & aux plus frappans des phénomènes.

§. IV.

Ptolémée reprit la théorie de la lune où Hypparque l'avoit laissée. En examinant les distances observées de la lune au soleil, il s'apperçut que le moyen mouvement, corrigé par

l'équation de 5° 1′, n'étoit pas suffisant pour représenter ces distances. Il suffisoit dans les tems des oppositions & des conjonctions; mais à partir de ces points, les longitudes observées s'écartoient toujours de plus en plus du calcul, jusqu'à la quadrature où les différences étoient les plus grandes. Cette variation, tantôt plus considérable, tantôt moindre, arrivoit à chaque quadrature, & par conséquent deux fois dans chaque révolution. L'équation, au lieu d'être de 5° 1′, devenoit quelquefois de 7° 40′. Ptolémée appela cet excès de 2° 39′ la seconde inégalité, ou la seconde équation de la lune. Il est bon de remarquer que cette somme de 7° 40′ ne s'écarte pas d'une minute de celle que nous observons aujourd'hui (*a*). Elle peut encore servir à laver Ptolémée du soupçon d'avoir supposé des observations. La somme de ces équations est une chose de fait; Ptolémée n'a pu la deviner, il la tenoit légitimement d'observations vraies & même exactes.

§. V.

Hypparque avoit montré qu'on pouvoit représenter la premiere inégalité par un épicycle, ou par un excentrique, Ptolémée employa les deux moyens pour représenter les deux inégalités. Mais il se présentoit ici une difficulté singuliere, & qu'on eut sans doute de la peine à résoudre: l'équation ne surpassoit jamais 5° 1′ dans les nouvelles & dans les pleines lunes; elle étoit quelquefois de 7° 40′ dans les quadratures. Le mouvement de la lune dans son épicycle, tandis que le centre de cet épicycle se mouvoit lui-même sur un cercle excentrique, devenoit un principe d'inégalité; & la terre n'étant pas au centre, cette inégalité paroissoit plus grande

(*a*) Eclaircissemens, Liv. IV, §. 4.

lorſque la lune étoit plus près, plus petite lorſqu'elle étoit plus loin : tout ſembloit donc expliqué. Cependant il réſulte de ce que la terre n'eſt pas au centre, que ſi dans un point quelconque la lune a eu une inégalité plus grande, parce que la terre étoit plus près, elle doit l'avoir d'autant plus petite dans le point diamétralement oppoſé, parce que la terre eſt plus loin. Cette concluſion ne s'accordoit point avec les phénomènes, qui montrent que l'inégalité peut être la même, ou à-peu-près la même (*a*) dans les deux quadratures. Ptolémée ſentit qu'il falloit une orbite étendue dans ſa longueur, dans le ſens des ſizygies, reſſerrée dans ſes flancs, dans le ſens des quadratures. L'ellipſe ne pouvoit pas lui être inconnue, il en étoit alors bien près, mais le tems n'étoit pas venu d'y penſer. Il a fallu beaucoup de génie pour inventer une hypothèſe moins ſimple & moins vraie. Voici ce qu'il imagina : la lune ſe meut dans ſon épicycle, le centre de l'épicycle ſe meut ſur la circonférence d'un grand cercle, dont la terre n'occupe pas le centre, & ce centre de l'excentrique, emportant l'épicycle & la lune, ſe meut lui-même autour de la terre dans un petit cercle, en ſens contraire du centre de l'épicycle. Il réſulte de cette complication que les diſtances de la lune à la terre ſont égales entr'elles dans les deux ſizygies, c'eſt-à-dire, dans la nouvelle & dans la pleine lune, & que les diſtances ſont auſſi égales dans les deux quadratures. Dans le premier cas, ces diſtances ſont égales au rayon de l'excentrique, augmenté du rayon du petit cercle : dans le ſecond, elles ſont égales au rayon de l'excentrique diminué de ce même rayon ; voilà pourquoi l'inégalité eſt plus grande dans ce dernier cas.

On ne peut diſconvenir que cette hypothèſe ne fût ingé-

(*a*) Excepté ſeulement que l'équation eſt additive dans l'une & ſouſtractive dans l'autre.

nieuſe, & ne repréſentât fort bien les variations des deux inégalités dans les circonſtances particulieres des ſizygies & des quadratures; mais elle ne ſatisfaiſoit pas aux circonſtances intermédiaires. Le point difficile eſt d'expliquer tout, & c'eſt ce qui diſtingue le véritable ſyſtême du monde d'une hypothèſe. Alors on ne s'appliquoit qu'aux principaux phénomènes; le reſte alloit comme il pouvoit.

§. VI.

Mais toutes les obſervations de la lune, excepté celles de ſes éclipſes, étoient affectées de la parallaxe; il falloit donc, avant tout, la connoître. Nous avons vu qu'Hypparque s'en étoit occupé; mais il ne paroît pas qu'il l'ait jamais déterminée avec une exactitude qui l'ait ſatisfait. Nous croyons que cette recherche appartient à Ptolémée, ainſi que l'invention de l'inſtrument propre à cette obſervation (*a*).

Il étoit compoſé de deux regles égales de bois, longues de ſept pieds, diviſées en ſoixante parties; l'une immobile & placée verticalement au moyen d'un fil à plomb; l'autre mobile ſur une troiſieme, qui achevoit le triangle, étoit dirigée à l'aſtre, à l'aide de deux pinnules, l'écartement des deux regles formoit un angle, qui meſuroit l'angle de la diſtance de l'aſtre au zenith. La troiſieme regle, diviſée comme les deux autres en ſoixante parties, meſuroit leur écartement, & ſervoit à connoître la valeur de l'angle dont elle étoit la corde. Cet inſtrument, en forme de triangle, faiſoit l'office de nos ſecteurs de cercle, dont on peut le regarder comme l'ancien modele.

Remarquons que cet inſtrument dérive de l'idée primitive

(*a*) Ptolém. Almag. *Lib. V*, c. 12. L'inſtrument étoit nommé *Triquetron*.

que nous avons établie. C'eſt un rayon qui ſe meut autour d'un centre. Cette diviſion du rayon en 60, & du diametre du cercle en 120 parties, dérive également du nombre ſexagéſimal, appliqué à toutes les diviſions. Elle nous fait penſer que l'intention des anciens, qui bien avant Ptolémée ont établi cette diviſion, a été de meſurer le diametre du cercle, en parties à-peu-près égales aux 360, qui meſurent la circonférence. Ils les croyoient même peut-être égales, car il eſt poſſible qu'Archimede, ayant fixé le premier le rapport de la circonférence au diametre comme 7 à 22, on ait pu croire avant lui que le diametre étoit le tiers de la circonférence. Cette approximation groſſiere nous ſemble avoir dû précéder celle d'Archimede : on en peut même trouver la preuve dans l'hiſtoire des Chinois, qui juſqu'au tems de Cocheou King, c'eſt-à-dire, juſqu'à l'an 1280 de notre ère, ont eſtimé que le rapport de la circonférence au diametre étoit celui de 3 à 1 (*a*).

Voilà donc Ptolémée auteur d'une nouvelle eſpece d'obſervations. Juſques-là on n'avoit obſervé que des éclipſes, des longitudes & des latitudes par le moyen des armilles. Ptolémée, ayant remarqué que les parallaxes dépendoient des diſtances au zenith, imagina d'obſerver directement cette diſtance pour la corriger de l'effet de la parallaxe, & s'en ſervir enſuite à déterminer le vrai lieu de la lune. C'eſt encore une preuve de ce que nous avons avancé. Il faut de nouveaux inſtrumens pour de nouveaux progrès.

§. VII.

L'INSTRUMENT, inventé par Ptolémée, lui ſervit à obſerver

(*a*) *Infrà* Eclaire. Liv. VI, §. 26.

la

la diſtance de la lune au zenith d'Alexandrie, lorſqu'elle en étoit le plus éloignée, & il trouva cette diſtance de 50° 55′; enſuite il calcula pour le même inſtant, au moyen de la longitude & de la latitude de la lune, connues par les tables, la diſtance vraie de cet aſtre au zenith : car il eſt bon d'obſerver, en faveur de ceux qui ne ſont pas initiés dans l'aſtronomie, que tous les cercles de la ſphere étant liés par une dépendance réciproque, étant dans une ſituation reſpective, qui eſt toujours connue, dès que le lieu d'un aſtre eſt déterminé relativement à un de ces cercles, il l'eſt relativement à tous les autres. Ce n'eſt plus que l'affaire du calcul, en ſuivant les regles de la trigonométrie. Quand on a la poſition de la lune à l'égard de l'écliptique, on peut avoir ſa poſition à l'égard de l'horizon & du zenith. Ptolémée ayant donc calculé la diſtance de la lune au zenith, il la trouva de 49° 48′. L'effet de la parallaxe étoit d'abaiſſer la lune vers l'horizon de 1° 7′ (*a*). Cette parallaxe étoit beaucoup trop grande, mais cette erreur s'augmenta encore lorſque Ptolémée déduiſit de cette obſervation les parallaxes qui convenoient aux diſtances déduites de ſes fauſſes hypothèſes; ces diſtances n'étoient point dans les rapports convenables, ſes parallaxes furent toutes défectueuſes, & quant à leur valeur abſolue, & quant à leur rapport (*b*). Il faut cependant convenir que Ptolémée eſt entré fort avant dans le calcul des parallaxes : il a donné les regles pour calculer les quantités, qui affectent la longitude & la latitude, & on voit que cette matiere lui étoit ſoumiſe (*c*).

§. VIII.

Nous ſentons que ces détails peuvent paroître arides à la

(*a*) Almag. *Lib. V*, c. 13.
(*b*) *Infrà* Eclairc. Liv. IV, §. 7.
(*c*) *Ibid.* Eclairciſſemens, Livre IV, §. 9.

plupart de nos lecteurs, c'eſt une ſuite de principes & de vérités abſtraites; il faut, pour y trouver quelque ſatisfaction, en ſuivre la chaîne avec une contention pénible de l'eſprit. Mais le voyage du ciel n'eſt pas plus facile, ni plus conſtamment agréable que celui de la terre; un philoſophe, qui la parcourt, s'attend à voir ſuccéder des landes à des champs fertiles, & la nature agreſte & ſauvage à la nature riante & ornée par l'induſtrie. Cette hiſtoire eſt un enſemble de vérités phyſiques & mathématiques : c'eſt le réſultat de ce que l'homme a vu & penſé. Mais les premieres, tranſmiſes par nos ſens, encore revêtues des images qui ont affecté notre ame, ſont plus attachantes : les vérités mathématiques ſont d'une nudité qui effraye, & leur ſévérité ſe refuſe aux parures de l'imagination. L'eſprit, en rappelant les unes à ſa mémoire, eſt frappé par l'idée impoſante de l'immenſité & de l'éclat des objets, il voit de grandes maſſes & de grands eſpaces; il eſt intéreſſé par des tableaux vivans, il eſt occupé, agité par le mouvement : tantôt les différentes parties de l'univers paſſent devant lui, tantôt la penſée s'élance pour les parcourir. L'eſprit, en méditant les autres, ſent au contraire tout le calme d'une contemplation froide; il eſt immobile devant ces vérités, & comme dans une ſolitude abſolue : tout ce qui tient à notre exiſtence matérielle, le mouvement, la couleur, les qualités ſenſibles ont diſparu, l'étendue même eſt ſouvent anéantie; il ne reſte que des lignes ſans largeur, des ſurfaces ſans ſolidité, ou des corps, qui dépouillés de tout ce qui les fait connoître à nos ſens, ſemblent n'avoir qu'une exiſtence idéale. La vérité, ainſi réduite à elle-même, a cependant des charmes; mais pour en être touché, il faut oublier les illuſions qui nous environnent : ſortie du monde intellectuel, elle ſemble réſervée à la jouiſſance des purs eſprits.

§. IX.

Ce n'eſt pas que Ptolémée n'ait tenté des déterminations intéreſſantes, & dont l'importance peut être ſentie. Il chercha la parallaxe du ſoleil, ou, ce qui revient au même, ſa diſtance à la terre. L'homme, qui ſent à tout moment pour lui-même le beſoin de la chaleur, qui voit les plantes dont il ſe nourrit attendre les rayons favorables du ſoleil, doit être curieux de ſavoir à quelle diſtance il eſt de ce foyer brûlant, réſervoir immenſe de tout ce qui vivifie & embellit la nature. Mais l'entrepriſe étoit trop difficile pour le tems : les moyens aſtronomiques, qui ſuffiſent à peine aujourd'hui, étoient alors trop bornés. Ptolémée déduiſit cette diſtance d'une méthode aſſez ingénieuſe, mais trop délicate pour n'être pas très-fautive. C'eſt premierement de la ſuppoſition que le diametre du ſoleil eſt égal au diametre de la lune, lorſqu'elle eſt le plus loin de la terre, & ſecondement de l'obſervation du diametre de l'ombre de la terre. On meſure l'étendue de ce diametre par le tems que la lune emploie à le traverſer dans ſes éclipſes. Cela poſé, la terre étant éclairée par le ſoleil, c'eſt-à-dire, par un corps plus grand qu'elle, & ſon ombre ayant une figure conique, la partie de cette ombre que traverſe la lune doit être d'autant plus large que la lune ſera plus près de la terre, & cette même partie doit être encore d'autant plus large que le ſoleil ſera plus loin. L'étendue du diametre de l'ombre dépend donc en même tems de la diſtance de la lune & de celle du ſoleil à la terre, ou, ce qui revient au même, de leurs parallaxes. Si le diametre de l'ombre eſt connu par obſervation, ainſi que la parallaxe & la diſtance de la lune, on aura donc la parallaxe du ſoleil & ſa diſtance à la terre. Ptolémée trouva la diſtance du ſoleil de 1210 demi-diametres

de la terre ; & sa parallaxe de 2′ 51″ (*a*). Pour que cette méthode fût susceptible de quelque exactitude, il faudroit que le diametre de l'ombre pût être observé avec précision ; ce qui est fort difficile. Ptolémée supposoit que lorsque la lune est le plus éloignée de la terre, la largeur du cône d'ombre à l'endroit où elle le traverse, est vue de la terre sous un angle de 1° 21′ 20″ : deux minutes & demie de moins, sur l'étendue du diametre de l'ombre, lui auroient donné la vraie distance du soleil à la terre, & quelque chose de moins encore l'eût rendue infinie. Il est bon d'observer que la lune étant éloignée de 64 demi-diametres, comme Ptolémée le suppose, il n'avoit rien fait de plus qu'Aristarque, qui faisoit la distance du soleil 18 ou 20 fois plus grande que celle de la lune. La distance de 1210 demi-diametres est dans ces limites. Quelque défectueuses que paroissent ces déterminations de la distance du soleil & de sa parallaxe, on n'a eu rien de mieux jusqu'à Dominique Cassini.

§. X.

Ptolémée construisit le dioptra, inventé par Hypparque (*b*), pour observer les diametres des astres ; mais il s'en servit seulement pour s'assurer que le diametre du soleil étoit égal au diametre de la lune lorsqu'elle est le plus loin de la terre. Cette assertion appartenoit à Aristarque ; on n'avoit pas été plus loin que lui à cet égard. Mais comme ces astres sont tantôt plus près, tantôt plus loin de la terre, leurs diametres doivent paroître plus ou moins grands ; un objet paroît s'aggrandir lorsqu'il s'approche. Ptolémée ne s'occupa point des variations du diametre du soleil ; elles étoient trop petites pour être saisies par les instrumens. Quant à celles du diametre

(*a*) *Infrà*, Eclairc. Liv. IV, c. 10.

(*b*) *Suprà*, Liv. III, § 21.

de la lune, il inventa une méthode pour les observer ; c'est celle des éclipses partielles. Quand la lune est dans l'écliptique, ou très près de ce cercle, elle traverse l'ombre de la terre par la partie la plus large, elle s'y plonge en entier ; mais lorsqu'elle est un peu élevée ou abaissée à l'égard du plan de ce cercle, elle n'entre point tout-à-fait dans l'ombre, & n'est éclipsée qu'en partie. Plus la lune est élevée, plus elle a de latitude, moins elle s'éclipse. Il employa deux éclipses où la lune, étant à sa plus grande distance de la terre, étoit entrée dans l'ombre la premiere fois, du quart de son diametre, la seconde de la moitié. Il calcula l'élévation de la lune au-dessus de l'écliptique, ou les latitudes pour les instans des deux éclipses ; & supposant que la différence des latitudes étoit égale à la différence des parties éclipsées, il eut la valeur du quart du diametre de la lune. C'est ainsi qu'il trouva le diametre de la lune dans sa plus grande distance, ou celui du soleil qui lui est égal, de 31′ 20″ ; ce qui est tout-à-fait près de l'exactitude. En choisissant des éclipses arrivées à différentes distances de la lune à la terre, il eut les variations du diametre à raison de ces distances.

Ce que nous devons remarquer, c'est que Ptolémée, instruit que les parallaxes augmentent autant que les distances diminuent, n'a pas apperçu que les diametres suivoient la même raison. Il en auroit conclu que les distances, qui résultent de son excentrique & de son épicycle, étoient fausses. Pourquoi ne s'en est-il pas apperçu ? Est-ce parce que les spéculateurs les plus attentifs ont quelquefois les yeux fermés sur les conséquences les plus simples ; ou bien faudroit-il croire que Ptolémée n'a point parlé d'une loi, qui détruisoit son hypothèse, & qui l'auroit réduit à l'impuissance d'expliquer les apparences des mouvemens célestes ?

§. XI.

Nous ne pouvons dire à qui appartient la premiere méthode de calculer les éclipſes. Il eſt certain que Sulpitius Gallus à Rome, & Thalès, dans la Grece, avoient prédit ces phénomènes avant Hypparque. Nous ignorons ſi la méthode rapportée dans l'Almageſte eſt plus ancienne qu'Hypparque & Ptolémée, ou ſi elle appartient à l'un ou à l'autre de ces aſtronômes : tous deux ſans doute y ont ajouté quelques perfections. Mais en liſant l'explication de ces méthodes, n'oublions pas combien elles ont été utiles. Nous ne parlons point des avantages qu'en a tirés la ſociété pour l'obſervation des mouvemens céleſtes, qui ſont la baſe du calendrier ; nous portons notre vue plus loin dans l'antiquité. Nous y voyons les éclipſes frapper tous les peuples de terreur ; le fanatiſme & les malheurs du monde y joignirent des craintes religieuſes ; & ſi des peuples, déjà civiliſés, conſervent encore cette ſuperſtition, nous pouvons juger ce qu'ont été nos premiers ancêtres. Nous commençons par être ignorans & timides, l'expérience crée en nous le courage & les lumieres. Mais la ſeule maniere de guérir les hommes effrayés par les phénomènes de la nature, c'eſt d'en marquer le moment, c'eſt ſur-tout de répéter ces annonces conſolantes, & vérifiées par l'événement. L'eſprit s'éclaire en ſe raſſurant ; il trouve l'idée de regle & de ſucceſſion, où il ne voyoit que celle de déſordre & de deſtruction. Celui, qui découvrit l'art de prédire les éclipſes, fut donc le bienfaiteur des hommes ; il les délivra de la ſuperſtition & de la crainte, les plus grands de leurs maux. La preuve de l'antiquité de cette invention, c'eſt que l'ignorance l'a couverte de ſes tenebres ; le bienfaiteur eſt inconnu. Le ſable ne conſerve aucune impreſſion durable ; l'ignorance, auſſi légere, ne

garde aucun ſouvenir ni des maux paſſés, ni des ſervices rendus. Mais le bienfait ſubſiſte dans les méthodes que nous allons expoſer. Nous parlerons d'abord des éclipſes de lune.

Il s'agit 1°. de prévoir s'il y aura éclipſe; 2°. d'en calculer les circonſtances, ſavoir, le commencement, la fin, la durée & la grandeur; 3°. de déduire du phénomène obſervé les conſéquences qu'on en peut tirer.

Les élémens néceſſaires pour cette recherche ſont 1°. les tables des mouvemens du ſoleil & de la lune, par leſquels on peut calculer pour chaque inſtant la diſtance de ces aſtres; car il eſt bon de faire attention que le centre de l'ombre étant toujours oppoſé au centre du ſoleil, le lieu du ſoleil augmenté de 180°, ou d'une demi-circonférence, donne le lieu du centre de l'ombre, & le lieu de la lune étant calculé, on a ſa diſtance à ce centre: 2°. l'étendue du diametre des deux aſtres: 3°. la grandeur du diametre de l'ombre. Nous avons vu que les deux premieres connoiſſances ne manquoient pas aux aſtronômes d'Alexandrie; quant à la troiſieme, on y parvint par la durée des éclipſes totales. Le tems obſervé fit connoître l'eſpace que la lune avoit parcouru dans cette ombre; mais comme l'ombre de la terre eſt conique, comme la lune n'eſt pas toujours à la même diſtance, elle traverſe, même dans les éclipſes totales, des eſpaces plus ou moins grands dans cette ombre. Il fallut donc dreſſer des tables qui donnaſſent, ſelon la diſtance de la lune, l'étendue relative du diametre de l'ombre; elles ſont dans l'ouvrage de Ptolémée. Cela fait, cet aſtronôme s'occupa de déterminer certaines limites, où l'on pût s'aſſurer qu'il y auroit éclipſe. Si la lune étoit dans l'écliptique, elle traverſeroit toujours l'ombre par ſon centre, & elle s'éclipſeroit tous les mois. L'inclinaiſon de ſa route fait que le plus ſouvent elle paſſe au-deſſus, ou au-deſſous de l'ombre. Les

éclipses n'arrivent que lorsque la lune se trouve dans les points où son orbite coupe l'écliptique, ou du moins très-près de ces points, qu'on appelle les nœuds. Quand la lune touche le bord de l'ombre, les centres sont éloignés de la somme des demi-diametres de la lune & de l'ombre : il faut donc que la distance de la lune à l'écliptique, ou sa latitude soit moindre que cette somme, pour qu'il y ait éclipse. Ptolémée trouva que cette latitude répond à 15° 12′ de distance de la lune à son nœud, & il prononça que lorsque la lune étoit plus éloignée de ce nœud, il ne pouvoit y avoir éclipse. Ce terme est d'autant mieux déterminé, que Ptolémée a choisi les plus grands demi-diametres de l'ombre & de la lune, qui l'un & l'autre varient comme les distances de cette planete à la terre. Aussi les modernes n'auroient-ils que peu de chose à changer à cette détermination.

Quand on est sûr qu'il y a éclipse, on en détermine les circonstances, en calculant pour différens instans la distance de la lune au centre de l'ombre ; lorsque cette distance est égale à la somme des demi-diametres de la lune & de l'ombre, c'est le commencement, ou la fin de l'éclipse. L'instant où cette distance est la plus petite est l'instant du milieu. Si cette distance s'anéantit, si les centres se confondent, l'éclipse est centrale & totale. Le moment du commencement & celui de la fin étant déterminés, on a la durée : & quant à la grandeur de l'éclipse, il est aisé de sentir que la proximité des centres fait connoître si le disque de la lune se plonge entier dans l'ombre, ou seulement en partie, ce qui détermine la quantité des doigts éclipsés (*a*), ou la grandeur de l'éclipse.

(*a*) On est convenu de partager le diametre de la lune en douze parties qu'on appelle *doigts* ; ainsi une éclipse de sept doigts est celle où la lune entre dans l'ombre, jusqu'à sept douziemes parties de son diametre.

Voilà

Voilà ce qui concerne la prédiction des éclipſes. Mais quand la ſcience eut raſſuré les hommes, quand elle eut montré que l'interpoſition des aſtres, qui abſorbe leur lumiere, eſt un phénomène auſſi naturel, auſſi réglé que le lever & le coucher du ſoleil; ces annonces indiquerent des obſervations: ces obſervations fournirent à la ſcience un moyen de ſe perfectionner elle-même; elle en tira des utilités pour l'uſage de la ſociété éclairée. Si l'éclipſe obſervée étoit centrale, le tems de ſa durée faiſoit connoître l'étendue du diametre de l'ombre; ſi elle étoit partielle, la quantité des doigts éclipſés ſervoit, comme nous l'avons vu, à déterminer le diametre de la lune. En général, en calculant le lieu du ſoleil pour le moment du milieu de l'éclipſe, on avoit le lieu oppoſé de la lune, & ces obſervations, qui avoient ſervi à conſtruire les tables, ſervoient à les vérifier. Enfin les inſtans du commencement & de la fin de l'éclipſe obſervés dans un lieu, comparés à ceux qui avoient été obſervés dans un autre, donnoient, ſuivant la méthode inventée par Hypparque, la différence de longitude de ces lieux, par la différence des tems, où ces eſpeces de ſignaux y avoient été apperçus. C'eſt l'utilité des éclipſes de lune.

§. XII.

Les éclipſes de ſoleil ſe calculeroient à-peu-près comme les éclipſes de lune, s'il n'y avoit pas de parallaxe. Le diametre du ſoleil ſeroit ici ce qu'étoit dans l'autre cas le diametre de l'ombre; la diſtance des centres du ſoleil & de la lune déterminerait toutes les circonſtances de leurs éclipſes. Mais la parallaxe, toujours aſſez grande, toujours différente, variable même dans la durée de l'éclipſe, trouble tout par cette inconſtance, & rend les éclipſes de ſoleil plus difficiles à prévoir & à calculer. On ſent d'abord que les limites, analogues à celles

que Ptolémée assignoit aux éclipses de lune, doivent être plus étendues. La parallaxe produit ici deux effets différens. Lorsque la lune est au-dessus de l'écliptique & plus élevée que le soleil, sa parallaxe, qui l'abaisse toujours vers l'horizon, tend à la rapprocher de cet astre, & dans ce cas elle augmente le nombre des éclipses. Mais lorsque la lune est au-dessous de l'écliptique & plus bas que le soleil, sa parallaxe l'en éloigne, & rend par conséquent les éclipses plus rares.

Que falloit-il donc faire pour calculer les éclipses de soleil, malgré la complication des effets de la parallaxe ? Il falloit transformer l'état réel des choses dans leur état apparent, & opérer sur ces apparences, comme si elles étoient réelles. C'est ce qu'ont fait les anciens ; c'est ce que nous faisons encore, en suivant la méthode que Ptolémée nous a tracée. Lorsqu'il est assuré qu'il peut y avoir éclipse, il calcule les lieux du centre de la lune pour plusieurs instans successifs, il applique à ces positions de la lune l'effet de la parallaxe, différent dans ces différens instans, & il a les distances apparentes du centre de la lune au centre du soleil ; d'où il tire, par une méthode semblable à celle que nous avons développée, toutes les circonstances du passage de la lune devant le soleil, & de l'éclipse qui en résulte.

§. XIII.

Quant à l'utilité qu'on peut tirer de ces éclipses, les anciens n'en tirerent aucune, soit qu'ils ne l'ayent pas apperçue, soit plutot qu'ils en ayent été éloignés par la difficulté. Ils n'observoient ces éclipses, ils ne les annonçoient que par l'ambition de connoître les loix de la nature, & de prévoir ses phénomènes ; peut-être aussi par le desir de rassurer les dernieres classes du peuple, où la lumiere est long-tems à descen-

dre ; où la superstition est stagnante, comme les eaux limoneuses dans les lieux bas.

La prédiction des éclipses en général eut une sorte d'avantage pour les astronômes, c'est celui de confondre les incrédules. Il en est pour les sciences, & sur-tout pour l'astronomie, dont les succès étonnent & affligent la médiocrité superbe. L'homme se plaît dans sa paresse, en rougissant de son ignorance ; & il s'arme du doute, qui le maintient dans l'une & l'excuse de l'autre. Dans des siecles peu instruits, les anciens astronômes dûrent être en butte aux sarcasmes de cette ignorance, animée par l'envie. Mesurer les astres, déterminer leurs distances, annoncer la place qu'ils doivent occuper, paroissoient des prétentions chimériques & des promesses illusoires, à ceux qui ne jugent que par leurs idées étroites & sur leurs petits moyens. Les éclipses répondoient à tout ; les deux grands luminaires se touchoient à l'instant marqué, répandoient les ténebres sur la terre, & frappoient de terreur l'ignorance dédaigneuse pour justifier les astronômes. Aujourd'hui dans notre siecle de lumiere, il y a peu d'incrédules de cette espece, ou du moins ils sont relegués dans les classes sans instruction. Mais les hommes occupés de travaux importans dans la société, les hommes livrés à certains genres de connoissances, peuvent ignorer nos progrès dans un autre. Le but de cette histoire est de les mettre au niveau de leur siecle, de répandre les vérités de l'astronomie, & sur-tout de rendre ses succès croyables, en montrant la suite de ses efforts & la nature de ses moyens.

§. XIV.

Ptolémée eut la gloire d'avoir apperçu des élémens, dont la délicatesse échappoit à l'exactitude des observations de son

tems. Tel eſt celui qui eſt connu des aſtronômes ſous le nom de *réduction à l'écliptique* (*a*). Les yeux, l'expérience ne pouvoient l'avertir ; la vue ſeule de l'eſprit a fait cette découverte ; c'eſt le fruit de ſa ſagacité. Il examine avec détail les circonſtances de la ſucceſſion des éclipſes, & leur nombre dans un tems déterminé. On voit qu'il embraſſoit aſſez complettement la ſcience, pour eſſayer de découvrir toutes les vérités, qui dépendoient des élémens connus. C'eſt l'époque de cet eſprit de combinaiſon, par lequel l'homme a atteint tant de connoiſſances élevées : ſeules & ſéparées, elles étoient reſtées ſtériles ; c'eſt de leur rapprochement, & pour ainſi-dire, de leur alliance qu'on a vu ſortir une foule de vérités nouvelles. Cet eſprit de combinaiſon ſemble dû à la géométrie, qui ne conſidere que des rapports. Les ſciences ont développé l'homme ; c'eſt par elles qu'il domine l'univers. La géométrie donne de la juſteſſe aux eſprits dont l'aſtronomie aggrandit les idées.

§. XV.

Ptolémée paſſe enſuite aux planetes, & le premier point qu'il convenoit d'établir étoit l'ordre de leurs diſtances. C'eſt un contraſte bien digne de réflexion que celui de l'homme ignorant, qui ſe croit d'abord enfermé ſous une voûte ſolide & pierreuſe, où des points brillans & des flambeaux ſont attachés pour l'éclairer ; & de ce même homme, perfectionné par le développement de ſes organes, qui oſe éloigner les planetes les unes des autres, marquer, eſpacer les limites de leurs empires, & régler par la raiſon l'ordre & l'arrangement de l'univers. Suivant Ptolémée, Saturne eſt la plus éloignée des planetes, enſuite Jupiter, Mars, le Soleil, Venus,

(*a*) Eclairc. Liv. IV, §. 13.

Mercure & la Lune; toutes tournant autour de la terre. C'eſt ce qu'on appelle *le ſyſtême de Ptolémée;* ſyſtême qui exiſtoit cependant avant lui, & qui fut celui des Chaldéens (*a*). Il en convient lui-même. Telle eſt, dit-il (*b*), l'opinion des anciens aſtronômes ſur la place que Mercure & Vénus occupent dans l'univers. Quelques modernes de ſon tems voulurent placer ces deux planetes au-deſſus du Soleil, en alléguant que ſi elles étoient au-deſſous, le ſoleil en ſeroit quelquefois éclipſé. Ptolémée rejette cette raiſon, parce que la ligne, qui joint alors les centres du ſoleil & de la planete, pouvoit ne point paſſer par la terre, comme il arrive dans la plupart des conjonctions du Soleil & de la Lune. Dans toutes les nouvelles Lunes, cette planete paſſe devant le Soleil, il y a éclipſe pour quelques points de l'eſpace, s'il n'y en a point pour la terre, c'eſt qu'elle n'eſt pas dans la direction. Ptolémée auroit mieux répondu, en diſant que ces éclipſes ne ſont pas viſibles, à cauſe de la petiteſſe de la planete obſcure, qui diſparoît ſur le diſque de lumiere.

§. XVI.

Les anciens, en voulant faire tourner ces planetes autour de la terre, devoient être fort embarraſſés pour régler leur place à l'égard du ſoleil : on peut dire même que le choix en étoit indifférent. Ceux qui les plaçoient au-deſſus, & ceux qui les plaçoient au-deſſous, avoient également tort & raiſon. Ptolémée remarque qu'on ne peut ſe décider d'une maniere certaine, parce qu'elles manquent de parallaxe : enfin partagé entre les Egyptiens & les anciens aſtronômes, ou les Chaldéens, Ptolémée ſe range à l'opinion de ceux-ci, & ſe détermine

(*a*) Aſtron. anc. p. 234.

(*b*) Almag. *Lib.* IX, c. 1.

à placer Vénus & Mercure au-dessous du Soleil, parce que, dit-il, on ne les voit jamais opposés à cet astre, & qu'il est naturel que le Soleil tienne le milieu entre les planetes, qui semblent l'accompagner, & celles qui s'éloignent de lui jusqu'à 180 degrés. Il vaudroit autant qu'il se fût déterminé par croix ou pile, que par cette raison ridicule, qui d'ailleurs devoit lui faire placer la Lune au-dessus du Soleil. C'étoit ainsi que les anciens Grecs raisonnoient; l'astronomie, restaurée & cultivée par eux, leur devoit ces erreurs. Pythagore plaçoit le Soleil au centre du monde, parce que le feu, étant *la plus digne substance*, devoit avoir la premiere place. Ces causes occultes, ces raisons vagues, ont long-tems régné sur l'esprit des hommes; elles tenoient lieu des faits; elles ont long-tems combattu contr'eux pour conserver leur empire usurpé.

§. XVII.

Il s'agissoit d'expliquer les deux révolutions & les deux inégalités des planetes, tant à l'égard du soleil qu'à l'égard du zodiaque. Hypparque, au rapport de Ptolémée, sentit qu'après avoir fait faire tant de progrès à l'astronomie, il ne lui convenoit pas d'entrer dans une carriere si difficile à parcourir, & d'où il ne sortiroit pas avec gloire. Tout cela n'est que jactance dans Ptolémée, quoiqu'il tâche d'en prévenir le reproche (*a*); c'est pour relever le mérite de ses hypothèses. Le discours de Ptolémée prouve seulement que ces hypothèses lui appartiennent; il n'auroit pas osé se les attribuer, puisque les ouvrages d'Hypparque existoient alors. Il paroît certain qu'il trancha le nœud de la difficulté, en unissant un épicycle & un excen-

(*a*) *Hæc diximus non ostentationis causâ*, &c.

trique, en appliquant ici le même mécanisme dont il s'étoit servi pour expliquer les deux équations de la lune.

§. XVIII.

Toutes ses explications du mouvement des planetes sont fondées sur cette invention. Il commence par les théories de Mercure & de Vénus. Nous croyons en appercevoir la raison. Il étoit préoccupé de l'immobilité de la terre, il pensoit que sa masse, inhabile au mouvement, devoit être le centre de tout ce qui se meut. Les apparences des trois planetes supérieures, Saturne, Jupiter & Mars, répondent assez bien à cette supposition; on les voit, chacune dans les tems qui leur sont marqués, accomplir leurs révolutions autour de la terre. Il n'en est pas de même de Vénus & de Mercure. Ces astres sont souvent plongés dans les rayons du Soleil, & semblent se cacher dans son sein; ils l'accompagnent sans cesse comme sa famille: Mercure, le plus petit, le plus foible, est celui qui s'écarte le moins; Vénus, distinguée par plus d'éclat, se hasarde à s'éloigner davantage: mais tous deux passent alternativement d'un de ses côtés à l'autre, suivent constamment sa course, & n'achevent qu'avec lui le tour de la terre. Il étoit évident que ces astres tournoient autour du soleil; mais comme l'esprit de systême nuit à l'esprit observateur, ces phénomènes, pris seulement pour des apparences, dûrent faire le désespoir de Ptolémée; il douta qu'il fût possible de les ramener au systême qu'il avoit choisi: de-là pourtant dépendoit le succès de son entreprise & la construction de son édifice; il commença par le plus difficile.

On ne peut voir ces planetes que lorsqu'elles s'écartent du soleil; ce sont ces digressions, & sur-tout les plus grandes, qu'il est utile d'observer. Selon Ptolémée, elles étoient produites

par le mouvement dans l'épicycle. Il en suivit constamment l'observation, & il remarqua que les plus grandes de ces digressions n'étoient pas toujours égales, ce qu'il attribue au mouvement dans l'excentrique. Ptolémée employa ici les mêmes ressources que dans la théorie de la lune, un épicycle & un excentrique, dont le centre étoit en mouvement sur un petit cercle. Il avoit deux choses à représenter, le mouvement réel de Mercure & de Vénus : c'étoit la fonction de l'épicycle; le mouvement de la terre qu'il transportoit à ces planetes mêmes ; c'étoit le mouvement dans l'excentrique.

Dans les planetes supérieures, Saturne, Jupiter & Mars, le mouvement de la terre, transporté à ces planetes, s'opere dans l'épicycle, & leur mouvement réel dans l'excentrique : mais c'est toujours le même principe ; il changea seulement la méthode d'observer. Il ne pouvoit pas prendre les doubles observations de leurs plus grandes digressions, puisque s'éloignant du soleil jusqu'à 180 degrés, elles n'en ont qu'une, qui est l'opposition. C'est à cette espece d'observation qu'il s'arrêta, & c'est la premiere fois qu'il en est question dans l'histoire de l'astronomie. Il y avoit de l'adresse dans ce choix : la raison qui les lui fit préférer, c'est qu'elles offrent des positions qui ne sont affectées que d'une seule inégalité, celle qui a lieu dans le zodiaque, celle qui appartient à la planete. Cela est réellement ainsi. Le soleil étant opposé à la planete, & la terre entre deux se trouvant dans une même ligne droite, les effets du mouvement de la terre ne se compliquent point avec ceux du mouvement de la planete, & elle est vue au même lieu, soit de la terre, soit du soleil. C'est la raison qui fait préférer encore ces observations à toutes les autres. Ptolémée vit très-bien, comme nous, que trois de ces observations suffisoient pour découvrir toutes les circonstances du cours de la planete, & il résolut

ce

ce problême avec la géométrie de son tems. Nous croyons que ce que nous venons de dire suffit pour donner une idée du mécanisme de Ptolémée dans l'explication de ces mouvemens célestes; nous en donnerons plus de détail dans nos Eclaircissemens.

§. XIX.

Ptolémée détermine donc les dimensions des orbites des planetes, c'est-à-dire, les rapports de grandeur entre les différens cercles dont leur mouvement apparent est composé : mais ces rapports ne sont établis qu'entre les cercles qui appartiennent à une même planete. Ptolémée n'a pu les étendre d'un orbe & d'une planete à l'autre. Il ne savoit pas combien de fois un de ces orbes étoit plus grand, ou plus petit qu'un autre. Il n'avoit eu d'autre regle pour espacer les planetes, que la durée de leurs révolutions. Il pensoit qu'un tems plus long supposoit plus de chemin parcouru & une plus vaste circonférence. Saturne tourne en trente ans, Jupiter en douze; Jupiter étoit donc plus près : mais de combien l'étoit-il? C'est une conoissance que Ptolémée ne pouvoit atteindre; la mesure commune lui manquoit. Toutes nos connoissances ne sont que des rapports enchaînés. Les anciens ont comparé le diametre du globe à la coudée, à la longueur de l'avant-bras ; ils ont successivement comparé ce diametre du globe à la distance de la lune, la distance de la lune à celle du soleil. Il falloit suivre les mêmes erremens, & comparer la distance des planetes à celle du soleil. Ptolémée ne put franchir ce passage ; les méthodes nécessaires attendoient Copernic. On ne peut y parvenir que par le mouvement de la terre; mais nous nous croyons alors trop grands, trop importans pour errer, comme les autres corps, dans l'espace. Celui que sa dignité rend séden-

taire, ne connoîtra jamais ni les hommes, ni les choſes. Tranquilles ſur notre globe immobile, comment aurions-nous l'idée de l'étendue du monde. En rentrant dans l'égalité primitive, la terre, par ſa marche, pourra juger de celle des planetes; en parcourant des eſpaces, elle pourra apprécier d'autres eſpaces, & les connoiſſances s'enchaîneront de nouveau. En attendant, Ptolémée n'a compoſé ſon univers que de pieces détachées : ce ſont des roues aſſemblées par un ouvrier qui n'en ſait ni les rapports, ni les uſages. La fauſſe ſuppoſition de l'immobilité de la terre ſuſpendoit tous les progrès, & l'eſprit humain n'a pas fait un pas à cet égard depuis Ariſtarque juſqu'à Copernic.

§. XX.

Maintenant, après avoir conſidéré le mouvement de révolution ou de tranſlation dans le ſens de l'écliptique, paſſons au mouvement en latitude. Les anciens avoient reconnu que les planetes ſuivoient une route un peu inclinée à l'écliptique : elles s'écartoient tantôt plus, tantôt moins de ce cercle, en cheminant dans leur propre orbite. Ces variations ſont ce que les anciens appeloient mouvement en latitude; mais les apparences en étoient difficiles à démêler pour ceux qui vouloient que ces planetes tournaſſent autour de la terre. En effet le plan de l'orbite des planetes eſt incliné à l'écliptique, & leur latitude varie à raiſon de leur diſtance au nœud. Ce n'eſt pas tout : comme la terre, par ſon mouvement, s'éloigne plus ou moins de ces planetes, il en réſulte que leur latitude ſe montre à nous ſous un angle plus grand ou plus petit. Ptolémée apperçut ces différentes variations dans les latitudes, & comme il avoit inventé deux cercles pour repréſenter les deux mouvemens apparens des planetes, il imagina de donner

à leurs orbites deux différentes inclinaisons, pour expliquer les deux variations. Il inclina l'excentrique au plan de l'écliptique ; c'est cette inclinaison que les astronômes, qui sont venus après lui, ont nommée *déviation;* ensuite il inclina le plan de l'épicycle au plan de l'excentrique même, & c'est ce qu'il a nommé *l'inclinaison.* Celle-ci augmentoit ou diminuoit l'autre, selon qu'il étoit nécessaire, pour rendre raison des changemens de la latitude.

§. XXI.

Il y auroit eu de la sagacité à réduire l'explication des phénomènes à ce point de simplicité, si elle suffisoit aux apparences. Les deux inclinaisons ne rendoient pas encore raison de tout ; Ptolémée fut quelquefois obligé de rendre variable l'inclinaison de l'épicycle sur l'excentrique, par un mouvement de libration ou d'oscillation. Cette idée étoit ingénieuse, mais il étoit peu vraisemblable que les choses se passassent ainsi. Quand on veut expliquer les faits de la nature, en multipliant les secours, on est sûr de s'éloigner d'elle, & il y a moins de mérite & de génie dans les explications : il faut faire, comme elle, beaucoup avec peu de chose.

Au reste, on doit la justice à Ptolémée, qu'il a senti la complication & les défauts de ce systême ; il a cru devoir s'en excuser. Il pense qu'il est difficile d'expliquer ces grands phénomènes par des raisons vulgaires & sensibles, & d'appliquer à ces corps divins ce que nous connoissons des mouvemens terrestres. » Qu'y a-t-il en effet, dit-il, de plus différent des » choses célestes, des choses qui restent toujours dans le » même état que les choses terrestres, que celles qui sont » dans une vicissitude continuelle, & que le moindre obstacle » dérange. Il faut donc tenter de représenter les mouvemens

» des aſtres par les ſuppoſitions les plus ſimples, & ſi elles ne » ſuffiſent pas, par des ſuppoſitions poſſibles; car ſi l'hypo- » thèſe rend raiſon de chacune des apparences, pourquoi la » complication qu'elle ſuppoſe n'auroit-elle pas lieu dans la » nature? Devons-nous juger de tout cela par l'idée que nous » avons de la ſimplicité? Les hommes même en ont-ils une idée » exacte & préciſe, puiſque ce qui eſt ſimple pour les uns, » ne l'eſt point pour les autres? » Ce raiſonnement eſt aſſez philoſophique; il n'y a de trop que le préjugé de la divinité des aſtres. Sur une matiere auſſi neuve que l'étoit alors la théorie du mouvement des planetes, nous pourrions aujourd'hui nous tromper comme Ptolémée, & peut-être ſans nous en douter comme lui. On avoit ſans doute reproché à Ptolémée ce qu'on reprocha depuis à Newton, que ſon hypothèſe n'étoit point phyſique, & l'aſtronôme Egyptien répondit alors comme le géometre Anglois; *connoiſſez-vous aſſez la nature pour exclure des loix nouvelles?* Mais l'épreuve des ſiecles, les obſervations délicates qui ſont la pierre de touche des ſyſtêmes, parce qu'elles approchent la vérité de plus près, ont détruit le ſyſtême de Ptolémée & confirmé les découvertes de Newton.

§. XXII.

Nous avons déjà remarqué (*a*) que le ſilence de Ptolémée ſur le vrai mouvement de Vénus & de Mercure autour du Soleil, découvert par les Egyptiens, étoit extraordinaire. Cicéron & Vitruve en ont parlé plus d'un ſiecle avant Ptolémée; Macrobe & Martianus Capella, venus après lui, en ont également fait mention (*b*); nous ſoupçonnons même que

(*a*) Hiſtoire de l'Aſtron. anc. pag. 171 & 413.

(*b*) Cicér. *Somn Scip.* Vitruve Architec. *Lib. IX, c. 4.* Macrobe, *Comment. in ſomn. Scip. L. I, c. 19.* Martianus Capella, *de Nupt. philol. & Merc. Lib. VIII.*

Sosigènes, dont Ptolémée a pu voir les ouvrages, avoit admis le systême égyptien; & en avoit porté la connoissance à Rome. La source où Sosigènes a puisé en Egypte, devoit être ouverte à Ptolémée comme à lui, pourquoi donc n'a-t-il pas adopté cette explication ingénieuse & vraie des apparences de Vénus & de Mercure? Pourquoi du moins n'en a-t-il pas fait mention dans son livre? Voici ce que nous conjecturons. Outre le mystere dont le college des prêtres Egyptiens enveloppa de tout tems les sciences, & sur-tout les connoissances astronomiques, nous avons pensé (*a*) que la fondation de l'école d'Alexandrie fut une source de jalousie entre les membres de ces deux établissemens royaux, entre les prêtres qui ne se voyoient plus protégés comme auparavant, & les astronômes Grecs qui commençoient à l'être. Les progrès que l'astronomie fit entre leurs mains, redoublerent l'envie, en leur donnant une supériorité décidée. De-là on peut conclure affirmativement que le college des prêtres n'eut garde d'ouvrir à Hypparque & à Ptolémée les dépôts, renfermés dans les labyrinthes & dans ces fameuses syringes, où étoient les colonnes & les pierres chargées des connoissances astronomiques. Ajoutons que par la négligence des prêtres & l'ignorance où ils étoient tombés du tems de Strabon, la connoissance de la langue hyéroglifique étoit perdue, & qu'Hypparque, Ptolémée, les prêtres eux-mêmes, auroient peut-être été bien embarrassés pour en déchiffrer les caracteres. En conséquence nous voyons que d'un côté la connoissance de cette découverte des Egyptiens peut avoir transpiré, avoir été recueillie par les philosophes qui ont voyagé en Egypte, ou plutôt portée à Rome par Sosigènes; & que de l'autre côté les observations, qui

(*a*) Hist. de l'Astron. anc. p. 181.

avoient fondé cette découverte, étant ou inaccessibles aux astronômes Grecs, ou devenues inintelligibles, Hypparque & Ptolémée ont pu regarder l'opinion dépouillée de cet appui comme une erreur vulgaire; opinion que Ptolémée a rejetée d'autant plus volontiers, qu'elle détruisoit ses hypothèses, ou du moins leur ôtoit cette uniformité & cette généralité d'explications qui fait le mérite d'un systême. Mais, dira-t-on, si Ptolémée, comme il n'est guères possible d'en douter, a connu l'explication que les anciens Egyptiens donnoient du mouvement de Vénus & de Mercure, n'étoit-il pas assez éclairé pour être frappé de sa simplicité & de sa justesse? C'est que Ptolémée sentoit par une espece d'instinct qu'il y avoit des loix générales pour le mouvement des planetes, & que leurs théories devoient être uniformes; il voyoit que ces planetes devoient toutes tourner autour du même centre; & n'ayant pu imaginer que les trois supérieures tournassent autour du soleil, il pensa que les deux autres, par cette loi d'uniformité, devoient circuler autour de la terre. D'ailleurs il ne pensoit pas qu'un centre de mouvement pût être en mouvement lui-même, & il auroit cru absurde de faire mouvoir des planetes autour du soleil, qu'il mettoit en mouvement comme les autres. Ayant une fois rejeté cette opinion, malgré tout ce qu'elle peut avoir de séduisant, il n'a pas dû opposer sa simplicité à des hypothèses dont il excusoit la complication. Plus il en a senti le mérite, moins il aura voulu en parler dans son ouvrage, par la crainte d'inspirer de la défiance, ou tout au moins de l'incertitude à ses lecteurs. Voilà les motifs de son silence.

§. XXIII.

Ptolémée confirma la découverte qu'Hypparque avoit faite

du mouvement des étoiles en longitude, ou plutôt de la rétrogradation des points équinoxiaux. Il paroît que ce fut lui qui évalua ce mouvement à raison d'un degré en cent ans. Il fit quelques changemens aux 49 constellations; il les réduisit à 48. Il parle de la chevelure de Bérénice, mais sans en faire une constellation séparée. Une omission plus remarquable est celle d'Antinoüs, le mignon d'Adrien, à qui cet Empereur fit rendre les honneurs divins. Ce culte étoit abominable: toute flatterie même, à l'égard d'une passion folle & dépravée, est également lâche & infâme; il est horrible qu'on ait eu l'idée de placer parmi les étoiles & dans le ciel le souvenir de cet indigne amour. Mais si jamais les hommes, & sur-tout les grands hommes, qui devroient être incapables de pareilles bassesses, ont pu être excusables de s'en souiller, c'est du vivant d'Adrien. C'est donc certainement à cette époque qu'Antinoüs a été placé dans le ciel, où les modernes l'ont conservé. C'est le tems où vivoit Ptolémée; cependant, ainsi que la chevelure de Bérénice, il n'en a point fait une constellation séparée; il dit seulement: *étoiles informes auprès de l'Aigle, parmi lesquelles est Antinoüs.* Qui est-ce qui a pu écrire le nom d'Antinoüs dans le ciel, si ce n'est Ptolémée? Mais si c'est une adulation de sa part, pourquoi n'en a-t-il pas fait réellement une constellation? Pourquoi n'en parle-t-il qu'en passant? Seroit-ce qu'Adrien étant mort un an avant que Ptolémée dressât son Catalogue, ce grand homme, honteux de ce qu'il avoit fait, n'osa ni effacer tout-à-fait sa flatterie, en n'en parlant pas, ni la consacrer à la postérité, en donnant ce nom à une constellation. Ses expressions semblent dire, voilà le lieu du ciel où j'avois eu la lâcheté de placer Antinoüs.

§. XXIV.

Ptolémée a très-bien connu la réfraction, & nous en avons des témoignages certains, quoiqu'il n'en parle pas dans l'Almageste. Cet astronôme avoit composé un traité d'optique qui ne nous est point parvenu, où il détailloit les effets de ce phénomène. L'Arabe Alhazen cite ce traité, qui existoit encore de son tems (*a*). Nous devons dire un mot ici de la théorie de la réfraction. Quoique la lumiere soit infiniment subtile, quoiqu'elle échappe à tous nos sens, excepté celui de la vue, elle est un corps dont la présence nous fait appercevoir tous les autres. Elle se réfléchit sur eux pour annoncer leur existence, en frappant doucement notre organe ; elle les pare des couleurs qu'elle récele : en se divisant elle même, elle distribue diversement les nuances, pour varier la face de la terre, pour la rendre vivante & gaie. Sans la lumiere, l'homme, avec des besoins qu'il auroit peine à satisfaire, au milieu des dangers qu'il ne pourroit prévoir, seroit triste & mélancolique comme la nature; il n'existeroit que dans l'étroite étendue de ses autres sens, & seroit presque solitaire au milieu des êtres vivans. Mais ce présent de la lumiere, en embellissant tout ce que l'œil nous fait voir, nous expose à des erreurs; la lumiere & la vue nous trompent, comme toutes les choses qui nous rendent heureux. La lumiere agit par un choc, le nerf ébranlé porte à l'ame la sensation de l'objet ; mais comme l'homme n'agit, ne frappe sur un corps éloigné que par le moyen d'un corps intermédiaire, toutes les fois qu'il a la sensation d'un objet éloigné, il se représente un corps long & assez délié pour n'être pas apperçu, ou une suite

(*a*) *infrà*, Eclaire. Liv. IV, §. 30.

de

de petits corps contigus en ligne droite, qui joignent l'objet à l'organe. Voilà l'idée que nous avons du rayon de lumiere, qui nous fait voir, & que nous avons nommé *le rayon visuel*. Nous plaçons nécessairement les objets dans la direction & à l'extrémité de ce rayon; c'est le principe de nos jugemens & la source de quelques erreurs. Cela est toujours vrai, la lumiere se propage toujours en ligne droite, lorsqu'elle traverse un même corps, tel que le verre, ou lorsqu'elle se meut dans un fluide homogène, tel que l'air, l'eau; fluide que les Physiciens sont convenus de nommer en général un *milieu*. Mais lorsqu'elle passe d'un de ces milieux dans un autre, de l'air dans l'eau, ou de l'air dans le verre, il faut qu'elle se présente suivant la perpendiculaire à la surface, pour ne point changer sa direction. Dans tout autre cas, la nature, par une cause long-tems inconnue & réservée à Newton, a voulu qu'elle changeât sa route pour s'approcher, ou s'éloigner de cette perpendiculaire. Cette loi est celle qui produit la réfraction. Le fluide, l'air grossier qui environne la terre ne s'éleve qu'à une médiocre distance de sa surface; au-delà de cette atmosphère, l'espace immense étendu jusqu'aux astres, qui lancent & réfléchissent la lumiere, est ou entierement vide, ou, ce qui est plus vraisemblable, rempli d'un fluide infiniment subtil. La lumiere envoyée vers nous, s'y meut librement; mais arrivée aux confins de notre atmosphère, la loi de la nature la plie, change sa route, & nous qui, en la recevant, jugeons de l'objet dans la direction du rayon visuel, nous nous trompons de toute la différence de sa route premiere à sa route nouvelle. Cette différence est l'effet de la réfraction.

§. XXV.

Nous avons vu que Possidonius avoit tenté d'expliquer la

grandeur du ſoleil à l'horizon par les rayons, qui ſe briſent, ou ſe réfractent en entrant dans l'atmoſphere; qu'il avoit même apperçu que cet effet dépendoit de la denſité du milieu. Il appliquoit mal l'effet de la réfraction, mais il ne l'ignoroit pas. La premiere connoiſſance n'en appartient donc pas à Ptolémée. Cléomede a été plus loin; il a penſé que le rayon de lumiere, en ſe courbant dans l'atmoſphere, pouvoit élever le ſoleil, & nous le montrer encore, quoique déjà deſcendu ſous l'horizon. Ainſi voilà l'effet de la réfraction agiſſant dans le ſens vertical bien connu & bien annoncé. Ptolémée l'avoit ſans doute développé en aſtronôme plus inſtruit que Cléomede. Ce qui a retardé l'application de cet élément aux obſervations aſtronomiques, c'eſt qu'on ne l'a découvert que par les phénomènes, qui ont lieu à l'horizon, par le phénomène de la grandeur extraordinaire du ſoleil & de la lune, ou par celui de la lune ſe levant éclipſée, avant le coucher du ſoleil. Ptolémée lui-même avoit remarqué que les diſtances réciproques des étoiles paroiſſoient plus grandes à l'horizon qu'au milieu du ciel (*a*); phénomène abſolument ſemblable à celui de la grandeur des aſtres à l'horizon. Il étoit donc naturel de penſer que l'effet de la réfraction ſe bornoit là. Ce préjugé a ſubſiſté aſſez long-tems, puiſqu'au commencement du dernier ſiecle, on ne croyoit pas que la réfraction s'étendît au-delà de 45 degrés de hauteur (*b*) Il paroît que les anciens n'obſervoient les aſtres qu'au méridien & vers le milieu du ciel; en conſéquence à Alexandrie, où le ſoleil au méridien n'eſt jamais vu plus bas que 36 degrés, & les autres planetes peu au-deſſous, on n'a point dû ſentir la néceſſité d'employer la réfraction aſtronomique. Elle eſt déjà fort petite

(*a*) Almag. *Lib. IX, c.* 2.

(*b*) *Infrà*, Tome ſecond.

à cette hauteur, & moindre que l'erreur des inſtrumens anciens. Les Arabes & les Perſes, qui n'étoient pas beaucoup plus éloignés de l'équateur que les aſtronômes d'Alexandrie, ont été dans le même cas. Ce n'a été qu'en obſervant dans des pays plus ſeptentrionaux, ſous une plus grande inclinaiſon de la ſphère, que la réfraction a affecté ſenſiblement ces obſervations. Voilà pourquoi l'uſage de la réfraction fut réſervé à Waltherus & à Tycho.

§. XXVI.

On doit faire honneur à Ptolémée de la ſaine opinion qu'il eut ſur la cauſe de la grandeur des aſtres à l'horizon. Il connut aſſez bien la réfraction, pour voir qu'elle élevoit preſque également les deux bords du ſoleil, & que par conſéquent elle ne pouvoit l'aggrandir. Nous diſons *preſque*, parce qu'en effet la réfraction devient toujours de plus en plus petite, à meſure que l'aſtre s'éloigne de l'horizon : or, comme l'un des bords du ſoleil eſt toujours plus haut que l'autre de toute l'étendue du diſque, il eſt plus éloigné de l'horizon, & moins élevé par la réfraction, que le bord inférieur, qui par-là ſe rapproche de lui ; de ſorte que l'effet réel de la réfraction eſt d'accourcir le diametre, de diminuer la grandeur apparente du ſoleil, au lieu de l'augmenter. Voilà ce qui fut encore remarqué par Ptolémée, mais ce n'eſt point le fruit de l'expérience, la quantité eſt trop petite pour avoir été meſurable alors par les inſtrumens ; c'eſt une vue de l'eſprit. Puiſque la réfraction n'amplifie pas les diſques des aſtres, il falloit en chercher une autre cauſe. Ptolémée la trouva dans une métaphyſique aſſez fine. Nous n'avons une idée des diſtances inconnues que par les diſtances qui nous ſont familieres. C'eſt donc par celles de la terre, quoique très-bornées, que

nous jugeons des diſtances céleſtes. Mais les diſtances terreſtres, & que nous avons parcourues, ont, toutes petites qu'elles ſont, une grandeur impoſante qu'elles tiennent de notre foibleſſe. Lorſque nous comparons ces diſtances aux diſtances céleſtes par le moyen des inſtrumens, nous avons des réſultats exacts; mais lorſque nous établiſſons la comparaiſon ſur le rapport de nos ſens, l'erreur de ce rapport, l'illuſion de l'eſprit ſe répand ſur les deux objets de la comparaiſon, & la fauſſe idée de grandeur paſſe de l'un à l'autre. Ptolémée penſa que la grandeur apparente des aſtres à l'horizon étoit une erreur, produite par deux jugemens tacites de l'ame. Quand le ſoleil & la lune ſont à l'horizon, il ſe trouve entr'eux & nous beaucoup d'objets interpoſés, nous connoiſſons les diſtances de ces objets; celle de l'aſtre, eſtimée par ce module, nous ſemble très-grande; & en conſéquence de ce premier jugement, l'objet, ſans changer de grandeur réelle, nous paroît plus grand, en raiſon de ce que nous le jugeons plus éloigné. Lorſque les aſtres s'élevent à une certaine hauteur, ils ſont loin de l'horizon, & de toute eſpece de module; il n'exiſte entr'eux & nous que le vide de l'eſpace, ſur lequel l'imagination n'a point de priſe, & nous le jugeons plus près. Cette cauſe ingénieuſe, la ſeule vraiſemblable, & ſans doute la vraie, a été renouvelée par le P. Mallebranche; mais on voit qu'elle étoit plus ancienne, & qu'elle appartient à Ptolémée.

§. XXVII.

Le traité d'optique de Ptolémée devoit être un bon ouvrage, ſi l'on en juge par ce que nous venons de citer ſur la réfraction. Il eſt ſingulier qu'il ait abſolument diſparu. Ce livre exiſtoit au onzieme ſiecle où vivoit Alhaſen, & au treizieme où a

fleuri Roger Bacon. Il a donc péri depuis le regne de S. Louis où les lettres commençoient à renaître, tandis que les ouvrages des deux autres ont été conservés. Alhazen, qui paroît l'avoir copié, aura peut-être contribué à sa perte; l'on pouvoit alors aisément faire disparoître son original, les manuscrits étoient rares & faciles à détruire. Aujourd'hui les livres ne meurent que par leur faute.

Un ouvrage d'une importance considérable, que nous devons encore à Ptolémée, est sa géographie. Ce livre est pour cette science ce que l'Almageste est pour l'astronomie. Il y donne la position de tous les lieux alors connus, désignés par longitudes & par latitudes, suivant la méthode d'Hypparque. Ce travail, à ne le regarder que comme compilation, n'étoit pas si facile alors qu'il peut l'être aujourd'hui. Il est vrai que la fameuse bibliotheque d'Alexandrie offroit de grands secours : mais les recherches ont dû être immenses; il a fallu beaucoup de critique. Les voyageurs anciens ne marchoient pas avec des instrumens : toute la géographie étoit fondée sur leurs récits, sur des ouï-dire qu'il falloit opposer & corriger les uns par les autres. La vie d'un homme n'auroit pas suffi à cette entreprise, s'il eût été le premier auteur de ce genre. Cette géographie a dû être précédée de plusieurs autres ouvrages, que Ptolémée a renfermés dans son vaste recueil, & qui sont disparus par leur inutilité, comme ceux qui ont précédé l'Almageste. On voit que Ptolémée pensoit & faisoit tout en grand: sa géographie est le cadre dans lequel on a renfermé la description de la terre. Les modernes n'ont eu qu'à corriger ses déterminations. Aujourd'hui que la face de l'univers est changée, que les mêmes villes & les mêmes empires n'existent plus, il sert encore à retrouver leurs positions & leurs limites.

§. XXVIII.

Il est aisé de voir que peu d'hommes ont autant travaillé que Ptolémée, & sur des objets plus importans. Il a embrassé la chronologie, la musique, l'optique, la gnomonique, après avoir été le législateur de l'astronomie & de la géographie. On a dit qu'il n'étoit point observateur; mais il est plus aisé de le dire que de le prouver (*a*). Ce qui est incontestable, c'est qu'il a bien mérité de l'astronomie. Son Almageste entier ne lui appartient pas; nous l'avons dépouillé pour rendre justice à Hypparque; mais cet ouvrage indique un esprit vaste : il reste encore assez à Ptolémée pour en faire un très-grand homme. Ce n'est point sans génie qu'on occupe de ses travaux le monde savant pendant quatorze siecles. En rendant cette justice à Ptolémée, après avoir dit ses défauts & ses torts, nous croyons tenir exactement la balance entre les Arabes, les premiers astronômes Européens qui l'ont trop loué, & les modernes qui l'ont trop déprimé. Ce grand astronôme mourut, dit on (*b*), âgé de soixante-dix-huit ans. On rapporte qu'étant invité à la table d'un Roi, il refusa, disant *que les Rois ressemblent à ces tableaux, qui sont faits pour être vus de quelque distance* (*c*).

§. XXIX.

La gloire de l'école d'Alexandrie finit avec Ptolémée. Cette école subsista encore pendant cinq siecles; elle conserva sa réputation, mais elle ne fit rien pour l'astronomie. On n'y trouve plus que des commentateurs, qui se traînent à la suite

(*a*) Eclaire. Liv. IV §. 34.
(*b*) Gassendi, *in vitâ Peiresch.*
(*c*) Riccioli, Almagest. Tome I, p. XLIII.

d'Hypparque & de Ptolémée. Le mérite astronomique fut borné à entendre & à expliquer leurs ouvrages ; jusqu'aux Arabes qui reprirent le sceptre de cette science.

On trouve dans ces tems stériles Hipsicles, Julius Firmicus, Théon le jeune, qui fut observateur, & qui a marqué son existence, en nous laissant quelques observations. Hypatia, sa fille, distinguée par un sexe qui orne tous les talens, avoit dressé des tables astronomiques. Hésychius (*a*) raconte qu'elle fut massacrée & déchirée par les habitans d'Alexandrie, jaloux de sa gloire. Les envieux modernes épargnent au moins la vie, en déchirant la réputation. Mais ce n'est point à l'envie que ce crime doit être attribué ; elle périt dans une sédition : on la massacra, parce qu'on soupçonnoit qu'elle étoit la cause de la mésintelligence, qui régnoit entre S. Cyrille, patriarche d'Alexandrie, & le gouverneur Oreste (*b*).

On peut nommer encore l'évêque Synesius, auteur d'un planisphère ; Thius, qui fit quelques observations ; le philosophe Simplicius, commentateur d'Aristote ; Achilles Tatius, Rufus Sextus Avienus, qui expliquerent Aratus ; Pappus, Proclus & Boëce, qui avoient travaillé sur l'Almageste. Boëce étoit Romain & homme consulaire ; il avoit fait une traduction de l'Almageste qui a été perdue (*c*). Son talent dans la mécanique & dans la gnomonique est connu par une lettre de Théodoric, Roi des Goths, qui lui demande deux horloges pour le Roi de Bourgogne ; l'une solaire, qui donnât l'heure par les rayons du soleil, l'autre hydraulique, qui servît pour la nuit. » Je veux, dit-il, que vous soyez connu chez » les peuples où vous ne pouvez aller, & qu'ils sachent que

(*a*) Hesychius, *de Philosoph.*
(*b*) Socrate, Hist. ecclésiast. *L. VII, c.* 13.
(*c*) Cassiodore, *Lib. I, Variar. Epist.* 45.

» nous avons des hommes d'une naiſſance diſtinguée, qui » valent bien les écrivains anciens dont on admire les ou- » vrages ». Cependant le prince, après l'avoir loué, le fit périr. On ne ſait ſi ce fut parce que Boëce avoit l'eſprit trop républicain, ou ſi ce fût à cauſe de l'arianiſme dont Théodoric étoit infecté, & contre lequel Boëce ſe déchaîna. Les conquérans ſont féroces. Quand on approche les lions, il faut craindre leur réveil.

§. XXX.

Depuis l'établiſſement de la religion chrétienne, l'égliſe ayant réglé qu'on célébreroit la fête de Pâques le premier dimanche après la pleine lune, qui tombe le jour de l'équinoxe du printems, ou qui ſuit cet équinoxe, on eut beſoin de l'aſtronomie pour régler d'avance & annoncer le tems de cette fête. Des évêques, peu inſtruits dans ce genre, ſe ſervirent d'abord de l'octaétéride de Cléoſtrate & d'Harpalus (*a*), ou de la période de huit ans, qui étoit en erreur d'un jour & demi, en ſorte qu'après vingt de ces périodes, la pâque devoit s'écarter d'un mois (*b*). Il étoit important de connoître d'avance le jour, où tombe la pleine lune qui regle cette fête; il étoit encore plus eſſentiel de l'indiquer pour un jour, qui ne s'écartât point de la regle établie par l'égliſe. Anatolius, qui vers l'an 270, avant d'être évêque de Laodicée, fut à Alexandrie le chef de l'école Péripatéticienne, penſa que le cycle de Méton, la période de dix-neuf ans, qui ramene les pleines lunes aux mêmes jours du mois, offroit à cet égard les avantages qu'on pouvoit deſirer.

(*a*) Hiſt. Aſtr. anc. p. 223.

(*b*) Mém. Acad. ſcien. T. VIII, p. 354.

Il appliqua ce cycle à la détermination du tems pascal, & il en fixa le commencement au 22 Mars de l'an 276 de notre ère. Ce fut un service important qu'il rendit au calcul & au calendrier ecclésiastique. Avec ce cycle, dans lequel les phases de la lune arrivent à des jours marqués, & dans un ordre, qui revient à-peu-près le même au bout de dix-neuf ans, on fut en état d'annoncer la pâque.

En conséquence, le Concile de Nicée régla que l'évêque d'Alexandrie, qui siégeoit dans une ville savante, seroit chargé de déterminer le jour où on devoit célébrer la Pâque, & de l'indiquer à tous les évêques par des lettres circulaires (*a*). C'est alors que les prélats établirent leur calcul sur le calendrier alexandrin, & choisirent, pour époque du cycle de dix-neuf ans, la nouvelle lune arrivée à midi à Alexandrie le 28 Août, qui précéda l'avénement de Dioclétien à l'empire. Ce jour étoit le dernier du calendrier alexandrin. Depuis le regne d'Auguste, où l'année avoit cessé d'être vague, elle commençoit le 29 Août. La premiere année du cycle fut aussi la premiere du regne de Dioclétien (*b*); d'où vient l'ère de Dioclétien, dont les chrétiens firent usage pendant quelques siecles.

§. XXXI.

Denis, surnommé *le Petit*, en suivant l'idée d'Anatolius, introduisit, dans l'église romaine, un nouveau cycle de cinq cent trente-deux ans pour la détermination de la pâque. Cette période est composée de vingt-huit cycles lunaires de dix-neuf ans. Ce nombre vingt-huit est celui des années d'un cycle,

(*a*) Petau, *Doct. temp.*

(*b*) Cassini, Mém. Ac. Sc. T. VIII, p. 355.

appelé *cycle solaire*. Il a l'avantage de ramener les mêmes jours de la semaine aux mêmes jours du mois & de l'année Julienne. Nous ne croyons pas que Denis ait employé ici beaucoup de savoir astronomique. Il est clair qu'il a voulu trouver une période, qui ramenât les nouvelles & les pleines lunes aux mêmes jours de la semaine & du mois; il a vu qu'il suffisoit de multiplier les deux cycles de dix-neuf & de vingt-huit ans l'un par l'autre. Mais cette période n'est pas exacte; en 532 ans les années juliennes excedent les vraies années solaires de quatre jours entiers, & la lune s'écarte de deux jours (*a*). Elle seroit moins en erreur, si l'année étoit telle qu'Hypparque l'a déterminée, & telle que Denis pouvoit la connoître. C'est ce chronologiste, qui en 527 établit pour époque l'année de la naissance de J. C.: ce qui depuis lui a été suivi par toutes les nations chrétiennes.

Il y avoit encore alors une petite période de quinze ans, qui est celle des indictions. On ne connoît gueres ni son objet, ni même le tems où son usage a commencé. On présume qu'elle est dûe à un tribut, levé sous les Empereurs Romains pour la subsistance des anciens soldats, qui avoient servi quinze ans (*b*). On ne s'en sert plus que dans les actes de la Cour de Rome. Elles commencent le premier Janvier 313. Ce sont ces trois especes de périodes que Scaliger, en suivant l'idée de Denis le Petit, a imaginé de multiplier l'une par l'autre. Il en résulte un nombre, une période de sept mille neuf cents quatre-vingts ans, qu'il a nommée *période julienne*, dans laquelle il n'y a pas deux années, qui ayent les mêmes nombres pour les trois cycles; & lorsqu'elle est achevée, les trois cycles recommencent ensemble dans le même ordre.

(*a*) *Ibidem*, p. 350.

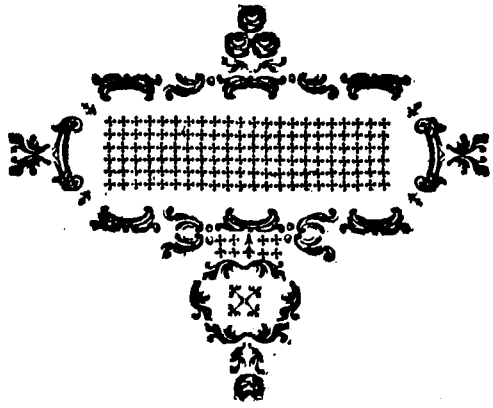
(*b*) Encyclopédie, art. Indiction.

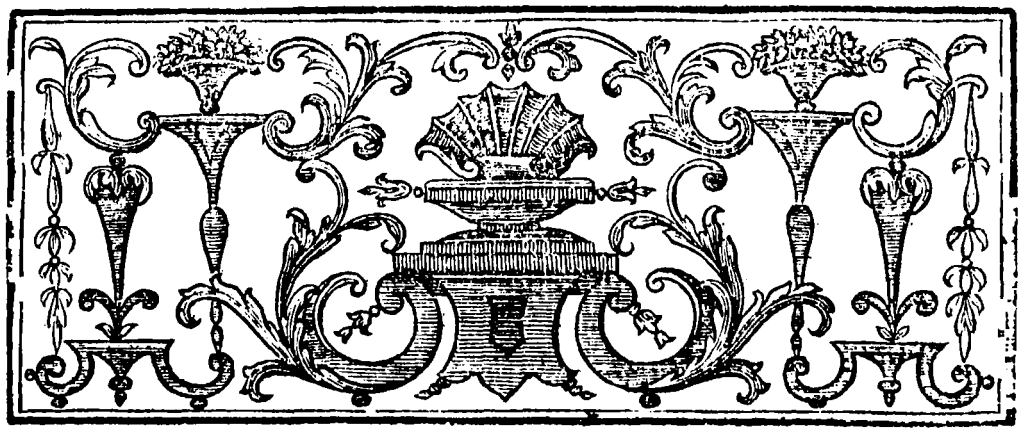
Elle eſt ſuppoſée commencer quatre mille ſept cent treize ans avant notre ère, & elle ne finira que l'an trois mille deux cents ſoixante-ſept. Scaliger a propoſé cette période comme une meſure univerſelle, à laquelle on pouvoit rapporter toutes les autres périodes, toutes les époques & les chronologies des différens peuples connus : ſon étendue lui donne en effet cet avantage. Pluſieurs aſtronômes en ont fait uſage : nous en avons parlé ici, à l'occaſion de la période de Denis, pour ne pas revenir ſur cette matiere.

§. XXXII.

Vers le milieu du ſeptieme ſiecle de notre ère, le mahométiſme, établi dans l'Arabie, ayant inſpiré le fanatiſme, le zele des converſions, & le deſir des conquêtes aux très-anciens habitans de cette partie du monde, les Arabes entrerent en Egypte, ſoumirent Alexandrie, & détruiſirent le plus beau monument de l'antiquité, cette fameuſe bibliotheque, qui renfermoit les tréſors du génie & de l'érudition. Envain un philoſophe, Philoponus, conjura Amrou, général des Arabes, de la conſerver ; le Calife Omar conſulté, répondit ; *ſi ces livres ſont conformes à l'Alcoran, ils ſont inutiles ; s'ils lui ſont contraires, ils ſont déteſtables.* On pourroit croire que la politique a dicté cet arrêt ; mais la foi d'une religion nouvelle ne connoît point cette politique, & la réponſe n'eſt que barbare. Cette précieuſe collection ſervit pendant plus d'un an à chauffer les étuves d'Alexandrie. Quelques manuſcrits échapperent ſans doute, mais ils n'ont ſervi qu'à faire regretter les autres. Les ſciences & les lettres périrent avec la bibliothèque ; & cette école célebre, fondée deux cents quatre-vingts ans avant J. C., finit l'an ſix cents

quarante-deux, après avoir brillé pendant trois ou quatre ſiecles depuis Ariſtarque juſqu'à Ptolémée, & avoir ſubſiſté depuis lui, pendant cinq cents ans, mais avec moins d'éclat.





HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE SIXIEME.

Des Arabes, des Persans & des Tartares modernes.

§. I.

Les barbares sont comme les enfans qui détruisent tout, regrettent bientôt ce qu'ils ont détruit, & pleurent ce qu'ils ont perdu. Les Arabes, après avoir brûlé la bibliothèque, dispersé les savans d'Alexandrie, lorsqu'un siecle fut à peine écoulé, commencerent à desirer la lumiere des sciences & des lettres; ils vinrent puiser ces lumieres à Alexandrie, à la source même où ils avoient cherché à les éteindre. Ils remuerent les cendres qu'ils avoient amoncelées, & ils recueillirent les restes échappés au feu & à leur barbarie.

Les Arabes ſont très-anciens : ſi nous ne les avons pas rangés dans l'hiſtoire de l'aſtronomie, à la date d'une plus haute antiquité, ce n'eſt pas que la leur n'égale peut-être celle des autres peuples; mais nous avions trop peu de choſe à en dire. Ils ont régné à Babylone depuis l'an 2283, juſqu'à l'an 2068 avant J. C. (*a*). C'étoit ſans doute par droit de conquête ; ce qui prouve qu'ils étoient dès-lors un peuple nombreux & puiſſant. L'aſtronomie des Arabes ſe bornoit preſque à la connoiſſance des étoiles ; mais cette connoiſſance étoit déjà très-étendue. M. Hyde a remarqué que dans aucune langue du monde les noms des étoiles ne ſont auſſi nombreux (*b*). Il n'y a preſque point d'étoiles, qui n'ayent un nom particulier. L'antiquité de ces noms eſt prouvée par la ſource d'où on les a tirés ; ce ſont les troupeaux, la vie paſtorale & le premier état de tous les hommes, dont les Arabes ont conſervé les inſtitutions plus long-tems que les autres peuples. On peut croire que leur langue & ces noms d'étoiles ont à-peu-près la même date.

§. II.

On compte trois eſpeces d'Arabes, les Arabes purs ou primitifs, les Moſtarabes, & les Arabes modernes. Les Arabes purs ſont les premiers habitans du pays. Quand Iſmaël, fils d'Abraham, vint s'y établir, ſes deſcendans ſe croiſerent avec les naturels, & de-là vinrent les Arabes mêlés ou Moſtarabes; les Arabes modernes ſont le même peuple, mais conſidéré depuis l'établiſſement du mahométiſme, depuis les conquêtes & l'énorme puiſſance dont il étonna l'univers. Les Arabes ne

(*a*) Sincelle, Aſtron. anc. p. 357.

(*b*) Commentaire ſur les tables d'Ulug-Beg, p. 4.

remontent pas, dans leurs généalogies, jusqu'à Ismaël, ils s'arrêtent à Adnan, l'un de ses descendans, & tout curieux qu'ils sont de leurs races, ils ne savent rien au-delà de cette antiquité (*a*).

Les Arabes en général rendoient un culte aux étoiles; de là on peut inférer que ce culte, & la connoissance des astres qu'il suppose, appartiennent aux Arabes primitifs, qui ont précédé Ismaël & Abraham. Il n'est guères probable que la famille d'Ismaël ait apporté cette idolatrie dans l'Arabie; elle ne pouvoit y faire connoître que le vrai Dieu, qui s'étoit manifesté à Abraham, ou le culte du feu, établi dans le pays qu'elle quittoit.

§. III.

Parmi les astres que les Arabes adoroient, Abulpharage (*b*) cite le soleil, la lune, Jupiter, Mercure, & les étoiles Aldebaran, Canope, Sirius. S'il n'a point cité Mars & sur-tout Vénus, qui a tant d'éclat, c'est sans doute par ignorance; car sans considérer Vénus comme la mere du Dieu qui anime la nature, la plus brillante des planetes devoit avoir part à leurs hommages. Le même historien prétend que ces anciens Arabes n'étoient point un peuple grossier; ils cultivoient la poësie & les lettres. Quant à l'astronomie, ils s'occupoient du lever & du coucher des étoiles; ils faisoient attention à celles qui sont opposées, les unes se levant tandis que les autres se couchent; ce qui prouve qu'on avoit quelque connoissance de leurs positions respectives. Nous pourrions même en inférer encore que les Arabes s'occupoient de la recherche du mouvement du soleil; car c'est par le moyen des étoiles, qui se levent

(*a*) Herbelot, Bibliot. orient. p. 120. (*b*) Hist. Dinast. p. 101.

au moment où il se couche, qu'on a pu parvenir d'abord à marquer à-peu-près son lieu dans l'écliptique. Ils connoissoient encore, dit Abulpharage, l'influence des étoiles sur l'atmosphere & sur les intempéries des saisons; c'étoit le fruit d'une longue expérience (*a*). On trouve partout cette recherche du retour des mêmes intempéries par les étoiles. Le mouvement de la lune régloit leur calendrier; leurs mois étant alternativement de 29 & de 30 jours, & leur année de 354, selon la maniere de compter vulgaire & en nombres ronds; mais plus exactement ils remarquoient qu'en 30 ans il falloit ajouter 11 jours; d'où on voit que leur année lunaire étoit de $354^{j}\ 8^{h}\ 48'$. Ils intercaloient un jour à mesure que les fractions de jour s'accumuloient. Cette année étoit plus courte de $39''$ que celle d'Hypparque & de Ptolémée. On ne peut douter qu'elle ne fût plus ancienne, & qu'elle ne leur fût propre. Ce n'étoit point ainsi que comptoient les Chaldéens, les Egyptiens, ni les Indiens, qui tous faisoient usage d'une année solaire. Celle qui est réglée par la lune annonce des peuples nomades & pasteurs, c'est l'indice de leur origine; mais lorsqu'ils conservent cette forme d'année dans les villes, où devoient fleurir les arts & s'établir d'autres institutions, c'est la marque de leur ignorance.

§. IV.

Il est cependant un point sur lequel ces anciens Arabes se réunissoient aux autres peuples. On dit qu'ils partageoient l'année en six saisons (*b*). On retrouve à la Chine un exemple d'une division semblable (*c*). Ils avoient donc une mesure de

(*a*) Hist. Dinast. p. 101.
(*b*) Hist. univ. Tome XII, p. 549.
Chardin, Tome V, p. 133.
(*c*) *Infrà*, Liv. VII.

tems

tems de deux mois lunaires ; ce ſont des traces de ces années de deux mois, dont ont fait mention les auteurs Grecs (*a*): en un mot c'eſt la période de 60 jours, qui eſt encore en uſage à la Chine, & qui, par ſon analogie avec la période de 60 ans, établie dans toute l'Aſie, lie les Arabes à tous les peuples de cette vaſte partie du monde. C'eſt le ſeul titre de famille ; mais il ſuffit pour reconnoître la parenté.

On voit cependant que les Arabes avoient quelque égard au mouvement du ſoleil. On trouve chez eux un mois intercalaire appelé *Neſſa* (*b*), qui tous les trois ans les rapprochoit du cours du ſoleil. Ils commençoient le jour civil par la nuit (*c*), comme tous les peuples qui ſe ſont réglés ſur la lune, & dont les mois ſe renouveloient à ſon apparition. Une choſe remarquable, c'eſt que le dernier & le premier de leurs mois étoient conſacrés à la paix. Le premier même, le mois de *Muharran* tiroit ſon nom de la défenſe de combattre. On ne pouvoit venger aucune eſpece d'affront ; quiconque avoit un ennemi étoit en ſûreté pendant ces deux mois (*d*). Un pareil uſage fait honneur au peuple qui l'a établi, & ſurtout au peuple qui ſait l'obſerver. Chez nos peuples policés, mais toujours armés, l'image de la guerre trouble le repos de la paix ; il n'exiſte point de loi, il n'eſt point de tems qui force les hommes de ſe ſouvenir qu'ils ſont freres. Pour ne point trop louer ni des tems qui ne ſont pas à regretter, ni des hommes que nous ſurpaſſons en humanité comme en ſcience, il faut dire que ſi les Arabes ne violoient pas la défenſe, ils ſavoient au moins l'éluder ſouvent, au moyen de l'intercalation du mois qu'ils faiſoient arbitrairement tous les trois ans (*e*); peut-être même

(*a*) Hiſtoire de l'aſtronomie ancienne, pag. 158 & 397.
(*b*) Herbelot, p. 669.
(*c*) Alfergan, p. 3.
(*d*) Golius *ad Alfergan*, p. 5 & 9.
(*e*) Herbelot, p. 431.

le faisoit-on sans nécessité, & le calendrier souffroit des querelles des hommes. Mahomet, qui vouloit établir sa religion par le glaive, les délivra de cet embarras, en permettant de combattre dans tous les tems.

§. V.

Quand Mahomet parut chez ce peuple, encore peu civilisé, la guerre civile, qui s'alluma, développa le courage, le fanatisme y joignit son enthousiasme; ainsi les esprits reçurent tout le mouvement nécessaire au génie. Mais ce génie ne s'annonça d'abord que par la guerre & par les conquêtes : il ne fallut pas moins que la Syrie, la Perse, l'Egypte, les côtes d'Afrique & l'Espagne, pour assouvir l'ambition des Arabes. Ces conquêtes furent rapides, la paix amena le loisir. Les Arabes, libres de se considérer eux-mêmes, s'apperçurent de leur ignorance, & ils sentirent qu'il peut manquer quelque chose aux maîtres de la terre.

Ils étoient heureusement placés pour s'éclairer. Ils avoient au nord le pays des Chaldéens, & non seulement les traditions, qui pouvoient y subsister encore, mais des bibliothèques nombreuses, qui n'ont péri que depuis, & qui renfermoient sans doute des collections précieuses; au levant étoient les Indiens, si anciens dans l'Asie, & qui peut-être possedent la plus grande partie des restes de l'ancienne astronomie; au couchant ils avoient l'Egypte, Alexandrie, & toutes les connoissances dont Hypparque & Ptolémée ont enrichi la science. Ce furent le goût & la protection des Califes, qui appelerent ces connoissances en Arabie. Le goût des princes est toujours créateur. On a remarqué que tous les peuples ont commencé à s'éclairer par leurs souverains. La lumiere descend chez les peuples grossiers; au contraire, elle remonte chez une nation éclairée:

c'eſt que la place éleve toujours l'homme, elle déploye tout ce que la nature a donné; mais lorſque les connoiſſances ſe ſont accumulées, le ſentiment du pouvoir & de la grandeur ne ſupplée ni à l'inſtruction, ni au génie.

§. VI.

Haroun al Raschid, ce Calife, qui a laiſſé une ſi grande réputation dans l'Aſie, donna dans le neuvieme ſiecle à l'Europe des preuves de la perfection des arts chez les anciens. Il envoya à Charles-Magne des ambaſſadeurs & des préſens, parmi leſquels étoit une horloge de léton, d'une exécution admirable pour le tems. Miſe en mouvement par une clepſidre, elle marquoit les douze heures; & il y avoit autant de balles d'airain, qui tomboient ſur un timbre placé au-deſſous; douze portes s'ouvroient pour donner paſſage à autant de cavaliers. Cette horloge indiquoit, dit-on, une infinité d'autres choſes (*a*). Nous avons ſoupçonné (*b*) qu'il ne tomboit qu'une de ces balles à chaque heure, & ſeulement comme un ſignal. Nous penſons que les cavaliers étoient ajoutés pour indiquer le nombre des heures écoulées; de maniere qu'en même tems que la balle avertiſſoit du moment de l'heure, les cavaliers en faiſoient connoître le nombre. Ce goût des figures mouvantes a ſubſiſté long-tems en Europe dans pluſieurs horloges, qui ſont détruites aujourdhui. Les inventions renfermées dans celle-ci démontrent que l'art étoit très-anciennement cultivé. Car les Rois peuvent créer le goût des arts; mais dans les arts mécaniques ſur-tout, la

(*a*) *Ann. Reg. Fran. Pip. Caroli, &c. ad ann.* 807.

Weidler, p. 205.

(*b*) *Suprà*, Liv. II, §. 14.

perfection est l'ouvrage du tems ; & il faut que bien des siecles & plusieurs génies passent pour ajouter une perfection nouvelle à un nombre de perfections.

§. VII.

Vers l'an 800, au commencement du neuvieme siecle, sous les regnes d'Almanzor, d'Haroun al Raschid & d'Almamon, Bagdad devint le centre des connoissances humaines, comme Alexandrie l'avoit été sous Ptolémée. Mais le véritable restaurateur de ces connoissances fut Almamon, fils d'Haroun al Raschid. Il fit plus que son pere, parce qu'il aima & cultiva les sciences qu'Haroun s'étoit contenté de protéger. Il commença à régner l'an 814 de notre ère (*a*). Il eut pour instituteur Jean Mesva, médecin chrétien, que son pere lui avoit donné pour guide dans ses voyages (*b*), & Kessaï, Persan, qui fut toujours auprès de lui dans la plus grande faveur. Nous rapporterons l'anecdote suivante, pour montrer la maniere dont le maître traitoit avec son illustre disciple. Un jour Kessaï se présenta à la porte de l'appartement du prince, pour lui donner leçon ; le prince étoit à table avec ses amis, il écrivit sur une feuille de myrthe un distique, dont le sens étoit : *il est un tems pour étudier, & un tems pour se divertir ; celui-ci est le tems des amis, de la rose & du myrthe qui m'entête.* Kessaï lui répondit, sur le dos de la même feuille, par un quatrain : *si vous aviez compris l'excellence du savoir, vous préféreriez sans doute le plaisir qu'il donne à celui que vous goûtez présentement ; & si vous saviez celui qui est à votre porte, vous vous leveriez aussi-tôt, & vous viendriez, prosterné à terre, louer & remercier Dieu de la grace qu'il vous fait.* Almamon

(*a*) Herbelot, p. 845.

(*b*) Hist. des Mathémat. T. I, p. 342.

quitta ses amis & vint au devant de son maître (a). A travers l'emphase du langage oriental, on peut juger de la considération, alors accordée aux sciences, par la liberté avec laquelle les savans parloient à ces souverains despotiques

§. VIII.

Les Arabes ne sont recommandables que pour avoir été l'entrepôt des sciences, pour avoir conservé le feu sacré, qui se seroit éteint sans eux. Mais s'ils nous ont transmis les sciences, ils nous les ont fait passer à-peu-près telles qu'ils les avoient reçues; à peine une découverte mémorable marque-t-elle leur existence. C'est le sort des peuples qui renouent le fil des connoissances; lorsque la destinée ne leur accorde pas une longue durée sur la terre, ils ne peuvent que resaisir ce qu'on avoit perdu, & n'ont pas le tems d'aller plus loin. L'impulsion qu'Almamon va donner aux Arabes, ne subsistera, même en s'affoiblissant, qu'environ deux siecles. Ce prince avoit rassemblé de toutes parts les savans à Bagdad. Un trait remarquable, & qui fait d'autant plus d'honneur à Almamon qu'il est unique dans l'histoire, c'est qu'au sortir d'une guerre heureuse, en accordant la paix à Michel III, Empereur de Constantinople, il y mit pour condition la liberté de recueillir tous les livres de philosophie, qui se trouveroient dans la Grece, pour les faire traduire en arabe. On haïroit moins les conquérans, s'ils ressembloient à ce Calife. On aime à voir un souverain tirer ce fruit du fléau de la guerre, & lever un tribut de lumieres sur les vaincus. Il confia le travail des traductions aux savans qu'il avoit rassemblés; il y présidoit, les éclairoit lui-même, & prenoit part à leurs disputes (b).

(a) Herbelot, p. 960.

(b) Abulpharage, p. 160.

L'Almagefte, dont fans doute on avoit tiré le texte d'Alexandrie, fut le premier livre traduit.

§. IX.

Le premier élément qu'Almamon fe propofa de vérifier fut l'obliquité de l'écliptique, plufieurs aftronômes s'en occuperent; il fit conftruire exprès de grands inftrumens. Mais nous n'entrerons point ici dans ces détails; nous faifons l'hiftoire de l'efprit humain, nous ne prétendons point le fuivre lorfqu'il revient fur fes pas, lorfqu'il ne fait que réparer fes pertes : ces efforts femblables, répétés chez différens peuples, & plufieurs fois, feroient ennuyeux pour les lecteurs. Nous ne citerons que les faits remarquables, nous rejetons le refte dans nos éclairciffemens. L'entreprife la plus importante du regne d'Almamon fut celle de la mefure de la terre. Les Arabes n'ignoroient pas que Ptolémée donnoit 180000 ftades à l'étendue de la circonférence; ils connoiffoient peut-être les autres mefures de la terre, ou plutôt les transformations d'une mefure unique. Au refte, ces anciennes opérations n'en empêchoient pas une nouvelle : elle paroiffoit néceffaire, comme vérification, au renouvelement de l'aftronomie. Nous fommes toujours perfuadés que nous allons furpaffer nos prédéceffeurs. Cette penfée n'eft feulement pas de notre orgueil, elle tient à la nature des chofes. Dès que l'efprit humain eft en action, il fe perfectionne; en recommençant on fait mieux, en fuccédant on va plus loin; mais cette vérité fuppofe que l'on part du point où nos prédéceffeurs étoient reftés, & qu'en répétant leurs travaux, on a des moyens femblables ou meilleurs : c'eft ce qui manquoit aux Arabes. Nous n'avons point les détails de leur obfervation, nous favons feulement qu'ils ont trouvé le degré de 56 milles deux tiers; & par une exacte évaluation du

mille arabe, nous trouvons que cette longueur du degré répond à 54563 toises : ils se tromperent donc d'environ 2500 toises. Ils ne firent pas mieux qu'Eratosthenes, & beaucoup moins bien que Possidonius & les antiques habitans de la terre, à qui ont doit la mesure primitive & originale. Cependant les Arabes avoient des instrumens, & s'ils n'ont pas approché de la précision de cette mesure originale, c'est que sans doute au tems où elle fut exécutée, on avoit des instrumens meilleurs, & des moyens d'exactitude qui manquoient aux Arabes. Tout nous ramene donc à croire que l'astronomie ancienne & primitive étoit une astronomie très-avancée.

§. X.

Ce que les Arabes adopterent avec plus d'ardeur ce fut l'astrologie judiciaire. Cette erreur est naturalisée dans l'Asie méridionale, où un climat brûlant allume l'imagination, où les desirs excités demandent des espérances, & où l'homme plus foible qu'ailleurs, croit plus aisément ce qu'il souhaite.

Jacob Alkindi, Juif, qui passe parmi nous pour avoir été magicien, fut un astrologue célebre sous le regne d'Almamon. Les Musulmans, jaloux du savoir du Juif, l'accuserent de magie. L'astrologie ne se mêloit pas seulement de l'avenir, mais alors elle embrassoit la divination. On rapporte que s'étant élevé une dispute & un défi entre Alkindi & un docteur Musulman; chacun d'eux fit un cercle autour de soi. Il faut convenir que le cercle tenoit un peu de la magie; on a vu que chez les Chaldéens ces deux prétendues sciences étoient déjà liées : mais au reste les deux adversaires avoient chacun leur cercle, & le Musulman n'avoit rien à reprocher au Juif. Le docteur ayant écrit deux mots sur un papier fermé, le présenta au Calife, & défia Alkindi de deviner ces mots.

L'épreuve étoit difficile ; cependant Jacob, qui étoit sans doute un fripon plus adroit, ayant pris ses livres, ses instrumens, rêva quelque tems, & répondit que le premier de ces mots étoit une plante, & le second un animal. Almamon ouvrit le papier, & y trouva *assa mousa*, verge de Moïse ; ce qui frappa d'étonnement le Calife & tous ceux qui étoient présens. Jacob railla son adversaire confondu. Un disciple de ce docteur, outré de la honte que son maître avoit essuyée, se rendit chez Alkindi avec un poignard caché ; mais Alkindi, bien averti sans doute, lui dit d'une voix terrible : *vous venez pour m'assassiner, quittez ce dessein, ainsi que le poignard que vous portez, & je vous apprendrai l'astronomie.* Cet homme étonné jeta son coûteau, & se rangea au nombre de ses disciples, dont il fut le plus célebre, car cet homme étoit Albumasar (*a*). Cette croyance à l'astrologie, à la magie, à à la divination, fait un contraste singulier avec les connoissances que les Arabes tenoient de l'école d'Alexandrie. Nous avons cru qu'il nous seroit permis de rapporter ces traits qui peignent les mœurs des nations, le caractere des savans du tems, la maniere dont les sciences étoient cultivées, & qui d'ailleurs délassent un peu de la sécheresse des matieres que nous traitons.

§. XI.

Cet Albumasar, qui a joui d'une grande réputation, ne la dût qu'à l'astrologie. Il a fait un traité des conjonctions des planetes, mais c'étoit pour connoître l'instant de la naissance du monde & le tems de sa durée, qui, selon lui, dépendent évidemment de ces conjonctions. Il s'occupa aussi de la durée

(*a*) Herbelot, p. 149.

des

des religions, qui partageoient l'empire de la terre. La religion chrétienne ne devoit ſubſiſter, ſelon lui, que 1460 ans; la religion mahométane 544 (*a*). L'une devoit donc finir l'an 1460, & l'autre l'an 1166 de notre ère. Il n'a pas été plus heureux dans l'horoſcope du menſonge que dans celui de la vérité. On voit que les Arabes ne s'appliquoient à l'aſtronomie que dans la vue de parvenir à la connoiſſance de l'avenir. L'erreur a du moins produit ce bien, que l'aſtronomie a été cultivée. C'étoit la manie & l'eſprit du tems, par lequel un grand homme eſt lui-même entraîné; l'hiſtoire d'Alkindi nous fait voir qu'Almamon donna dans ces rêveries. Il paroît que ce Calife s'occupa auſſi de l'aſtrologie naturelle, ſi anciennement établie dans l'Aſie : il obſerva, dit-on, avec ſoin le retour des vents (*b*). Tout cela prouve que les Arabes, en poſſédant les ſciences, n'en poſſédoient pas encore l'eſprit. Meſſalah, Juif, qui vivoit à Bagdad ſous le regne d'Almamon, penſoit que les étoiles étoient éclairées par le ſoleil; car voulant prouver que cet aſtre eſt plus grand que la terre, il dit (*c*) que s'il étoit égal ou plus petit, l'ombre de notre globe s'étendroit à l'infini, & qu'une partie des étoiles ſeroit éclipſée toutes les nuits. Il n'étoit pas plus avancé que cela.

§. XII.

Voila un exemple des abſurdités que l'ignorance ajoute aux connoiſſances préciſes & vraies. A ce mélange, on reconnoît des commençans, qui balbutient les principes & défigurent les vérités. On ne les accuſera point d'avoir découvert ces vérités; l'altération ſeule leur appartient, & les abſurdités

(*a*) Albumaſar, *de mag. conjunct.* Tr. II, *c.* dernier.
Herbelot, p. 28.

(*b*) Elmacin. Hiſt. des Arab., *L. II*, c. 8.

(*c*) Meſſalah, *de clementis & orbibus*, c. 8, publié à Nuremberg par J. Heller en 1549.

ſont leur ouvrage. Si l'Almageſte ne portoit pas le nom de Ptolémée, ſi nous n'en connoiſſions que la traduction arabe, croirions nous que ce peuple eſt l'auteur des méthodes renfermées dans ce livre, en voyant à côté des principes tant d'applications fauſſes & abſurdes, en voyant les erreurs de l'aſtrologie miſes de niveau avec les regles de la ſaine aſtronomie; & Almamon, le reſtaurateur des ſciences, qui s'étonne de quelques tours d'adreſſe, & daigne être juge de la querelle élevée entre deux prétendus ſorciers: on prononceroit ſans doute que l'Almageſte a été communiqué au Calife & à ce peuple, on diroit qu'il eſt pour eux une ſcience adoptive. C'eſt ſur ce principe que nous avons jugé les Indiens & les Chaldéens, ils n'ont pas été plus inventeurs que les Arabes ne l'étoient alors: avec cette différence que ceux-ci étoient dignes d'être les diſciples des philoſophes d'Alexandrie. Ils entendoient leurs maîtres; ils ſe ſont même honorés depuis par quelque invention, & ils ont joint à l'intelligence & au génie l'eſprit méthodique qui eſt toujours leur apanage; au lieu que les anciens peuples nous ont conſervé les reſtes de l'ancienne aſtronomie ſans ordre, & avec toutes les fables qui s'y ſont mêlées par le laps du tems. Nous aurions tout perdu s'ils n'avoient pas eu plus de mémoire que de jugement.

§. XIII.

Nous allons citer les aſtronômes Arabes, qui ſe ſont diſtingués. Alfergan eſt le premier; il vécut ſous le regne d'Almamon, & nous a laiſſé des élémens d'aſtronomie, qui ne ſont que des extraits de l'Almageſte. Thebith vint quelque tems après lui, & mérite mieux le nom d'aſtronôme: il fit ſans doute des obſervations, qu'il compara à des obſervations plus anciennes, pour déterminer la longueur de l'année. Il trouva

que la révolution du soleil à l'égard d'une même étoile, étoit de $365^{j}\ 6^{h}\ 9'\ 12''$, plus grande de $14''$ seulement que celle qui résulte de nos observations modernes. Ce n'est pas cette détermination qui le rendit célebre, ce fut une erreur qu'il eut occasion d'imaginer, ou plutôt de renouveler. Les erreurs brillantes donnent plus de réputation que les vérités simples & utiles. Il avoit sans doute entre les mains quelque manuscrit, quelque dépôt des anciennes observations orientales ; ces observations l'éclairerent sur la vraie longueur de l'année, elles le tromperent sur le mouvement des étoiles en longitude. Il crut s'appercevoir que ce mouvement, ou plutôt la rétrogradation des points équinoxiaux ne se faisoit pas toujours dans le même sens. Hypparque & Ptolémée avoient établi que, tandis que ces points reculoient, les étoiles paroissoient s'avancer constamment & uniformément le long de l'écliptique. Thébith trouva des observations fort antérieures à ces astronômes, qui montroient que ces étoiles avoient été plus avancées qu'elles ne l'étoient de leur tems. Elles avoient donc rétrogradé, avant d'avoir un mouvement progressif. Il y avoit donc une alternative dans ce mouvement tantôt direct, tantôt rétrograde ; ou plutôt dans le mouvement des points équinoxiaux, qui en est la cause réelle. Cette conclusion étoit juste ; mais elle portoit sur des observations fausses : elle ne produisit qu'une erreur. Thebith établit que les points équinoxiaux devenoient alternativement directs & rétrogrades ; & comme il étoit disciple de Ptolémée, comme c'étoit alors la mode de faire exécuter tous les mouvemens dans des cercles, il imagina que ces points se mouvoient sur de petits cercles, qui mesuroient leurs plus grandes excursions. Ce mouvement étoit une vraie oscillation, un mouvement libratoire ; il lui donna le nom de *trépidation des fixes*.

§. XIV.

Il résultoit du mouvement des points équinoxiaux sur ces petits cercles une altération dans l'angle de l'obliquité de l'écliptique. Thebith établit qu'elle étoit variable, mais aussi par une espece d'oscillation ; c'est-à-dire, que sa variation étoit limitée, & qu'après avoir diminué pendant quelque tems, elle augmentoit pendant un tems égal. Thebith s'étoit apperçu que l'obliquité de l'écliptique, mesurée par les Arabes, étoit beaucoup plus petite que celle qui résultoit des observations d'Eratosthenes, d'Hypparque & de Ptolémée. Nous avons soupçonné qu'on eût, dès le tems d'Eudoxe, & peut-être avant, la connoissance de ce phénomène ; mais Thebith est le premier de qui on peut l'affirmer. La théorie qui expliquoit ce phénomène lui parut d'autant meilleure ; & il y a cela de remarquable, qu'il avoit raison de dire que cette variation étoit oscillatoire & alternative. Il ne se trompoit que sur la quantité & sur l'explication de ce mouvement.

§. XV.

Albategnius, qui fleurit chez les Arabes vers le milieu du neuvieme siecle, est le plus grand astronôme qui ait paru sur la terre depuis Ptolémée. Ptolémée vint pour réunir les travaux d'Hypparque à ses propres travaux, & pour poser les fondemens de l'astronomie ; Albategnius vint pour les réformer : il s'apperçut que les hypothèses de cet astronôme cadroient mal avec l'état du ciel, il entreprit de nouvelles observations pour fonder de nouvelles tables.

Il vérifia les élémens de la théorie du soleil, & les retrouva à-peu près tels qu'Hypparque les avoit établis, mais cette

vérification lui valut une découverte importante, celle du mouvement de l'apogée du soleil. Quelle que soit l'hypothèse que l'on admette pour représenter l'inégalité du soleil, soit qu'on suppose que son mouvement ait lieu dans un cercle excentrique à la terre, soit que le soleil soit porté dans un épicycle, où il se meut autour du centre, porté & mu sur un autre cercle, on conçoit que cet astre n'est pas toujours à la même distance de la terre. Il n'y a qu'un seul point dans un cercle, qui soit également éloigné de tous les points de la circonférence, c'est le centre. Or puisque dans la premiere hypothèse, la terre n'y est pas, elle est différemment éloignée des différens points de la circonférence, & conséquemment, selon les tems & selon la partie de cette circonférence où se trouve le soleil, il est différemment éloigné de la terre. Dans l'hypothèse de l'épicycle, le centre de ce petit cercle se meut sur un plus grand, autour de la terre placée au centre, & se trouve toujours à la même distance de la terre. Mais de cette égalité de distance du centre de l'épicycle, & de ce que le soleil en parcourt la circonférence, il s'ensuit que cet astre est tantôt plus loin, tantôt plus près de la terre. Dans les deux hypothèses il y a donc inégalité des distances du soleil à la terre, & il résulte de cette inégalité qu'il y a un point où le soleil est le plus près, c'est ce qu'on nomme le *périgée*, & un point où il est le plus loin, c'est ce qu'on nomme l'*apogée*. Chaque planete a également son apogée & son périgée, ces points sont toujours diamétralement opposés dans le ciel; Hypparque & Ptolémée en avoient déterminé la position pour leur tems, c'est-à-dire, la distance en longitude de ces points aux points équinoxiaux. Il suit de la rétrogradation de ces derniers points, que les apogées des planetes doivent paroître s'avancer comme les étoiles. Ptolémée leur

attribua, comme aux étoiles, un mouvement d'un degré en cent ans. Albategnius, qui obſerva plus de ſept ſiecles après Ptolémée, trouva en effet l'apogée du ſoleil fort avancé, & beaucoup plus qu'il ne devoit l'être, d'après les ſuppoſitions de Ptolémée; d'abord parce que ces hypothèſes ne faiſoient rétrograder les points équinoxiaux que d'un degré en cent ans, & qu'Albategnius trouva par ſes obſervations récentes, comparées aux plus anciennes, que cette rétrogradation d'un degré avoit lieu en ſoixante-ſix ou ſoixante-ſept ans; préciſément comme les Indiens le ſuppoſent dans leurs tables antiques. Les étoiles & les apogées avançoient donc d'autant; mais cette correction, cette accélération de mouvement ne ſuffiſoit pas encore. L'apogée du ſoleil étoit plus avancé qu'il n'auroit dû l'être conformément à ces ſuppoſitions, & à l'intervalle du tems écoulé entre Hypparque & Albategnius. L'aſtronôme Arabe en conclut que l'apogée du ſoleil avoit un mouvement propre, par lequel il s'avançoit uniformément le long de l'écliptique. La détermination de l'apogée des autres planetes n'étoit pas aſſez préciſe pour permettre de confirmer par leur mouvement obſervé, celui de l'apogée du ſoleil. Albategnius eut aſſez de génie pour ſentir que la nature devoit avoir à cet égard une ſeule loi pour tous les corps céleſtes, & l'analogie le porta à établir que les apogées de toutes les planetes avoient un mouvement propre le long de l'écliptique, mais moins ſenſible que celui de l'apogée du ſoleil. Cette découverte a marqué les travaux des Arabes: c'eſt une pierre qu'ils ont miſe à la conſtruction de l'édifice du monde; elle y eſt reſtée pour leur gloire & pour celle d'Albategnius. Cet aſtronôme a découvert un fait de la nature dont la cauſe étoit réſervée à Newton.

§. XVI.

ALBATEGNIUS nous a laissé quatre observations d'éclipses du soleil & de la lune, qui avec celles de Thius que nous avons citées, sont utiles pour remplir les déserts qui séparent les astronômes d'Alexandrie des astronômes modernes. Il y a dans les observations une lacune de douze à treize siecles. Ces éclipses servent à vérifier les moyens mouvemens des deux planetes. Supposons, par exemple que Tycho ait déterminé le moyen mouvement du soleil, en comparant un équinoxe observé par lui-même à un des équinoxes observés par Hypparque. En divisant le nombre des jours, des heures, des minutes écoulées dans l'intervalle par le nombre des années, il aura la durée de l'année, le tems que le soleil employe à parcourir les 360 degrés du cercle, c'est son moyen mouvement; cette détermination sera d'autant plus sûre que les deux observations seront plus exactes. Mais comme toute observation est assujettie à une erreur plus ou moins grande, & difficile à apprécier, sur-tout dans les observations anciennes; comme dans le récit de ces observations mêmes il peut se glisser des fautes de copistes ou des erreurs de date, il s'ensuit qu'il est infiniment utile d'avoir dans cet intervalle de tems quelque bonne observation, que l'on essaye de représenter par le moyen mouvement connu; si elle est bien représentée, elle devient la preuve de l'exactitude de ce mouvement.

Albategnius réforma donc les tables de Ptolémée, & en construisit de nouvelles qu'il croyoit plus conformes à l'état du ciel. La gloire des architectes est la proportion & la solidité qui fait la durée des édifices; celle des astronômes est l'exactitude, ou du moins l'exactitude permise à notre industrie: elle rend leurs tables plus durables, & fait de leurs hypothèses la regle

d'un avenir plus étendu. Les aſtres marchent tous les jours pour démentir ces hypothèſes ; il n'en eſt point que le tems ne mette en défaut ; les différences, qui nous ſéparent de l'exactitude & de la vérité, quelque petites qu'elles ſoient, s'accumulent avec les ſiecles, & produiſent des erreurs à la fin ſenſibles. Le monde réel, la nature conſerve dans une longue durée la perfection qu'elle tient de ſon auteur, elle a des loix immuables ; le monde des aſtronômes a beſoin d'être retouché ſans ceſſe, parce que ſes auteurs ſont des hommes. Mais des erreurs plus petites ſuccedent à de plus grandes, les hypothèſes ſe perfectionnent, & la copie approche toujours de la perfection inacceſſible de l'original. Albategnius prétendoit ſans doute à cette gloire, il n'en a pas joui ; ſes tables n'ont ſubſiſté que peu de ſiecles après lui, parce qu'elles manquent par les fondemens. Il ſe trompa ſur le moyen mouvement du ſoleil, ſur la durée de l'année : tous les anciens l'avoient fait trop longue, il la fit trop courte de $2' \frac{1}{2}$. Cette erreur conſidérable ne permit pas que ſes tables repréſentaſſent long-tems les phénomènes céleſtes.

§. XVII.

Dans le dixieme ſiecle le Calife Sharfédaula protégea l'aſtronomie, & lui donna des encouragemens qui auroient amené de grands progrès, ſi le regne des Arabes, leur génie pour les ſciences, n'avoit pas été ſur ſon déclin. La voix des princes eſt puiſſante, ils ſont la cauſe des productions & des ſuccès. Mais s'ils ſement, il faut que le ſol ſoit fertile, & qu'il ne ſoit pas épuiſé. Ce Calife fit conſtruire un obſervatoire dans un angle du jardin de ſon palais à Bagdad ; il chargea deux aſtronômes d'y veiller à l'obſervation des ſept planetes ; il a dû y placer des inſtrumens. Nous penſons même que c'eſt à ce prince

prince que sont dûs ces instrumens magnifiques, énormes pour la grandeur, dont il est question dans les livres arabes. On y lit que l'obliquité de l'écliptique fut observée l'an 995, avec un quart de cercle de 15 coudées de rayon. Cet instrument, suivant notre évaluation de la coudée, ne pouvoit avoir moins de 21 pieds 8 pouces; notre astronomie moderne n'en connoît point de si grands. Mais ce qui est le plus extraordinaire, c'est le sextant avec lequel la même obliquité fut observée l'an 992; il avoit 40 coudées de rayon, & il étoit divisé en secondes. Ce rayon étoit donc de 57 pieds 9 pouces. On a peine à concevoir l'exécution & l'usage d'un pareil instrument; il rend possible & vraisemblable le cercle d'Osimandué, qui ayant 365 coudées de tour, en avoit environ 60 de rayon. Il est difficile de se refuser au témoignage des auteurs Arabes, qui rapportent les observations faites avec ces deux instrumens, & il faut se résoudre à croire que ces grandes machines ont été réellement exécutées. Des rayons de métal de 60 pieds de longueur, un arc qui avoit à-peu-près la même étendue, toutes les pieces nécessaires à la solidité & à l'usage de ces instrumens, leur donnoient une masse considérable. Nous pensons qu'ils étoient fixés dans le plan du méridien, & qu'on les réservoit pour les observations délicates; mais ils ne devoient pas avoir une précision proportionnée à leur grandeur. La difficulté de les manier nuisoit d'abord à leur exactitude: d'ailleurs si un instrument de six pieds de rayon a deux fois autant de précision qu'un instrument de 3 pieds, nous ne pouvons imaginer que ceux-ci, qui étoient peut-être huit fois plus grands que ceux d'Alexandrie, eussent huit fois autant de précision. Tout est lié, tout se tient de près dans l'ordre physique; les hommes, en multipliant les ressources, multiplient en même tems, & presque également les obstacles. Les

verres optiques, les miroirs, qui dans nos téleſcopes amplifient conſidérablement les objets, pour les rendre ſenſibles, groſſiſſent en même tems les vapeurs, qui troublent la tranſparence de l'air & nuiſent à la viſion diſtincte. Ici, s'il y a quelque vice dans la diſpoſition des pieces de l'inſtrument, dans le niveau des ſurfaces, dans le plan total qui doit réunir toutes ces pieces, dans la courbure de l'arc; ſi la maſſe totale fait plier quelques parties, altere leurs figures, les effets en ſont plus ſenſibles ſur un grand inſtrument, & ces irrégularités groſſies, compenſent l'avantage d'un arc plus étendu, ſur lequel on apperçoit diſtinctement des diviſions, inappréciables avec un moindre rayon. Cet avantage eſt en effet proportionné à l'étendue du rayon; mais il faut en rabattre tout ce que produiſent les imperfections inévitables que nous venons d'indiquer. Une exécution négligée pourroit rendre un pareil inſtrument moins sûr qu'un inſtrument beaucoup plus petit; une exécution ſoignée lui laiſſe une partie de l'avantage de ſa grandeur; mais la vérité, l'exactitude rigoureuſe fuient devant nous; en marchant vers elles, des efforts ſemblables ne font pas faire des pas égaux; en approchant, il faut faire beaucoup pour avancer peu, juſqu'au terme où eſt poſée la barriere impénétrable, & où l'induſtrie humaine s'agitera ſans pouvoir paſſer. Ces réflexions ne doivent pas empêcher d'admirer la magnificence des princes, qui ont fait conſtruire ces grands inſtrumens; elle annonce une attention ſuivie & active, qui féconde les ſciences cultivées : nous leur ſouhaitons des imitateurs. De pareils inſtrumens ne peuvent être jamais communs; la dépenſe, l'embarras de les placer les interdit au grand nombre des aſtronômes; & en conſéquence de ce qu'une ſcience bien ordonnée, demande que les déterminations fondamentales ſoient établies ſur une égale préciſion, ils ne peuvent ſervir aux recherches

ordinaires de l'aſtronomie. Mais il ſeroit à deſirer que quelque obſervatoire de l'Europe eût un inſtrument de cette grandeur, revêtu de tous les moyens de préciſion, qui manquoient aux Arabes. Il ſerviroit uniquement à quelques recherches délicates, & il éclaireroit ſur des points importans de la phyſique céleſte. En formant ce vœu, nous ne prétendons pas aſſurer que l'exécution en ſoit facile, ni même poſſible. Il eſt des choſes qu'il faut tenter, pour ſavoir ſi elles ſont praticables. Les grands ne ſont pas dans le cas de regretter les dépenſes perdues; elles ſeroient juſtifiées par un but utile. Nous connoiſſons les difficultés, mais nous connoiſſons auſſi les reſſources de l'induſtrie; & dans l'état de perfection où ſont maintenant les ſciences, ſi l'on veut les étendre, atteindre le terme où il nous eſt permis de les porter, obtenir & mériter des ſuccès, il faut plus d'une tentative infructueuſe.

§. XVIII.

On ne voit pas que cette protection des princes ait produit chez les Arabes aucune découverte, aucune obſervation importante, ſi on excepte celle de l'obliquité de l'écliptique. L'empire des Arabes s'affoibliſſoit par ſon étendue; la fievre, qui les avoit agités depuis Mahomet, étoit calmée, ils rentroient dans l'inertie naturelle aux Orientaux; & avec moins d'ardeur, on a moins de ſuccès. Ils paſſerent en Eſpagne, & quelques aſtronômes obtinrent la célébrité. Mais ſi l'on en juge par Arzachel, cette célébrité ne prouve que la diſette des talens.

Arzachel, qui fleurit au onzieme ſiecle, reconnut que les tables d'Albategnius s'éloignoient de l'état du ciel. Il ne vint cependant que 190 ans après lui; mais cet intervalle de tems ſuffit bien pour déranger des théories, établies ſur des obſervations

peu exactes & peu éloignées les unes des autres. On peut remarquer ici les progrès que nous avons annoncés dans notre discours préliminaire; *la science*, avons-nous dit, *ne chemine qu'en détruisant*. On voit qu'Albategnius a substitué aux déterminations de Ptolémée ses propres déterminations; Arzachel tenta de remplacer celles-ci par les siennes : bien d'autres leur succéderont dans cette réformation, mais Arzachel ne suffisoit pas à l'entreprise. Nous avons lieu de croire qu'il observoit mal : aussi ses tables qui portent le nom de *Toledanes*, parce qu'il étoit de Tolede (*a*), ne furent pas assez bonnes pour l'emporter sur les tables & le nom d'Albategnius (*b*). Elles n'eurent point de réputation, & on n'en fit aucun usage.

§. XIX.

ARZACHEL cependant n'épargna pas les observations. On rapporte qu'il en fit 402 seulement pour déterminer le lieu de l'apogée du soleil (*c*). Ces observations étoient donc bien mauvaises, puisqu'il n'en tira qu'un résultat très-défectueux. Il trouva le lieu de cet apogée moins avancé qu'Albategnius ne l'avoit établi, & sans penser que cet astronôme pouvoit s'être trompé, sans examiner s'il ne s'étoit pas trompé lui-même, il aima mieux croire que ce point de l'orbite du soleil avoit rétrogradé, au lieu de continuer à s'avancer dans la suite des signes. Cela ne doit point étonner; Ptolémée avoit surchargé l'explication des phénomènes célestes d'un si grand attirail de cercles & de mouvemens différens, qu'on avoit perdu l'idée de la simplicité, qui, suivant les anciens philosophes, étoit la premiere loi de la nature. On ne connoissoit point alors les limites

(*a*) Blanchinus, *in Praf. can.* Tabl. pag. 2.

(*b*) Bouillaud, Præf. astron. phil p. 15.

(*c*) Riccioli, Almag. Tom. I, p. XXXI.

des erreurs des obſervations, on n'y prenoit pas garde; en conſéquence remarquoit-on quelque différence entre les obſervations paſſées & préſentes, il n'en coûtoit rien d'imaginer un nouveau mouvement & une nouvelle hypothèſe. C'eſt ce que fit Arzachel. Il donna à l'apogée du ſoleil un mouvement libratoire, ſemblable à celui que Thebith avoit donné à l'équinoxe. Il crut remarquer également un changement dans l'excentricité, & pour expliquer ces deux variations prétendues, il fit mouvoir le centre de l'orbite excentrique du ſoleil ſur un petit cercle, ce qui rendoit l'excentricité plus ou moins grande (*a*). Ces erreurs accumulées préparoient le regne de la vérité; on augmentoit l'abſurdité du ſyſtême de Ptolémée, & ces nouveaux défauts en hâtoient la ruine.

§. XX.

Alhazen, au onzieme ſiecle, s'eſt fait connoître par un traité d'optique en ſept livres: c'eſt le ſeul ouvrage d'optique un peu ancien, qui nous ait été conſervé. Nous avons dit qu'il avoit pu contribuer à la perte de celui de Ptolémée. Cet ouvrage renferme des choſes remarquables. Alhazen y développe les effets de la réfraction, avec plus d'étendue qu'on n'avoit fait juſqu'à lui. Le rayon de lumiere, courbé en entrant dans notre atmoſphere, éleve les aſtres & les fait paroître à leur lever ou à leur coucher, lorſqu'ils ſont encore, ou déjà, ſous l'horizon. Le ſoleil ſe montre à nous plutôt le matin, & diſparoît plus tard le ſoir par l'effet de la réfraction; le jour, où le tems de la préſence du ſoleil, eſt donc allongé par un bienfait de la nature: la même cauſe, en produiſant les crépuſcules du matin & du ſoir, augmente encore le jour. Les rayons, qui ſe plient

(*a*) Snellius, *in Appendice ad obſ. haſſiacas.* Aug. Riccius *in Oct. ſph.* p. 22.

pour approcher de nous, passent au-dessus de nos têtes, avant de nous atteindre; *ils se réfléchissent sur les particules grossieres* de l'air, pour former d'abord une foible lueur, incessamment augmentée, qui annonce & devient bientôt le jour : cette lueur est l'aurore. La lumiere décomposée peint les nuages & forme ces couleurs brillantes qui précedent le lever du soleil; c'est dans le phénomène coloré de la réfraction que les poëtes ont vu la déesse du matin : elle ouvre les portes du jour avec ses doigts de roses; & la fille de l'air & du soleil a son trône dans l'atmosphère. Si cette atmosphère n'existoit pas, si les rayons nous parvenoient en ligne droite, l'apparition & la disparition du soleil seroient instantanées; le grand éclat du jour succéderoit à la profonde nuit, & des ténebres épaisses prendroient tout à coup la place du plus beau jour. La réfraction est donc utile à la terre, non seulement parce qu'elle nous fait jouir quelques momens de plus de la présence du soleil, mais parce qu'en nous donnant les crépuscules, elle prolonge la durée de la lumiere; & la nature a établi des dégradations pour préparer nos plaisirs, pour diminuer nos regrets. Nous voyons poindre le jour comme une foible espérance, il s'échappe sans qu'on y songe, & la lumiere se perd comme nos forces, comme la santé, les plaisirs, la vie même, sans que nous nous en appercevions.

§. XXI.

ALHAZEN a très-bien prouvé par ces phénomènes que l'espace au-delà de l'atmosphere, ce qu'il nommoit *la substance du ciel*, & que nous nommons aujourd'hui *l'éther*, est composé d'une matiere plus rare que l'air. Il seroit curieux de savoir précisément comment on a découvert que l'atmosphère, l'air, qui nous environne, ne s'étendoit pas jusqu'aux astres,

& comment on a imaginé qu'au-delà il y avoit un fluide plus rare. Le germe & les progrès de cette idée seroient intéressans. Nous pensons qu'elle est due à la réfraction même & aux efforts qu'on a faits pour l'expliquer. On a remarqué, c'est l'expérience même des anciens (*a*), qu'une piece de monnoie, placée au fond d'une cuvette, de maniere que l'œil ne pût l'appercevoir, devenoit visible lorsque la cuvette étoit remplie d'eau; après quelques réflexions, on aura pensé que ce phénomène étoit produit par la différence de densité des deux fluides, l'air & l'eau, & l'on aura conclu de la ressemblance des effets, que le rayon de lumiere venu des astres passe également par deux fluides différens, l'éther & l'air. Les anciens, qui faisoient voyager les astres dans des bateaux, n'ont eu cette pensée que parcequ'ils regardoient l'air comme un fluide, parce qu'ils jugeoient que ce fluide s'étendoit jusqu'aux astres. On croyoit que ce fluide étoit par-tout le même, & homogène dans toute son étendue. C'est le phénomène de la réfraction qui a forcé d'admettre ou deux fluides différens, ou du moins un fluide, dont la densité continuellement graduée pouvoit, dans le vaste espace qui nous sépare des astres, produire des effets semblables à ceux de deux fluides différens. Ce n'est pas tout, on voit que, suivant Alhazen & ses contemporains, il n'y a point de limite à l'atmosphère; elle s'étend jusqu'à la sphere des planetes, en devenant de plus rare en plus rare (*b*). Il n'y avoit, selon eux, que le ciel, l'espace où étoient placées les étoiles, qui fût plus rare que l'air (*c*).

On concevoit donc déjà que le rayon de lumiere parcourant dans un long trajet ces espaces d'une densité croissante, pouvoit se plier insensiblement, prendre une courbure, & par

(*a*) *Suprà*, Hist. astron. moder. Liv. III, §. 40.

(*b*) Alhazen, *Optica Thesaur.* L. VII, 5 [illegible]

(*c*) *Ibid.* 15 & 16.

des changemens de route très-petits, mais répétés & accumulés, produire le même effet que si par un passage brusque d'un milieu dans un autre, il se détournoit une seule fois dans sa route. Il faut croire cependant qu'Alhazen établissoit une partie de l'atmosphère plus grossiere, où, par un passage véritablement subit, avoit lieu l'effet presqu'entier de la réfraction. La preuve, c'est qu'il a déterminé la hauteur de l'atmosphère. Il savoit, par la durée du crépuscule, qu'il commence & qu'il finit lorsque le soleil est abaissé de 19 degrés sous l'horizon. Supposant cet abaissement du soleil, il chercha la hauteur du point de l'atmosphere, qui est le plus près du cône d'ombre, qui est presque encore dans la nuit, & qui cependant, par l'effet de la réfraction, apperçoit le soleil; ce point est pour nous le premier point de lumiere, c'est celui où naît le crépuscule. Il trouva, par les regles de la géométrie, que ce point étoit élevé d'environ 19 lieues & demie; c'est la hauteur de l'atmosphère, du moins grossiere & réfractive. Mais il n'auroit point déterminé cette hauteur, s'il avoit pensé que l'atmosphère s'étendît jusqu'aux astres; il n'eût point fait usage de la réfraction pour poser des limites, s'il avoit cru que son effet fût partagé dans la longueur du trajet, & ne s'opérât qu'insensiblement. Il y a apparence qu'en admettant une diminution successive dans la densité de l'air, il a considéré d'abord une couche grossiere & réfractive dont il a calculé la hauteur; mais en s'éloignant de la surface, une substance plus épurée, un air entierement dégagé de toute émanation terrestre, qui détourne infiniment peu la lumiere, & dont il a négligé les effets. Ces idées d'Alhazen sont philosophiques; elles peuvent même passer pour vraies, puisqu'elles s'accordent assez avec les opinions reçues de nos jours.

Alhazen a donné la méthode pour connoître la quantité de

la

la réfraction; elle consiste à observer la distance au pôle, ou la déclinaison d'une étoile, lorsque cette étoile est à l'horizon, ensuite lorsqu'elle passe au méridien & au zenith. Dans le premier cas, où la réfraction est la plus grande, où elle éleve le plus l'étoile, cette distance paroîtra la plus petite : dans le second, au zenith, le rayon de lumiere vient perpendiculairement de l'étoile à nous, nous avons dit qu'il n'y avoit point alors de réfraction (*a*); son effet étant nul, la distance de l'étoile au pôle paroîtra donc plus grande, & comparée avec la premiere, la différence donnera la quantité de la réfraction. Mais Alhazen ne détermine point cette quantité, & les Arabes ne firent aucun usage de la réfraction, sans doute parce que la maniere d'observer, malgré leurs grands instrumens, n'étoit pas assez exacte pour exiger cette correction délicate.

§. XXII.

Averroès, fameux médecin de Cordouë au douzieme siecle, a fait un abregé de l'Almageste (*b*). Son vrai nom arabe étoit *Ebn Roschd* (*c*). Il est connu pour avoir cru voir Mercure sur le soleil (*d*). On sait aujourd'hui qu'il est impossible d'y voir cette planete à la vue simple; c'étoit sans doute quelque grosse tache. Averroës n'étoit pas content de l'arrangement & du systême de Ptolémée : il penchoit à rappeler les hypothèses des cercles concentriques d'Eudoxe & d'Aristote; & se trouvant trop vieux pour entreprendre un tel travail, il le dénonce & le recommande à la postérité. Le premier pas vers le bien est le dégoût du mal. Ce desir d'Averroès est l'indice d'un bon esprit; nous avons dû lui en faire honneur. Ce desir est encore le signe

(*a*) *Suprà*, Liv. V.
(*b*) Weidler, p. 216.
(*c*) Herbelot, p. 719.
(*d*) Copernic, Révol. *Lib.* X.

d'une fermentation dans les esprits, il annonçoit la révolution où Ptolémée devoit perdre une partie de sa gloire & de son empire.

Alpétragius de Maroc vint après lui; il se saisit de cette idée, & ne fit rien de bon. Le tems n'étoit pas venu. Jusqu'ici Ptolémée n'avoit eu que des hommages, ses hypothèses avoient été constamment admirées : elles commençoient à déplaire; mais le préjugé subsistoit. Alpétragius tenta de rendre raison des différens mouvemens des planetes par un seul principe : il n'établit qu'un mouvement, celui du premier mobile, qui a lieu d'Orient en occident, & qui s'accomplit en vingt-quatre heures. Tous les mouvemens, qui sont propres aux planetes, ne sont, selon lui, qu'une modification du premier mouvement. Il existe essentiellement dans la sphere des fixes, c'est là qu'il a toute sa force & sa vîtesse; il s'affoiblit en s'éloignant de sphere en sphere, c'est pourquoi les planetes semblent avoir un mouvement propre & contraire d'Occident en Orient. Saturne se meut lentement vers l'Orient, parce qu'étant le plus près du premier mobile, il a moins perdu de la vîtesse qui porte tous les corps vers l'Occident : après lui Jupiter est celui qui en perd le plus, & toutes les planetes successivement, jusqu'à la lune, qui étant la plus éloignée de cette sphere active, n'accomplit sa révolution diurne autour de la terre qu'en vingt-cinq heures environ. Mais cette idée même étoit prise dans Ptolémée : elle appartenoit à la haute antiquité. Ce grand astronôme avoit un respect religieux pour certaines opinions conservées : l'une de ces opinions étoit que le mouvement journalier d'Orient en Occident, celui du premier mobile, & le premier connu, étoit la source de tous les autres. C'est bien la pensée d'Alpétragius. Ptolémée, en adoptant cette opinion & en l'expliquant, dit que dans les différentes spheres le

mouvement devoit se communiquer des supérieures aux inférieures; comme dans le corps humain, le principe du mouvement placé dans la tête, se distribue en descendant par les nerfs à tous les organes (*a*).

§. XXIII.

Alpetragius ajoutoit que ces mouvemens avoient lieu dans des spirales, qui tendoient vers le pôle, pour rendre raison du mouvement en latitude (*b*), & tenir lieu de l'inclinaison des orbes, découverte depuis long-tems. Comme la spirale n'est pas une courbe, qui revienne sur elle-même, à la maniere du cercle, on ne conçoit pas trop comment les planetes revenoient vers le midi, après avoir été portées vers le nord. Mais un systême qui expliqueroit tout, ne seroit plus un systême, ce seroit l'histoire de la nature. Cet Arabe a voulu créer un systême nouveau pour remplacer celui de Ptolémée. Quelquefois c'est un moyen de retarder les progrès des sciences, en mettant toujours des hypothèses à la place des faits. Mais il nous paroît que dans cette occasion Alpétragius a rendu un service essentiel : ce service, c'est son entreprise même. L'opinion que les planetes se meuvent uniformément, & dans des orbites circulaires, étoit consacrée depuis des siecles dont on ne peut pas dire le nombre. Elle avoit acquis la force & la résistance du préjugé le plus profondément enraciné. Alpétragius conserva l'uniformité, mais il osa substituer une autre courbe. Les préjugés arrêtent tout progrès; il tenta de briser l'idole, & s'il ne la renversa pas de son autel, il donna l'exemple de l'attaquer. En montrant qu'on pouvoit imaginer

(*a*) Ptolém. Almag. *Lib. XIII, c.* 2.

(*b*) Copernic, Révol. *Lib. X*, N. V.

d'autres courbes pour y renfermer les planetes, il a pu frayer la route à Képler.

§. XXIV.

ALPETRAGIUS régla la place que Mercure & Vénus occupent à l'égard du soleil dans le systême du monde, & coupant le différent par la moitié, il place Vénus au-dessus & Mercure au-dessous. Il donna aussi à ces deux planetes une lumiere propre; c'est la raison pour laquelle, selon lui, Mercure peut passer devant le soleil sans l'éclipser, ni affoiblir sa lumiere (*a*). Il donna cette lumiere également à Vénus, apparemment pour expliquer le grand éclat de cette planete. Képler, avant la découverte des lunetes, s'y trompa comme lui (*b*). La raison, qui détermina l'astronôme Arabe, c'est que les planetes au-dessus du soleil, & celles qui paroissent au-dessous, devoient être distinguées par des caracteres particuliers. Ainsi, on vouloit que la lune, qui n'a point de lumiere propre, eût été placée plus bas que le soleil, pour être plus près de la source de la lumiere: mais toutes les autres rangées au-dessus, brilloient de leur lumiere propre, parce qu'elles existoient dans l'espace éthéré, où tout est pur, où tout est lumiere. Ce sentiment est encore ancien, on le trouve dans Macrobe (*c*). Cependant Alpétragius, contre cette regle, donna une lumiere propre à Mercure (*d*); mais il ne vouloit pas qu'il fît des taches noires sur le soleil.

Nous rapporterons à cette occasion une opinion bien ridicule des anciens, que nous n'avons point placée ailleurs, parce que nous ne savons ni à quel tems, ni à quels hommes elle

(*a*) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 494, Tom. II, p. 285.
(*b*) *Ibi*. Tom. I, p. 495.
(*c*) *Comment. somn. Scip.* Lib. I, c. 19.
(*d*) Alpétragius, c. 9, N. V. Riccioli, Almag. Tom I, p. 495.

appartient. Quand les planetes étoient ſtationnaires, elles s'arrêtoient, diſoit-on, parce que la lumiere du ſoleil leur manquoit, & qu'elles ne pouvoient plus voir leur chemin. C'eſt Vitruve qui rapporte cette opinion; il ne l'adopte pas; mais ſeulement comme perſuadé que l'éclat du ſoleil s'étend partout, & que les aſtres, en qualité d'êtres divins, peuvent toujours appercevoir la lumiere (*a*).

§. XXV.

La manie de l'aſtrologie, & la confiance en ſes fauſſes prédictions, étoient à leur comble dans ce ſiecle. L'an 1179, tous les aſtrologues Orientaux, Chrétiens, Juifs & Arabes, annoncèrent pour le mois de Septembre 1186, une grande conjonction de toutes les planetes, tant ſupérieures qu'inférieures, & la deſtruction de toutes choſes par la violence des vents & des tempêtes. Ces prétendus prophetes répandirent la terreur; ces ſept années furent des années de deuil. Perſonne, dit-on, ne douta de la fin du monde (*b*). Il faut croire cependant que la foi ne fut pas ſi générale, & ne s'étendit pas aux riches & aux hommes puiſſans; ſans quoi l'hiſtoire eût marqué de grands changemens & de fameuſes réformations. Mais le peuple ſeul a peur; il n'a pas le moyen de reſtituer, ou du moins ſes reſtitutions ne changent point la face de la terre. L'année 1186 ſe paſſa fort tranquillement, ſans tempête & ſans vents extraordinaires; toutes choſes allerent leur train comme auparavant, & même la croyance aux prédictions des aſtrologues.

(*a*) Vitruve, Architect., *Lib. XV*, c. 4.

(*b*) Scaliger, *Proleg. ad Manilium*. Baylo, art. Stofler.

§. XXVI.

Voila tout ce qu'on ſait des aſtronômes Arabes. Un mérite qu'on ne peut leur conteſter, c'eſt d'avoir conſervé l'aſtronomie, & de l'avoir tranſportée parmi nous. On ne leur doit qu'une ſeule connoiſſance, celle du mouvement de l'apogée du ſoleil. On leur doit auſſi quelques obſervations utiles; peut-être en ont-ils fait davantage. Tous leurs ouvrages n'ont point paſſé en Europe; & le grand nombre de ceux que nous poſſédons reſte dans nos mains ſans fruit, parce que les aſtronômes n'entendent point l'arabe, & que ceux qui ſavent la langue, n'entendent point l'aſtronomie. Edouard Bernard compte plus de quarante manuſcrits arabes dans la ſeule bibliotheque d'Oxfort. Le nombre de leurs livres & de leurs aſtronômes prouve leur amour pour la ſcience.

Edouard Bernard, profeſſeur d'aſtronomie à Oxford, dans le dernier ſiecle, étoit très-inſtruit de la langue des Arabes & de leurs connoiſſances. Selon lui, pluſieurs cauſes ont favoriſé chez eux la culture de l'aſtronomie. » La beauté du climat & » la pureté de l'air; l'exactitude & la grandeur de leurs inſtru- » mens, qui ſont tels que les modernes auroient peine à le » croire; le grand nombre des aſtronômes, qui ont obſervé » & qui ont écrit; les princes puiſſans & magnifiques, qui les » ont protégés ». Il ajoute que les Arabes meſuroient les plus petites parties du tems par des clepſidres, par de grands cadrans ſolaires, ou enfin, ce qui doit ſurprendre, par des pendules. » On n'imagine point, dit-il, combien ils ont appli- » qué d'intelligence & de ſoin à cette grande entrepriſe de » l'eſprit humain de connoître le cours des aſtres & leur diſ- » tance à la terre.

Nous voyons par-là que l'invention du pendule eſt bien plus

ancienne qu'on ne pense. Il est fâcheux qu'Edouard Bernard ne nous ait pas plus instruit sur ces détails intéressans. Nous prions les savans d'Oxford de suppléer à cette omission. On ne nous dit point de quelle maniere les Arabes faisoient usage du pendule. Nous ignorons s'ils s'en servoient seulement pour mesurer de petits intervalles, avant qu'il s'arrêtât par la résistance de l'air, ou si par le moyen d'une force motrice, destinée à restituer le mouvement, ils étoient parvenus à composer des machines semblables aux nôtres, qui marquassent le tems écoulé dans des intervalles plus considérables.

§. XXVII.

C'EST une chose remarquable que cette connoissance du pendule, trouvée chez les Arabes. Il est bien extraordinaire qu'elle n'ait point immortalisé son auteur; que cet auteur ne soit ni loué, ni cité dans aucun des livres arabes que nous avons, tels que ceux d'Alfergan, d'Alhazen, d'Albategnius. L'époque brillante des Arabes commence au neuvieme siecle avec Almamon & Alfergan, & dure à peine jusqu'au tems d'Arzachel, c'est-à-dire, jusqu'au onzieme siecle. Les astronômes postérieurs n'ont fait que remanier & compiler les ouvrages des autres; c'est ce qui arrive toujours lorsque les sciences ont acquis une certaine élévation : pour la nature, comme pour l'homme, le repos doit succéder au travail; un âge a fait des efforts, l'âge suivant décline. Deux siecles ont-ils pu suffire aux Arabes pour remarquer l'isochronisme du pendule, & pour en faire l'application aux horloges? Nous voyons que ces découvertes se sont succédées assez rapidement dans le siecle de Galilée & d'Huyghens; mais ces grands hommes étoient aidés des progrès de la géométrie & de la mécanique. Les Arabes n'en firent aucun dans ce genre, ils n'eurent d'autres

connoiſſances que celles des Grecs : ils les traduiſirent, ils les commenterent, mais nous ne voyons pas qu'ils les ayent beaucoup augmentées. Comment donc leur attribuer une des plus brillantes découvertes du ſiecle dernier, ſans trouver avec elle aucune trace de l'admiration qu'elle méritoit, des recherches qu'elle doit occaſionner, & des principes qui en régloient l'uſage ? Peut-être le livre, d'où M. Bernard a tiré ce fait, fourniroit-il des détails pour réſoudre ces difficultés : faute d'être plus inſtruits, nous raiſonnons ſur le fait tel qu'il nous eſt tranſmis. Lorſque Galilée apperçut l'iſochroniſme du pendule, la découverte parut entierement nouvelle. M. Bernard nous apprend que cette propriété des corps ſuſpendus, qui oſcillent, fut connue des Arabes : il nous dit qu'ils meſuroient le tems par des clepſidres, par des cadrans & par des pendules. Les deux premieres inventions ne leur appartiennent point, peut-être la troiſieme ne leur appartient-elle pas davantage. En attendant que les autorités de M. Bernard ſoient traduites dans notre langue, & que les détails puiſſent décider la queſtion, nous croyons pouvoir établir les principes ſuivans. Les grandes découvertes ne viennent jamais ſeules. Le ſiecle dernier a vu l'invention du pendule, & ſon application à la régularité des horloges ; mais il a vu l'application de l'algebre à la géométrie, la connoiſſance des loix du mouvement & de la chûte des corps, l'invention des lunetes, & les nombreuſes découvertes qu'elles ont amenées : il a vu la ſublime théorie des forces centrales, le vrai ſyſtême du monde, & il en a dévoilé le mécaniſme, en même tems qu'il a créé les arts & produit les chefs-d'œuvres de l'éloquence & de la poëſie. Tout cela fut l'ouvrage de ſoixante-dix ans : c'eſt l'effet d'un ſeul effort, & pour ainſi-dire, d'un élan de la nature. Nous ne voyons rien de tel chez les Arabes ; cette découverte eſt

unique.

unique. Les autres ſciences, les arts n'ont fait aucun progrès ſenſible, & cette importante connoiſſance, née ſans germe, a péri ſans fruit. Une découverte brillante & utile excite néceſſairement l'admiration, elle eſt célébrée par les auteurs contemporains, qui ſe hâtent de la tranſmettre à la poſtérité. Tous les auteurs Arabes que nous avons, parlent de la meſure de la terre, aucun ne parle de l'invention du pendule; ſi le pendule avoit eu un uſage aſtronomique, il ſeroit entré du moins dans le détail de leurs obſervations. En conſéquence, il ne nous paroît pas impoſſible qu'ils ayent puiſé cette connoiſſance dans quelque manuſcrit, dans quelque tradition orientale, comme ils avoient trouvé celle des clepſidres & des cadrans. Une découverte étrangere ne fut point célébrée par eux; un uſage évidemment peu étendu, fonde le ſilence des aſtronômes. Nous ſavons que les principes les plus vrais ſouffrent des exceptions, le haſard peut les avoir ſervis au défaut du génie: nous ne ſerons point étonnés que cette conjecture ſoit détruite par les détails que nous demandons; mais, nous l'avons dit, une grande idée, lorſqu'elle eſt iſolée & ſtérile, nous paroît devoir être étrangere. L'avantage des Arabes fut d'être placés entre l'Aſie & l'Egypte; & leurs progrès dans l'aſtronomie ſont le fruit de leurs guerres heureuſes, qui les ont mis à portée de dépouiller la Perſe & l'Egypte des connoiſſances les plus précieuſes, en même tems qu'ils ont aſſervi ces beaux pays, & de réunir l'Almageſte de Ptolémée, le corps complet de la doctrine aſtronomique aux traditions répandues dans l'Aſie.

§. XXVIII.

Nous avons rapporté dans l'hiſtoire de l'aſtronomie ancienne ce que l'hiſtoire orientale nous apprend de la premiere aſtronomie des Perſes. Cette ſcience s'éteignit chez eux, ou paſſa aux

Chaldéens ; de-là transplantée à Alexandrie, elle ne revint dans la Perse qu'après avoir refleuri chez les Arabes. Ce fut même la guerre, le joug des Mahométans qui l'y ramena. Yesdegird, le dernier Roi des Perses, institua une nouvelle époque, prise de son avénement au trône, la dixieme année de l'hégire, ou l'an 632 de notre ère. Il paroît qu'il avoit innové & changé beaucoup de choses relativement à la religion & au calendrier, qui étoient liés d'une maniere fort étroite. Les mois & les jours portoient chez les Perses les noms de certains anges, qui y présidoient; il changea ces noms; il donna aux mois des noms analogues aux saisons, & aux jours des noms tirés de quelque événement mémorable, ou de plusieurs choses arbitraires ; il abrogea les fêtes anciennes. Mais ce prince, après vingt ans de regne, ayant été vaincu & tué par les Arabes Mahométans, les Perses attachés à leurs anciens usages, reprirent les noms des mois & des jours, & la forme de leur année (*a*); l'époque d'Yesdegird seule subsista. Cependant les Perses reçurent des Arabes l'année lunaire, l'époque de l'hegyre, & conserverent en même tems les deux époques & les deux formes d'année.

§. XXIX.

Quatre cents ans après, l'an 1072, le Sultan Melicshah surnommé *Gelaleddin*, rassembla des astronômes ; il leur prescrivit de faire des observations, dans la vue de fixer la longueur de l'année solaire, & d'en régler la forme. Cette année n'avoit point été corrigée depuis le regne de Diemschid, quatre mille ans avant Gelaleddin. L'astronôme Omar Cheyam détermina que l'année étoit de $365^{j}\ 5^{h}\ 48'\ 48''$ (*b*), c'est-à-dire,

(*a*) Hyde, *de rel. vet. Perf.* Cap. XVI, p. 194.

(*b*) Shah Cholgius. Hyde, *de rel. vet. Perf.* p. 409.

telle que nous la trouvons aujourd'hui. Le commencement de l'année étoit tombé au quinzieme degré des poiſſons, il le ramena, en intercalant quinze jours, au premier degré du belier & à l'équinoxe du printems. Mais ce qui fait le plus d'honneur à cet aſtronôme, c'eſt l'intercalation biſſextile qu'il établit. L'intercalation ordonnée par Jules Céſar conſiſte à ajouter un jour tous les quatre ans, pour tenir compte du quart de jour dont la révolution du ſoleil excede les 365 jours de l'année. mais ce n'eſt pas tout-à-fait un quart de jour, il s'en faut, comme on voit, à peu-près 11′. Ainſi à chaque année biſſextile, en ajoutant un jour, nous ajoutons 44′ de trop; au bout de trente-deux ans, cela fait 5^h 28′. Omar preſcrivit de ne point intercaler dans cette trente-deuxieme année, & d'attendre la trente-troiſieme (*a*). Cette intercalation eſt très-ingénieuſe; pour que le calendrier s'écarte d'un jour, il faut qu'il s'écoule quatre mille ans.

§. XXX.

Chrisococca nous a donné une idée de l'état de l'aſtronomie dans la Perſe au douzieme ſiecle. Il rapporte qu'un mathématicien Grec de Conſtantinople, nommé Chioniades, excité par le zele de l'aſtronomie, entreprit le voyage de Perſe, avec la protection d'Alexis Comnène, Empereur de Trebiſonde. Cette entrepriſe avoit ſes difficultés; les Perſes conſervoient encore cette habitude myſtérieuſe, ſi ancienne dans l'Orient, ils ſe réſervoient même particulierement la connoiſſance de l'aſtronomie: ils abandonnoient les autres ſciences à tous les hommes, mais il n'appartenoit qu'aux Perſans de cultiver l'aſtronomie. On voit combien il eſt difficile d'altérer

(*a*) Herbelot, p. 591.

le caractere oriental; il subsistoit sous le joug des Arabes, un gouvernement étranger, une religion nouvelle n'avoient pu le changer.

Chioniades fut assez heureux pour rendre quelques services au Monarque Persan (*a*), & il en obtint la permission d'emporter à Trébizonde plusieurs livres. On connut donc l'astronomie des Perses; leurs tables sont en manuscrit à la bibliothèque du Roi. Bouillaud, qui les a examinées, & qui les a fait imprimer par extrait, admire leur exactitude. Le préjugé, qui identifioit la dignité de la science avec celle de la nation, prouve que cette nation antique, fiere & jalouse de la culture de l'astronomie, tiroit de cette culture immémoriale un titre de propriété exclusive. Bouillaud le remarque également: » il faut, dit-il, que les Persans ayent cultivé l'astronomie » pendant bien des siecles, pour que leurs tables des planetes, » à l'exception de celles de Mercure, soient si exactes (*b*).

§. XXXI.

Ces tables persiennes, qui different de celles des Arabes, les tables indiennes dont nous avons parlé, celles des Siamois, dont nous parlerons bientôt, qui toutes ont une certaine exactitude; ces tables, qui sont aujourd'hui livrées à des ignorans, n'attestent-elles pas un ancien état détruit? C'est, dira-t-on, le même peuple chez lequel l'ignorance a succédé à la lumiere; mais ces peuples orientaux, quoique souvent asservis, n'ont-ils pas conservé leur langue, leurs mœurs, leurs usages, & ces monumens des sciences que nous admirons, pourquoi ont-ils perdu seulement l'intelligence de ces monumens? Cette intelligence

(*a*) Bouillaud, astr. philol. p. 221.

(*b*) *Ibid.* Proleg. p. 15.

eſt-elle plus difficile à conſerver que leurs autres uſages? Ils ont gardé la routine des calculs, pourquoi la connoiſſance des principes s'eſt-elle perdue? Chardin va répondre à ces queſtions : c'eſt, dit-il, que les Orientaux ſont mous & pareſſeux; ils ne travaillent & n'ont de deſir que pour le néceſſaire, Voilà leur caractere eſſentiel. En Perſe, il n'y a pas un homme qui ſache raccommoder une montre; ce ſont des ouvriers Européens qui y ſont employés; & quoique les Perſans voyent pratiquer ſous leurs yeux cet art de l'horlogerie, il leur eſt encore totalement inconnu. » La température des climats chauds, ajoute Chardin, énerve l'eſprit comme le corps, diſſipe ce feu d'imagination néceſſaire à l'invention & à la perfection des arts; on n'y eſt pas capable de longues veilles, & de cette forte application, qui enfante les beaux ouvrages des arts libéraux & mécaniques. De là vient que les connoiſſances de l'Aſie ſont ſi limitées, & qu'elles ne conſiſtent guères qu'à retenir & répéter ce qui ſe trouve dans les livres anciens. Leur induſtrie eſt brute & mal défrichée; c'eſt ſeulement vers le nord qu'il faut chercher les ſciences & les métiers dans toute leur perfection (*a*). » Chardin ne fait point de ſyſtême, il dit ce qu'il a vu; il eſt d'ailleurs conforme au récit de tous les voyageurs. Nous n'aurions pu nous-mêmes rien dire de plus fort en faveur des opinions particulieres & nouvelles que nous avons propoſées dans cet ouvrage.

§. XXXII.

Les Tartares vinrent à leur tour aſſervir les Perſans. Holagu Ilecan, petit-fils du fameux Genghiskan, ſous le

(*a*) Voyages de Chardin, Tom. IV, p. 212, 213, 214, 260.

regne de ſon frere Mangu, auquel il ſuccéda dans la ſuite, partit du Turkeſtan l'an 1251, & paſſa dans l'Occident, c'eſt-à-dire, en Perſe, dont il fit la conquête; il fit priſonnier le Calife Moſtazem, le dernier de la race des Abaſſides. Pendant qu'il étoit allé recueillir la ſucceſſion de ſon frere, ſes généraux furent battus en Perſe; mais il revint en 1259, & reprit toutes les conquêtes, qui lui avoient été enlevées. Au retour de cette expédition, il alla prendre quelques repos dans la province d'Adherbidgian, & bâtit un *raſſad*, ou obſervatoire dans la ville de Maragh, près celle de Tauris. Ce fut là qu'il aſſembla les plus fameux aſtronômes, qu'il ſe fit apporter tous les livres qui pouvoient ſervir à la compoſition des tables aſtronomiques. Il ſe procura des mémoires, & des deſcriptions détaillées des obſervatoires fameux, tels que celui de Ptolémée en Egypte, d'Almamon à Bagdad, de Benani en Syrie, & de Hakem, Calife des Fatimites au grand Caire (*a*). Nous ne ſavons de ces deux derniers obſervatoires rien de plus que ce qu'en dit Herbelot; mais on voit clairement qu'il exiſtoit dans l'Aſie des monumens des ſciences, que la curioſité des princes pouvoit facilement réunir. Ces débris étoient épars, mais encore exiſtans, & la voix puiſſante des ſouverains reconſtruiſoit l'édifice, comme jadis la lyre d'Amphion éleva les murs de Thèbes. Le fameux Naſſireddin, géometre & aſtronôme Perſan, avec pluſieurs coopérateurs, fut chargé de poſer de nouveau les fondemens de l'aſtronomie, comme avoit déjà fait Ptolémée. Ils demandoient trente ans pour ce grand ouvrage, ce n'étoit pas trop: mais les princes ſont preſſés de jouir; on ne leur en accorda que douze, & l'ouvrage fut achevé en 1269. Mais auſſi, à l'exception des moyens mou-

(*a*) Herbelot, p. 934.

vemens, qui furent rectifiés & établis sur les observations mêmes de Nassireddin, tout le reste fut copié de l'Almageste: ce sont les hypothèses & les déterminations d'Hypparque & de Ptolémée. Ces tables nommés *Ilekaniques*, du surnom de Holagu, ne valent pas les anciennes tables persiennes. Rien ne prouve mieux un état primitif & détruit, dont on avoit perdu toute idée; on recommençoit pour faire moins bien. Hypparque & Ptolémée ont établi des déterminations inférieures à celles qui avoient précédé; Nassireddin les imita & les copia, pour former des tables moins bonnes que celles qui appartenoient à sa nation, & qu'elle conservoit sans en connoître le prix. Holagu ne vit point terminer cet ouvrage, il finit en 1264 une vie encore plus glorieuse par les lumieres que par les conquêtes, & mourut paisiblement dans les bras des savans qu'il avoit comblés de bienfaits.

§. XXXIII.

Si l'on s'étonne qu'un prince guerrier & barbare, ait protégé, encouragé les sciences, nous répondrons que les Monarques de l'Orient leur ont toujours accordé une protection particuliere. D'ailleurs c'est une question de savoir si l'on doit regarder comme barbares ces princes Scythes, qui descendoient du nord de l'Asie pour subjuguer les peuples méridionaux, habitans énervés d'un climat doux & paisible. Les cycles, les périodes, établis de tems immémorial dans la Tartarie, prouvent qu'on y a toujours eu quelque connoissance de l'astronomie (*a*). Gengiskan, fameux par tant de conquêtes, de dévastations & de cruautés, aima cependant les lettres. Roger Bacon prétend que Saint Louis envoya un Dominiquain

(*a*) Hist. de l'Astr. anc. p. 77, & 342.

chez les Tartares, en 1253, sous le regne de Mangu Kan, petit-fils de Gengiskan. Le moine manda que s'il avoit su l'astronomie, il auroit été bien reçu, mais qu'il fut méprisé parce qu'il n'en avoit aucune notion. (*a*). On n'a point assez réfléchi sur le goût pour les sciences, que montrerent à la Chine & en Perse les deux freres Koblay & Holagu, sur la résolution étonnante des Tartares conquérans d'abandonner leurs usages, & presque leurs mœurs entieres, pour prendre celles de la Chine; ce ne fut point le fruit de leurs conquêtes. Il faut avoir les yeux déjà ouverts pour appercevoir la lumiere; il faut un effort, qui ne peut naître que d'une raison antérieurement cultivée, pour se dépouiller de ses usages, de ses habitudes, & s'asservir à des mœurs nouvelles. Quelqu'avantage que l'on suppose dans cet échange, un bon choix annonce un bon esprit. Il nous paroît contraire à la nature de l'esprit humain d'imiter ceux qu'on a soumis; des conquérans grossiers ne peuvent avoir qu'un sentiment pour les vaincus, c'est le mépris. L'ignorance jointe au courage, dédaigne les arts & les sciences comme le principe de la mollesse & la cause de la défaite. Nous concluons de ces réflexions que les Tartares, qui soumirent l'Asie méridionale, étoient déjà éclairés sur l'utilité des sciences, puisqu'ils les regarderent comme une partie intéressante de leurs conquêtes. Des philosophes, rendus maîtres de la Perse, & sur-tout de la Chine, n'auroient pu prendre un meilleur parti; celui de cultiver des connoissances utiles, en adoptant le gouvernement & les mœurs les plus sages de la terre.

(*a*) Bacon, *Opus majus*, p. 253, édit. 1733.

§. XXXIV.

§. XXXIV.

Les astronômes sont encore aujourd'hui en Perse dans la plus grande considération ; leur chef a cent mille francs d'appointemens. Chardin estime que les gages donnés par le Roi à ces astronômes montent à plus de quatre millions de nos livres. Mais les Persans sont encore persuadés que les astres sont conduits par des génies, & la haute considération, dont jouissent les astronômes, ou plutôt les astrologues, vient de la foi qu'on accorde à leurs prédictions, & de l'usage qu'on en fait en toute occasion. Il y en a plusieurs au palais ; leur chef est toujours auprès de la personne du prince, pour l'avertir des jours & des momens heureux, excepté dans le sérail, parce que l'empire de l'homme sur le sexe le plus foible, n'y craint point des momens malheureux. Ces astrologues portent leurs astrolabes à la ceinture, dans un petit étui fort orné. Il n'a quelquefois que deux ou trois pouces de diametre, & on le prendroit volontiers, selon Chardin, pour une médaille de chapelet, ou pour la marque distinctive & honorifique de quelque ordre. Ils sont consultés sur les choses les moins importantes ; par exemple, pour savoir si le Roi doit aller à la promenade, s'il doit entrer dans le sérail, ou admettre un grand qui attend dans l'antichambre. On voit que ces consultations doivent donner beaucoup de crédit aux astrologues. Au reste, il ne leur en coûte pas beaucoup de peine, il leur suffit de prendre avec un petit instrument la hauteur du soleil ou d'une étoile (*a*) ; parce que tout est lié dans la nature, & qu'une seule observation dévoile l'état passé, présent & futur du monde. Ces principes confirment ceux que nous avons

(*a*) Chardin, Tom. V, p. 79 & 80.

proposés dans notre discours sur l'astrologie judiciaire. Quand on leur objecte qu'une seule observation ne peut les conduire à des résultats si compliqués, ils répondent que leurs ancêtres leur ont laissé si exactement les phases des astres, qu'ils ne craignent point de se tromper (*a*). Ils parlent comme des imposteurs à des ignorans; mais nous en tirerons cette conclusion, qu'ils avoient des ancêtres éclairés; & voilà ce que nous répond l'Asie toutes les fois que nous l'interrogeons.

§. XXXV.

L'ASTRONOMIE, au quinzieme siecle, passa de la Perse dans la Tartarie, chez les Tartares que l'on nomme *Usbecks*. Il nous en reste un monument précieux, ce sont les tables d'Ulug-beg. Ce prince avoit cela de commun avec Holagu, qu'ils étoient tous deux petits-fils de conquérans de l'Asie; l'un de Tamerlan, comme l'autre l'avoit été de Gengiskan. Ulug-beg régna pendant plus de quarante ans sur les Indes & sur une partie de la Tartarie; il fit venir à Samarcande sa capitale, les plus habiles astronômes, il leur fournit des instrumens avec une magnificence royale, & il fit lui-même une partie des observations, aidé de ces astronômes qui n'étoient que ses coopérateurs. Les astrologues Turcs racontèrent à Gréaves que ce Prince avoit fait construire des instrumens d'une grandeur énorme, entr'autres un quart de cercle dont le rayon égaloit la hauteur de l'église de Sainte Sophie à Constantinople (*b*); hauteur qui est d'environ cent quatre-vingt pieds. Mais il faut se garder de croire de pareils contes; on y reconnoît trop évidemment les caracteres de l'exagéra-

(*a*) Chardin, Tom. V, p. 89.

(*b*) Gréav. Tab. de Nassir. & d'Ulug-beg *in præf.*

tion. Cet instrument étoit sans doute un gnomon ; & c'est un des plus grands qu'on ait élevés pour l'astronomie (*a*).

Ulug-beg, après un nombre suffisant d'observations, entreprit de construire de nouvelles tables astronomiques : elles étoient assez exactes pour qu'on les trouvât presque toujours d'accord avec celles de Tycho (*b*). Ulug-beg eut une autre gloire, c'est celle d'être, après Hypparque, le second auteur d'un catalogue des étoiles fixes. Un Arabe, Al-suphi avoit, en tenant compte de la rétrogradation des points équinoxiaux, réduit à son tems le catalogue que l'on trouve dans l'Almageste. Ulug-beg, aidé de ses grands instrumens, vérifia quelques-unes des positions qui y sont contenues, & les trouva inexactes. Il eut le courage de recommencer ce travail, & il l'acheva ; mais son entreprise n'est pas si vaste que celle d'Hypparque, il n'observa pas un si grand nombre d'étoiles.

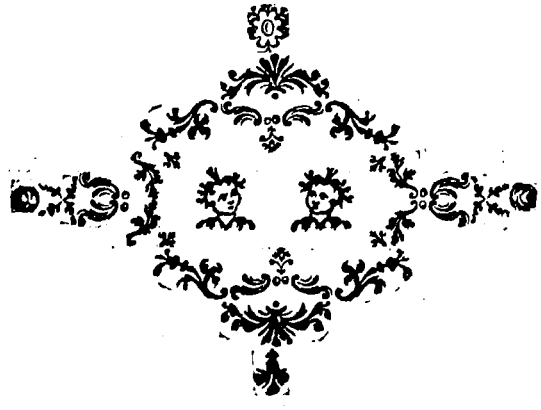
§. XXXVI.

Ulug-beg étoit persuadé que l'application suffit pour exécuter tout ce qu'on entreprend avec ardeur. Cela est vrai pour les hommes de génie : c'est pour prouver ce dont il étoit capable en tout genre, qu'il exécuta ses longs travaux astronomiques. Il n'en fut pas moins un grand prince, l'astronôme n'a rien fait perdre au monarque. Il avoit fait construire à Samarcande un college dont le bâtiment fort élevé servoit d'observatoire. Plus de cent personnes occupées aux sciences, y étoient entretenues avec une énorme dépense. Ce Prince si savant, si magnifique, périt misérablement ; il avoit un fils aîné, dont on prétend que l'astrologie lui avoit annoncé l'ingratitude : ce fils dénaturé se révolta, le vainquit & le fit mourir.

(*a*) M. de la Lande, Astr. art. 2281.

(*b*) Herbelot, p. 935.

Ainſi les ſciences qui étoient remontées vers leur ſource, établies de nouveau dans la Tartarie, ſous le parallèle de cinquante degrés, n'y furent pas long-tems floriſſantes. Avant de paſſer en Europe, nous avons un coup d'œil à jeter ſur la Chine, où l'aſtronomie fut plutôt languiſſante que cultivée, & ſur les climats méridionaux de l'Aſie, où des peuples ſans art & ſans génie, ont conſervé quelques débris des anciennes connoiſſances aſtronomiques.



HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE SEPTIEME.

De l'Astronomie des Chinois & de celles de quelques autres Peuples.

§. I.

Heureuse la nation qui joint la constance à la sagesse ! Elle vit paisible & tranquille, sans s'ennuyer de son bonheur ; bien différente de ces nations inquietes, qui sans cesse tourmentées de leur activité, cherchant & détruisant successivement l'équilibre, oscillent autour du bonheur, & n'atteignent le terme du repos que pour le passer. Mais comme tout est compensé par la nature, cette inquiétude produit le mouvement des pensées ; c'est au sein du trouble, des querelles, & des divisions ; c'est sur le théâtre de l'ambition que le génie s'est

montré à la terre. Il dédommage par les lumieres de ce qui manque en tranquillité. Les rôles sont partagés entre les peuples, & les fonctions sont également augustes ; les uns, comme les peuples de l'Europe, ont été chargés par la nature de développer la perfectibilité de l'homme, de mesurer la grandeur & l'élévation dont il est susceptible : les autres, comme les Chinois, montrent l'image de la félicité qui lui est permise, mais ils sont restés dans l'ignorance, ou du moins dans la médiocrité.

§. II.

Nous avons laissé l'histoire de l'astronomie chinoise à l'époque de 250 ans avant notre ère, à l'époque de Tsin-chi-hoang, qui s'efforça de détruire les sciences, tandis qu'on les renouveloit à Alexandrie, à l'autre extrémité du globe. Mais un trône fondé sur la désolation & la barbarie, ne peut subsister : la dynastie, fondée par ce tyran, ne dura que quarante ans, elle fut détruite l'an 206 par Licou-pang. Ce nouveau prince ramena des tems plus heureux pour les lettres. Les livres cachés & conservés reparurent ; ceux qui avoient été confiés à la mémoire furent écrits de nouveau. On retrouva les cinq Kings & les commentaires de Confucius (*a*). La famille de Licou-pang porte le nom de Dynastie des *Ham*. Sous ces regnes on s'occupa à retrouver les vestiges de l'ancienne astronomie détruite; ainsi nous pouvons regarder ce que les auteurs contemporains ont conservé, comme les restes mutilés de cette ancienne astronomie.

§. III.

Le coup d'œil que nous allons jeter sur l'empire Chinois

(*a*) Préfaces de l'histoire de la Chine par le P. de Mailla.

nous montrera que ces restes ont fondé leur astronomie. Dans la suite des siecles, quelques élémens, quelques vérités leur ont été communiquées; & c'est de ce mélange qu'est composée toute la science des Chinois. Le manque de génie, l'indolence de la nation, son attachement opiniâtre aux usages & aux idées de ses peres, furent sans doute les causes du peu de progrès qu'ils firent dans l'astronomie; mais, ce qui est tout-à-fait singulier, c'est qu'une des principales causes naît de ce que l'astronomie, ou plutôt l'astrologie y étoit liée à l'administration. Si l'administration est constante, la science ne peut changer sans elle, & les erreurs, ainsi consacrées, sont des erreurs éternelles; on ne peut rien innover sans être examiné & autorisé: les esprits qui ont besoin de permission pour prendre l'essor, sont des esclaves; ils deviennent stériles comme les éléphans domestiques.

Les Chinois étoient persuadés que leurs premiers Empereurs, Fohi, Hoang-ti, Yao, avoient eu une connoissance parfaite de l'astronomie, & que les principes en étoient déposés dans les monumens conservés. Ils cherchoient ces principes dans les Koua de Fohi, ou dans les tuyaux de bambou, qui étoient en usage pour la musique au tems d'Hoang-ti: ils combinoient les nombres que Confucius appelle *nombres du ciel & de la terre.* Il étoit aussi ridicule de chercher l'astronomie dans un instrument de musique, que le secret du grand œuvre dans les vers d'Homere. Mais le pis, c'est qu'on regardoit comme des erreurs tout ce qui n'étoit pas renfermé dans ces prétendus dépôts; c'est que l'astrologie avoit posé le sceau de l'autorité sur ces idées bizarres. La Chine composoit presque seule la terre entiere; le ciel n'étoit fait que pour elle: l'Empereur, sa famille, sa maison avoient leur place parmi les constellations. L'harmonie des mouvemens célestes étoit sans cesse comparée

à celle de l'empire; l'une n'étoit pas plus immuable que l'autre. Les altérations célestes avoient des conséquences fâcheuses pour les princes, ou du moins pour les peuples qui sont punis pour eux : & comme il y a des vicissitudes dans les choses les mieux réglées, comme le bien se mêle au mal dans le meilleur gouvernement, il en résulta à la Chine le préjugé que le mouvement des astres ne suivoit pas des loix constantes. Ce mouvement étoit dérangé par les mauvaises actions des Empereurs : de-là plus de progrès; ce préjugé opposoit une barriere insurmontable à tous les efforts. Les anciens astronômes Chinois ont cru, par exemple, qu'il n'y avoit jamais d'éclipse totale de soleil; ils pensoient sans doute que la lune paroissoit toujours plus petite que cet astre: & quand l'observation d'une de ces éclipses démontroit leur erreur, ils avoient recours à un dérangement de l'ordre céleste, qui menaçoit l'empire. Ils ne manquoient pas de citer de pareilles éclipses, qui avoient précédé & entraîné, selon eux, la chûte des dynasties (*a*). L'ignorance étoit intéressée à maintenir ce préjugé; il y avoit peine de mort contre un astronôme, qui s'étoit trompé en prédisant une éclipse, ou en ne l'annonçant pas. Un peuple juste & sage n'auroit pas établi cette loi, s'il n'eût pensé que les phénomènes célestes intéressoient le gouvernement & la paix de l'empire, que les dérangemens de l'un présageoient les désordres de l'autre. Il falloit donc observer le ciel pour veiller sur les princes & sur les peuples; & l'astronôme, ignorant de ces dérangemens, devenoit coupable des fléaux de la terre. La loi étoit barbare, la flatterie vint à bout de l'éluder. Quand une éclipse n'arrivoit pas, on félicitoit le prince, en lui disant que ses vertus l'avoient sauvé; quand une éclipse arrivoit sans

(*a*) Souciet, Recueil d'observ. faites à la Chine & aux Indes, Tom. III, p. 187.

avoir

avoir été prédite, on prenoit le parti d'intimider l'Empereur, en lui faisant entendre que le ciel étoit irrité & annonçoit sa vengeance. Les princes n'étoient pas toujours dupes de ces ruses de l'ignorance, sur-tout quand elles tendoient à les effrayer; mais la flatterie ne manquoit jamais de réussir. Qu'on juge, après cet exposé, comment les Chinois auroient pu reconnoître que la lune peut nous paroître aussi grande, & plus grande que le soleil, puisque les éclipses totales de cet astre, qui en sont la preuve la plus sensible, n'étoient, selon eux, qu'un dérangement de l'ordre physique, produit exprès par le souverain dispensateur des choses, pour annoncer un désordre moral ou politique dans l'empire de la Chine. La voûte céleste n'avoit été produite par la nature, les astres ne s'y mouvoient avec régularité que pour y former une représentation & un miroir des choses d'ici-bas, où on lisoit la destinée de ce vaste empire. L'ignorance croit volontiers que tout est fait pour elle, tous les hommes ont eu ces erreurs; mais les Chinois sont restés au point d'où nous sommes partis, & voilà à quoi sert l'attachement opiniâtre aux anciens usages.

§. IV.

Nous donnerons un exemple de l'importance d'une éclipse. L'an 31 de notre ère, une éclipse de soleil arriva sans avoir été prédite : elle causa beaucoup d'effroi.

L'Empereur fut cinq jours dans la retraite pour examiner sa conduite & son administration; il fit publier un édit dont voici le précis : *la vue du soleil & de la lune nous avertit de penser à nous; il faut se corriger, & par-là prévenir les maux dont le ciel nous menace; pour moi, à peine puis-je parler, je tremble à la vue de mes fautes : je veux que les grands de ma*

Cour me donnent ſincérement leurs avis dans des placets cachetés, & je ne veux pas qu'on me donne le titre de Ching (*a*).

En conſéquence des ordres de l'Empereur, les grands lui donnerent des placets. Le P. Gaubil nous a conſervé celui de Thing-hing. *Selon les regles de l'aſtronomie, les éclipſes de ſoleil ne doivent paroître qu'au premier jour de la lune; cependant depuis quelques années, on en voit pluſieurs au dernier jour. Cela vient de ce que la lune a accéléré ſon mouvement, & par-là le tems de l'éclipſe eſt anticipé. Le ſoleil eſt l'image du ſouverain, la lune l'image des ſujets; les défauts de ceux-ci ont ordinairement leur ſource dans ceux des Souverains* (*b*). Cet édit & ce placet ſingulier font connoître l'influence de l'aſtronomie ſur l'adminiſtration. On voit que la ſuperſtition a pu faire du bien, en avertiſſant les princes de ſe réformer; mais la ſuperſtition eſt une arme dangereuſe, & les Princes ne ſont pas toujours ſi dociles.

§. V.

A la Chine une éclipſe eſt vraiment une affaire d'état. Il ne ſera pas inutile de rapporter ici les cérémonies qui accompagnent l'obſervation de ces phénomènes. Le tribunal des rites, peu de jours auparavant, en donne avis au peuple par un écrit en gros-caracteres. Les mandarins de tous les rangs ſont avertis de ſe rendre avec les habits de leur ordre dans la cour du Tribunal des mathématiques, pour y attendre le commencement du phénomène: ils ſe placent autour de pluſieurs grandes tables, où l'éclipſe eſt repréſentée; ils la conſiderent, & raiſonnent entr'eux ſur ſa nature & ſur ſes influences. Au moment que le ſoleil ou la lune commencent à s'obſcurcir,

(*a*) Le P. Gaubil n'explique pas le titre de Ching.

(*b*) Souciet, Tom. II, p. 167.

ils tombent à genoux & frappent la terre du front; en même tems il s'éleve dans toute la ville un bruit affreux de tambours & de timballes, par l'effet de l'opinion ridicule que ce bruit est nécessaire pour secourir une planete utile, & pour la délivrer du dragon céleste, qui est prêt à la dévorer. Ceci est un grand exemple de l'attachement des Chinois aux anciens usages. Aujourd'hui les grands & les lettrés connoissent enfin la véritable cause des éclipses; mais ils ont tant de respect pour ce qui s'est pratiqué de tems immémorial dans la monarchie, qu'ils conservent ces absurdes cérémonies. Ils se sont élevés, mais si peu qu'ils ont encore les pieds dans la poussiere des préjugés.

Pendant que ces mandarins sont prosternés, d'autres se transportent à l'observatoire, pour y observer le commencement, la fin & la durée de l'éclipse, & pour en faire la comparaison avec la figure qui en a été dressée. Ils portent ces observations signées & scellées de leur sceau, à sa Majesté impériale, qui observe l'éclipse avec le même soin dans son palais (*a*).

§. VI.

La distribution des calendriers est une autre cérémonie, qui se fait avec beaucoup d'appareil & de solemnité. Le calendrier est d'abord présenté à l'Empereur, qui doit le lire & l'approuver. On y joint les prédictions astrologiques, ensuite on l'imprime. On voit à la tête le grand sceau du tribunal des mathématiques, avec un édit impérial, qui défend sous peine de mort d'en imprimer ou d'en vendre d'autres.

Les mandarins de ce tribunal s'assemblent pour accom-

(*a*) Histoire des voyages *in*-12, Tom. XXII, p. 320.

pagner le calendrier, lorsqu'on le présente à l'Empereur: les exemplaires en grand papier, couverts de satin jaune, & renfermés dans des sacs de drap d'or, sont portés sur une machine dorée; on porte à la suite de ceux-ci les exemplaires destinés aux princes, aux grands & à tous les mandarins. Les mandarins astronômes, après s'être prosternés trois fois le front contre terre, délivrent à un officier de l'Empereur l'exemplaire destiné à sa majesté. Chacun des grands & des mandarins vient recevoir le sien à genoux; tous ensuite prennent leur rang dans une grande salle, & à un signal, ils se prosternent vers la partie intérieure du palais, pour rendre grace à l'Empereur de la faveur qu'il vient de leur accorder. Le calendrier s'envoye dans chaque province, où il se réimprime de nouveau; le peuple l'achete; il n'y a point de famille si pauvre qu'elle ne s'en procure un exemplaire. En un mot, le calendrier est si respecté, & passe pour un livre si important à l'état, que le recevoir c'est se déclarer sujet, ou tributaire de l'empire; comme le refuser, c'est déployer ouvertement l'étendard de la révolte (*a*). Ces honneurs rendus au calendrier devoient bien trouver place dans l'histoire de l'astronomie.

§. VII.

On ne doute plus aujourd'hui de l'authenticité des annales chinoises. On sait comment elles furent retrouvées après l'incendie des livres. On sait quelles précautions on mit en usage pour les apprécier & les juger. Ce qui reste de cette antique & longue histoire est à l'abri de tout soupçon (*b*). Mais il y eut plus

(*a*) Histoire des voy. *in*-12 Tom. XXII. p. 325.

(*b*) *Voyez* à la tête de l'histoire de la Chine, traduite par le Pere de Mailla, les Préfaces de ce Pere, de M. l'abbé Grosier, & de M. Deshauterayes.

de désordre & moins de bonheur dans les connoissances mathématiques. Elles ne sont pas à la portée de tous les hommes; elles furent moins facilement conservées. On en recueillit les débris de toutes parts, & sur-tout dans les récits de l'histoire Un siecle avant J. C. on avoit déjà retrouvé quelques préceptes pour le calcul des planetes & des éclipses. On avoit des clepsidres pour mesurer le tems, des instrumens de cuivre construits sur les descriptions des anciens. On s'en servit pour mesurer l'espace occupé dans le ciel par les constellations; on traça des méridiennes par le principe de l'égalité des ombres avant & après midi, comme ont toujours fait les Indiens, comme faisoient sans doute les auteurs de l'astronomie primitive (*a*). On se servoit d'un gnomon de huit pieds pour observer dans toutes les saisons l'ombre méridienne du soleil; & comme la constance en tout est le caractere des Chinois, tous leurs gnomons eurent précisément cette hauteur pendant 1500 ans, & jusqu'à Cocheou-king, qui en éleva un de quarante pieds.

Ils conserverent l'obliquité de l'écliptique de 24°, comme nous apprenons des Grecs qu'elle étoit établie dans toute l'antiquité. Ils avoient divisé anciennement le cercle en 360 degrés; mais à cette époque du renouvellement, ayant adopté l'année de 365 jours un quart, ils eurent l'idée assez bizarre de donner au soleil un degré de mouvement par jour, & en conséquence ils diviserent le cercle en 365° $\frac{1}{4}$; & l'obliquité de l'écliptique, qu'ils crurent toujours de 24 de ces degrés, ne se trouva plus, selon eux, que de 23° 39′ de la premiere division. On retrouva le cycle de 19 ans, avec sept mois intercalaires, absolument semblable à celui qui immortalisa

(*a*) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 42 & 118.

Méton dans la Grece. Bientôt après on trouva à la Chine le cycle de Calippe de 76 ans, & cette correction de la période de 19 ans, placée si près de la nouvelle institution, a plus l'air d'une réminiscence que d'une invention.

§. VIII.

Vers l'an 164 de notre ère, des étrangers venus de l'Occident arriverent à la Chine ; on a cru qu'ils avoient apporté quelques connoissances des travaux d'Alexandrie. Mais il y avoit à peine vingt-cinq ans que l'Almageste étoit composé, les lumieres alors ne se communiquoient pas si vîte aux extrémités du monde (*a*) ; l'Asie n'a eu connoissance de l'Almageste que par les Arabes, & les Chinois n'en ont jamais entendu parler. Cependant, immédiatement après l'arrivée de ces étrangers, on voit paroître quelques vérités astronomiques qui doivent leur appartenir. La révolution de la lune est connue, tant à l'égard du soleil, qu'à l'égard de son apogée & de son nœud ; la durée de l'année est établie un peu plus courte que 365 jours un quart ; l'inégalité du mouvement de la lune est déterminée : mais ce qui est tout-à-fait remarquable, c'est un catalogue de 2500 étoiles, que l'on rapporte à ce tems, c'est-à-dire, à l'an 160 de notre ère. Ce catalogue est perdu. Il est bien extraordinaire, si les étoiles ont été comptées à la vue, qu'il en contienne 1500 de plus que celui de Ptolémée, & presqu'autant que le grand catalogue britannique, que Flamsteed n'a pu dresser qu'avec le secours du télescope. Il semble que l'on doive être tenté de soupçonner l'ancien usage de cet instrument. On pourroit douter de la vérité du fait & de l'existence de ce catalogue : mais le P. Kœgler, Jésuite

(*a*) *Voyez* la cinquieme Lettre à M. de Voltaire.

Allemand, préſident du tribunal des mathématiques à Pekin, poſſédoit une vieille carte chinoiſe des étoiles, faite bien long-tems avant que les Jéſuites & les connoiſſances européennes fuſſent introduits à la Chine. Les Chinois y ont marqué pluſieurs étoiles qu'on ne voit qu'avec des lunettes, & elles ſont marquées aſſez exactement dans l'endroit où le téleſcope les fait appercevoir, en ayant égard à leur mouvement en longitude (*a*). Le fait eſt ſans réplique, & il faut accorder aux Chinois une vue bien perçante pour l'expliquer; mais toujours paroît-il certain que ce catalogue de 2500 étoiles n'a pas été conſtruit à la Chine. Un travail, près de deux fois plus conſidérable que celui d'Hypparque, n'eſt pas l'ouvrage de ceux qui remuent les décombres de l'antiquité pour y trouver les tréſors de leurs peres; c'eſt ſeulement une preuve qu'ils ont été heureux dans leurs recherches.

§. IX.

Un ſiecle après, on trouve quelques connoiſſances du mouvement des étoiles en longitude. Un aſtronôme établit ce mouvement d'un degré en cinquante ans, un autre d'un degré en cent ans. Cette incertitude des Chinois nous porte à croire que leurs réſultats n'étoient pas fondés ſur de bonnes obſervations. Ce mouvement ſuppoſe que la période de la révolution des fixes ſeroit de 18000 ou de 36000 ans: & quand on ſe rappelle que les anciens Grecs (*b*), bien antérieurs à Hypparque, ont rapporté de l'Aſie la connoiſſance de deux grandes années, l'une de 18000, & l'autre de 36000 ans, on a peine à ne pas imaginer au centre de cette partie du monde, un foyer de connoiſſances, qui ont paſſé dans la Grece

(*a*) Souciet, Tom. I, p. 3.

(*b*) Hiſt. de l'Aſtr. anc. p. 469.

& à la Chine. Les aſtronômes Chinois, inſtruits de ces deux périodes, de ces deux traditions ſur le mouvement des fixes, ſe ſont décidés comme ils ont voulu ; le choix étoit arbitraire, puiſque l'autorité étoit égale : & en effet l'une de ces déterminations ne vaut pas mieux que l'autre.

L'idée du mouvement de la terre autour du ſoleil s'étoit conſervée également à la Chine ; on l'y trouve deux ſiecles avant notre ère, & encore deux ſiecles après ; mais elle ſe perdit, on n'y penſa plus depuis. On paroît auſſi avoir eu quelque connoiſſance de l'inégalité des degrés ; mais on ſe trompoit, comme on a fait d'abord en Europe, & l'on croyoit que les degrés alloient en diminuant de l'équateur vers les pôles (*a*). Le P. Gaubil dit ailleurs (*b*) que ſur la fin de la dynaſtie des *Han*, on diſoit que le cercle qui paſſe par les pôles eſt plus petit que celui qui eſt ſous l'équateur ; aſſertion qui eſt exacte & vraie. On ajoutoit même de combien étoit la différence de ces deux cercles : mais ce que l'on en diſoit étoit ridicule. Ces contradictions & ces notions confuſes ſemblent bien appartenir à une tradition ancienne & preſque oubliée.

§. X.

Voila deux grands faits : ſi l'on ſe rappelle ce que nous avons dit ſur la difficulté d'admettre le mouvement de la terre, d'en concevoir ſeulement l'idée, puiſqu'elle eſt contraire aux témoignages des ſens, qui ſont nos premiers guides, & que nous n'abandonnons même qu'à regret, lorſque la raiſon nous avertit qu'ils nous trompent ; ſi nous avons eu raiſon

(*a*) Mss. de M. de Liſle au dépôt de la marine, N° 155, 8, 16, N° 150, 1, 79.

(*b*) *Ibid.* Mss. de M. de Liſle, N° 150, 1, 79.

d'établir

d'établir que ce ſyſtême n'a pu être imaginé que par une eſpece de déſeſpoir philoſophique, & après avoir tenté toutes les explications poſſibles, nous pourrons demander comment il eſt arrivé que ce ſyſtême ſe trouve cependant chez les Grecs, qui n'ont été que des raiſonneurs, chez les Indiens, qui ſont encore des imbécilles, chez les Chinois, qui ont toujours été indolens, pareſſeux ? Ce ſyſtême ſuppoſe des faits amaſſés pour lui ſervir de baſe, des idées ſuivies & des hypothèſes formées & détruites, enfin des efforts pour parvenir à la vérité à travers toutes ces hypothèſes. Des raiſonneurs, des imbécilles & des pareſſeux n'ont pu amaſſer ces faits, ni produire ces efforts : & ſi nous nous étions trompés à l'égard de l'un de ces peuples, ſi l'un d'eux faiſoit exception aux principes vrais que nous avons établis, comment nous ſerions-nous trompés ſur tous les trois ? Les exceptions ſont toujours très-rares, & la reſſemblance de fortune de ces trois peuples, également ſervis par le haſard, pour deviner cette connoiſſance ſinguliere, ſeroit mille fois moins croyable que l'hypothèſe d'un peuple ancien à qui elle appartient, & d'où elle eſt deſcendue chez ces trois peuples. C'eſt ſur la réunion d'une infinité de faits pareils que nous avons établi notre opinion d'une aſtronomie perfectionnée, dont les débris ont été ſemés dans l'Aſie. Nous avons demandé de n'être jugés que ſur leur enſemble ; ils ſont en aſſez grand nombre pour donner du poids à cette opinion, & ſi la ſolidité de l'édifice répond au tems que nous avons employé à ſa conſtruction, aux ſoins que nous y avons apportés, ce n'eſt pas en détachant une pierre ſeule qu'on en déterminera la chûte. Nous n'avons pu rapporter dans l'hiſtoire de l'aſtronomie ancienne tous ces faits, qui ſont liés à des tems plus modernes, mais nous tenons la parole que nous avons donnée de les remarquer.

L'idée de l'inégalité des degrés, l'idée du cercle du méridien passant par les pôles, plus petit que le cercle de l'équateur, est encore bien plus étonnante! Nous ne pressons point cette tradition pour en tirer plus de conséquences en faveur de l'astronomie primitive; nous ne pensons pas qu'on en puisse conclure évidemment que les anciens ont observé l'applatissement de la terre; cette idée de l'inégalité des degrés peut être née de l'erreur des mesures géodésiques. Mais ce qui nous paroît hors de doute, c'est qu'elle ne peut venir qu'à la suite d'une mesure de la terre & de ses degrés. Cependant à cette date, & auparavant, il n'est point question de cette mesure importante; le résultat en est perdu & oublié, ce n'est qu'une tradition confuse. Les Chinois, qui l'avoient quelque tems conservée, l'ont laissé perdre, sans qu'elle ait été le germe d'aucune recherche. Cela seroit inconcevable dans un pays où il existe un tribunal des mathématiques, s'il n'étoit pas évident que cette tradition n'appartenoit pas aux Chinois, & qu'ils l'ont dédaignée, ou parce qu'ils ne l'entendoient pas, ou seulement parce qu'elle étoit étrangere. Cette tradition d'une mesure de la terre paroît avoir beaucoup de rapport avec la mesure exacte, citée par Aristote, & qui venoit indubitablement de Babylone ou de l'Asie. Ce n'est pas la premiere fois que nous avons fait concourir les deux extrémités de ce vaste continent pour établir une vérité astronomique. Nous avons trouvé à Babylone la tradition d'une division du zodiaque, qui subsiste à la Chine; ici c'est la Chine qui fournit la tradition d'une mesure conservée à Babylone. Il en résulte donc, comme nous l'avons supposé, qu'elle appartient à l'Asie. Cette mesure du degré, nous l'avons remarqué, répond à la latitude de 49°. C'est aussi de cette latitude que les Chinois paroissent avoir reçu leurs connoissances.

§. XI.

Des étrangers, venus du royaume Yu-tſe, communiquerent une aſtronomie appelée *Kieou-tche*. Ce royaume Yu-tſe paroît être le pays des Tartares Usbecks. C'eſt donc du pays des Tartares que ſont venues ces connoiſſances, & pluſieurs ſiecles avant Ulug-beg, Holagu, Meliſchah, & les Arabes qui ont renouvelé les ſciences dans l'occident de l'Aſie. La capitale du royaume Yu-tſe s'appeloit Kant-gu. Les Jéſuites ont jugé qu'elle étoit plus ſeptentrionale que Caſgar & Samarcande de 3 à 4°; elle étoit donc vers 46° de latitude nord.

Des livres ſacrés ſont la regle que ſuit la cour du pays de Kant-gu, & c'eſt la regle ou la loi des Po-lo-men (*a*). Po-lo-men eſt le nom qu'on donne aux bonzes de la ſecte de Fo. Les Chinois dans leur prononciation, défigurent abſolument les noms étrangers; nous citerons, pour exemple, le nom de M. Maraldi, qui en chinois eſt Ma-la-cal-ti. Il y a apparence, comme le croit le P. Gaubil, que Po-lo-men eſt le nom défiguré des Brahmanes (*b*). On apperçoit par tout ce que nous venons de dire, que les Brames & les Bonzes de Fo ſont eſſentiellement les mêmes; mais que tous ont leur origine dans le pays Yu-tſe, dont la capitale étoit Kant-gu, où *l'on ſuivoit la loi des Po-lo-men :* & ce pays étant à 46° de latitude ſeptentrionale, nous ramene à la ſource des lumieres que nous avons indiquée dans l'hiſtoire de l'aſtronomie ancienne.

(*a*) Souciet, Tome II. p. 123.

(*b*) *Voyez* la Lettre du P. Gaubil, écrite en 1758 à M. Anquetil, inſérée dans la traduction du Zend-Aveſta. *Voyez* auſſi Souciet, Tome II, page 123.

Mém. de l'Acad. des Inſcrip. T. XXV, p. 45.

§. XII.

Malgré ces ſecours étrangers, la ſcience étoit toujours languiſſante. Quand les richeſſes n'ont point d'uſage, on eſt pauvre au milieu d'elles. Une cauſe particuliere du manque de progrès, c'eſt que l'aſtronomie fut toujours ſyſtématique ; on ne l'appuya pas aſſez ſur les obſervations. Les aſtronômes, au lieu d'examiner les périodes, les méthodes anciennes, pour en corriger les défauts, n'étoient occupés qu'à trouver de nouvelles formes de calcul, de nouvelles périodes, & à s'effacer les uns les autres. On ne croiroit pas qu'un peuple ſi ſage eût été ſuſceptible de cette jalouſie ; il ſemble que l'émulation devoit avoir plus d'effet, & que l'ambition de paſſer ſes concurrens ſuppoſe plus de génie, plus d'efforts & plus de ſuccès. Quoi qu'il en ſoit, l'aſtronomie reſta comme un édifice qu'on détruiroit conſtamment dès qu'il s'éleveroit au premier étage.

§. XIII.

Vers l'an 721, l'Empereur manda un Bonze Chinois de la ſecte de Fo, pour qu'il réformât les méthodes du calcul des éclipſes. Ce Bonze nommé *Y-hang*, fut un aſtronôme célebre ; il conſtruiſit des tables du ſoleil, il commença la théorie de Jupiter ; il dreſſa un catalogue des étoiles, & fit faire des cartes & des globes céleſtes. Il entreprit la deſcription de l'empire par les meſures terreſtres & céleſtes. On détermina le degré de 331 lys ; mais comme la longueur de ce ly eſt inconnue, on ne peut apprécier l'exactitude de cette détermination. Il envoya deux bandes de mathématiciens, l'une au nord, l'autre au ſud (*a*), comme notre ſiecle a vu des

(*a*) Soucict. Tom. II, pag. 75.

académiciens François se partager le pôle & l'équateur, & parcourir le globe pour en connoître la vraie forme. L'entreprise du Chinois n'étoit pas si vaste que la nôtre. On voit qu'il n'a pas eu en vue le progrès de la science, la connoissance de l'univers, dans lequel on ne peut estimer aucune distance que par le rayon du globe. Pour les Chinois, la terre, l'Univers n'est rien; la Chine est tout. Il vouloit connoître la Chine, & pour mesurer les distances & les rapports de ses différentes parties, il pensa qu'il étoit bon d'employer les degrés célestes dont les mesures ont plus d'exactitude que les mesures itinéraires. On apperçoit qu'il avoit une méthode pour déterminer les distances de l'est à l'ouest, c'est-à-dire, la longitude; méthode semblable sans doute à celle d'Hypparque, & fondée sur quelque observation astronomique, telle que celle des éclipses de lune; mais n'est-il pas extraordinaire qu'on ne le sache pas. Les missionnaires n'ont pu nous en instruire. Cette prétendue invention d'Y-hang s'est perdue à la Chine; nous devons dire que cet astronôme fut fortement accusé de s'être approprié les connoissances astronomiques, renfermées dans le Kicou-tche, & de les avoir données comme ses propres découvertes (*a*). C'est Ku-tan, le traducteur du Kicou-tche, qui le dénonça. Nous sommes donc en droit de croire que la méthode de mesurer les longitudes, l'idée de déterminer astronomiquement la longueur du degré terrestre a été prise à cette source. On se rappelera que cette astronomie, appelée *Kicou-tche*, étoit venue du pays Kant-gu des Tartares Usbecks à 46° de latitude. Nous faisons cette remarque sans en tirer toutes les conséquences. Nous observerons seulement que si dans ce pays on a entrepris jadis la mesure de la terre, ou, ce qui revient au

(*a*) Souciet, Tom. II, p. 89.

même, ſeulement la meſure d'un de ſes degrés, c'eſt une nouvelle raiſon de croire que la meſure citée par Ariſtote, dont les auteurs ſont inconnus, mais qui fut certainement exécutée en Aſie, a pu l'être à cette latitude & dans la Tartarie. Alors on conçoit comment l'invention s'eſt perdue à la Chine. Un germe enfermé dans une terre fertile, produit une plante, une fleur & des graines, qui ſe répandent pour de nouvelles productions : mais le premier germe, jeté dans un ſol ingrat, s'y deſſeche & meurt inutile.

§. XIV.

Tout habile qu'étoit cet aſtronôme, ſes connoiſſances, ſans doute empruntées, lui manquerent. Il ſe trompa dans le calcul de deux éclipſes ; il les avoit annoncées avec éclat, il avoit fait ordonner de les obſerver dans toute l'étendue de l'empire ; le tems fut ſerein partout, & les éclipſes ne parurent pas. Ce qu'il y a de pis, c'eſt qu'en travaillant en ſecret à réformer les principes de ſes calculs, il eut la mauvaiſe foi de s'excuſer ſur quelque changement dans le cours des aſtres. Il fit un livre exprès, & les autorités ne lui manquerent pas (*a*) : il prétendit le prouver en citant une prétendue obſervation de l'étoile Sirius, éclipſée par Vénus. Le dérangement ſeroit en effet conſidérable, il s'en faut bien des degrés que Vénus ne puiſſe deſcendre à la latitude de 39°. Peut-être l'obſervation qu'il cita n'étoit-elle pas tout-à-fait fauſſe. Il y a des cometes qui ont été priſes pour Vénus, & une comete a pu éclipſer l'étoile Sirius. Au reſte, Y-hang n'eſt ſans doute pas le ſeul habile homme, qui ſe ſoit enveloppé de la nuit des préjugés de ſon tems pour couvrir ſes fautes ; il eſt plus grand de les avouer. On demandera

(*a*) Soucict, Tom. II, p. 86.

si les hommes sont toujours assez justes pour que l'on use sans danger de cette noble franchise; mais la nature du mensonge ne change point par des considérations particulieres; l'honnête homme est vrai par le respect & l'estime de soi-même.

Un siecle après Y-hang, un astronôme nommé *Su-kang*, parla de la parallaxe, & montra son usage dans les éclipses de soleil. Mais Su-kang étoit, dit-on étranger, & cette nouvelle lumiere étoit encore empruntée.

§. XV.

Après la conquête de Gengiskan, vers 1280, Koblay, son petit-fils, encouragea l'astronomie à la Chine, comme son frere Holagu la renouveloit en Perse. Sous son regne quelque instruction passa de Perse en Chine. (*a*). Les communications avoient commencé à s'établir par la guerre & par les conquêtes. L'Asie presque entiere obéissoit à Koblay & à Holagu; la concorde des deux freres formoit une unité de pouvoir dans cette vaste partie du monde, qui rendoit plus facile le partage des lumieres : enfin le courage tartare donna quelque ressort aux ames chinoises, & Co-cheou-king parut Cet astronôme mérita sa réputation; il est le premier Chinois, qui ait connu la trigonométrie sphérique; il fit un grand nombre d'observations, & entr'autres celle de l'obliquité de l'écliptique, avec un gnomon de quarante pieds : il inventa & perfectionna les méthodes pour les éclipses; enfin il embrassa l'astronomie avec assez d'étendue pour en pouvoir être regardé comme le réformateur. Il s'aida de grands instrumens; parmi ces instrumens, on en cite un, qui a quelque ressemblance avec le micrometre; mais on n'a de toutes ces choses qu'une idée très-confuse. A la

(*a*) Souciet, Tom. I, p. 202.

mort de Co-cheou-king cette lueur s'éteignit; ses instrumens furent serrés, & les Chinois n'en firent pas plus d'usage que de son zele, qu'il ne leur avoit pas laissé.

§. XVI.

Après lui, après le regne de Koblay, l'astronomie dégénéra. Vers la fin du seizieme siecle, le prince Tching fit des efforts inutiles pour la rétablir. Les Tartares, au bout de quelque tems, *cédoient au pouvoir du climat, ils s'amolissoient :* sans action au milieu de la langueur chinoise, leur ressort perdoit sa vertu. Il auroit fallu une nouvelle conquête pour produire une secousse & rendre du mouvement à la machine. Alors les missionnaires Jésuites porterent à la Chine nos sciences & notre religion. C'est à eux que nous avons l'obligation de connoître ce peuple, qui n'est pas recommandable par la gloire des inventions, mais qui mérite d'être admiré par l'antiquité & la constance de ses mœurs, par la sagesse de son administration. Les Jésuites avoient tout ce qu'il faut pour réussir, du zele & des lumieres; ils eurent long-tems un accès libre dans ce pays, où il n'est facile d'entrer que les armes à la main. On traduisit nos principes en chinois & en tartare. Toutes les nouvelles découvertes y furent portées par les relations que les missionnaires conserverent avec nous, & bientôt l'astronomie chinoise ne fut plus que l'astronomie d'Europe. Mais aujourd'hui que les Jésuites sont bannis de la Chine, & qu'ils ne font plus de prosélites, ni pour la religion, ni pour les sciences, nous ne serions pas étonnés que les Chinois, toujours attachés à leurs usages, ne rentrassent dans leur ignorance, pour reprendre leur ancienne astronomie. Si on veut apprécier en peu de mots le mérite des Chinois dans la science dont nous faisons l'histoire, on verra qu'il se borne à des efforts

pour

pour retrouver cette ancienne astronomie perdue, dont l'existence n'est pas douteuse chez eux. De tems en tems des lumieres étrangeres sont apportées dans l'empire; elles rectifient quelques principes, elles produisent quelques efforts: mais comme les progrès ne sont ni suivis, ni liés; comme chaque Chinois recommence l'édifice, des siecles passent sans que la hauteur augmente. Le meilleur de leurs astronômes fut Co-cheou-king: mais qu'a-t-il fait? Il a rassemblé quelques restes de l'astronomie primitive, & les a réunis à l'astronomie communiquée, pour en faire un corps. Voilà ce que fut dans les climats méridionaux, le peuple le plus savant de l'Asie moderne. Voilà ce que fut le peuple, qui a existé le plus long-tems sur la terre. Une longue vie est une faveur du ciel; elle permet des efforts répétés & de longs travaux enchaînés: mais le peuple Chinois nous prouve que la nature n'a rien fait pour l'homme, en lui donnant du tems, si elle ne lui donne encore du génie.

§. XVII.

Nous avons rapporté dans l'histoire de l'astronomie ancienne tout ce qui concerne les Indiens, parce que chez ce peuple, constant dans ses opinions & conservateur obstiné des usages de ses peres, tout porte le sceau de la plus haute antiquité. Maintenant que nous sommes instruits de l'astronomie greque, née à Alexandrie, on pourra nous demander, & ce ne seront point des astronômes qui feront cette question, si ces connoissances n'ont point pénétré dans les Indes, pour fonder les belles tables indiennes que nous admirons. Nous ne devons laisser aucun doute à cet égard, & nous allons le dissiper.

C'est un principe incontestable que l'ignorance, quand elle imite, imite servilement: changer, corriger son modele,

n'eſt pas imiter, c'eſt créer; & cette eſpece d'imitation, ſi c'en eſt une, ne laiſſe aucune trace après elle. D'ailleurs, ſuppoſer les Indiens aſſez ſavans pour corriger les Grecs qu'ils auroient choiſis pour maîtres, c'eſt faire un cercle vicieux, c'eſt ſuppoſer la choſe même qu'on révoque en doute, la ſcience des Indiens : il en faut une très-grande pour réformer des gens éclairés ; & ſi les Indiens, ſi fiers, ſi attachés à leurs uſages, avoient été aſſez habiles pour corriger les enſeignemens des Grecs, ils ſe ſeroient paſſé de leurs leçons ; forcés de prendre des connoiſſances étrangeres, ils les auroient priſes en entier, & les auroient conſervées dans toute leur pureté, comme ils conſervent tout ce qu'ils ont adopté. Quoique le ciel ſoit un grand tableau, expoſé à la vue de tous les hommes, quoique les mouvemens, que la nature opere dans ces lointains, ſoient les mêmes pour tous les pays & pour tous les obſervateurs, cependant les réſultats de l'obſervation different, parce que les vues, les moyens, les talens, les tems ſont différens. La ſcience de l'aſtronomie conſiſte dans la détermination des périodes céleſtes, dans la connoiſſance des inégalités des aſtres & dans celle des points fixes de leurs orbites: lorſque ces élémens ſont entierement ſemblables, on peut conclure qu'il y a adoption ; lorſqu'ils different, quelque peu que ce ſoit, ce ſont des copies de la nature, priſes ſur le même original, mais par des auteurs différens.

Cela poſé, on peut prouver démonſtrativement que les Indiens n'ont rien emprunté de l'aſtronomie greque.

1°. Ils font uſage de la période lunaire de 19 ans, tandis qu'Hypparque & Ptolémée n'ont connu que la période chaldaïque de 18 ans & 10 jours.

2°. Ils ont une année ſolaire de $365^{j}\ 5^{h}\ 50'\ 54''$, tandis que Ptolémée la faiſoit de $365^{j}\ 5^{h}\ 55'\ 12''$.

3°. Le mouvement des étoiles chez les Indiens est de 54″ par an; Ptolémée ne le croyoit que de 36″.

4°. L'équation de l'inégalité du soleil est de 2° 14′ dans les tables indiennes; elle est de 2° 23′ dans l'Almageste.

5°. L'apogée de cet astre est également fixe; mais il est placé au 5° ½ des gémeaux dans l'Almageste, & au 20° de la même constellation dans les tables indiennes.

Ce parallèle, que nous pourrions pousser plus loin, montreroit toujours des différences; nous en parlerons encore dans nos éclaircissemens (*a*). Mais ce que nous venons de dire suffit pour prouver que les tables indiennes non seulement n'ont point été copiées sur l'Almageste de Ptolémée, mais qu'elles n'ont aucun rapport avec ce grand ouvrage.

§. XVIII.

Les Siamois, suivant leur propre histoire, paroissent être d'une date plus récente que les Indiens. Leur époque civile remonte à l'an 544 avant J. C. Voilà la date la plus reculée qui soit dans leur mémoire. Ces peuples sont ignorans & superstitieux, comme tous les Orientaux; cependant ils ont, comme les Indiens, des méthodes très-singulieres & assez bonnes pour calculer les mouvemens & les éclipses du soleil & de la lune. M. de la Loubere, Ambassadeur de France à Siam, rapporta un manuscrit, qui contenoit les regles de leur calcul. Ces regles sont sans explication. Dominique Cassini les déchiffra avec une sagacité extraordinaire, c'est-à-dire, avec le génie qu'il avoit pour l'astronomie. Ces regles sont ingénieuses, mais difficiles à pénétrer. Les difficultés qu'a rencontrées Dominique Cassini, se retrouvent également dans les préceptes des tables

(*a*) *infrà*, Eclairc. Liv. V, §. 41.

indiennes rapportées par M. le Gentil. Il paroît que les anciens Orientaux, toujours myſtérieux, ont eu pour objet de cacher la ſcience, & de ne livrer qu'une pratique aveugle à l'ignorance. Ne ſemble-t-il pas que ce ſoit l'ouvrage d'inſtituteurs éclairés, qui venus chez des nations groſſieres, ont caché leurs bienfaits, ont déguiſé la ſcience pour la faire admettre, pour la proportionner à des conceptions étroites? Ils ſont morts avec la connoiſſance des cauſes & des principes, & la mémoire eſt reſtée chargée de ces regles, qui ſe ſont conſervées dans un pays où l'on conſerve tout. Ces préceptes des Siamois n'ont aucune reſſemblance avec les méthodes de l'Almageſte, avec les anciennes tables des Perſes, avec les méthodes chinoiſes, avec les regles indiennes. Toutes ces méthodes orientales ont une forme très-différente de la forme des nôtres. Il ſeroit intéreſſant que quelque habile aſtronôme tentât de les expliquer & de les rapprocher. Ces différens procédés, comparés entre eux pour diſtinguer ce qu'ils ont de commun, & comparés à l'aſtronomie européenne, pour les ramener aux vrais principes, nous donneroient vraiſemblablement une connoiſſance complette de l'aſtronomie orientale & de l'eſprit de l'antiquité. Tous ces tréſors d'une ſcience grave & formée chez des peuples enfans, nous repréſentent toujours des héritiers, qui ne ſont pas en âge de jouir des biens qu'on leur a acquis. Ce grand ſpectacle, cette étude générale de l'Aſie ne nous a montré que des débris. Nous avons établi un ſeul peuple antérieur, pour former une ſuppoſition plus ſimple; mais les méthodes différentes pourroient faire imaginer pluſieurs peuples, qui, avec des langues diverſes, avec différens degrés d'inſtruction, auroient formé jadis dans l'Aſie un corps ſemblable à celui des peuples de l'Europe. Sans l'art de l'imprimerie, qui eſt fait pour tout perpétuer, une grande révolution phyſique, un

déluge de barbares pourroit changer en déſerts l'Europe floriſſante, & ne laiſſer de nous que de pareils débris. On douteroit de notre exiſtence paſſée, comme on doute de ces peuples, qui ont encore des témoins ſubſiſtans dans ces vieux monumens de l'aſtronomie; dans ces tables, où la ſcience eſt cachée ſous les formes les plus ſimples, dans ces longues périodes des mouvemens combinés des aſtres, dans une détermination préciſe de la longueur de l'année, qui eſt le fruit des ſiecles; enfin dans les inſtitutions de l'induſtrie, de la patience & du tems.

§. XIX.

Le nouveau monde, l'Amérique, ne nous offre point le même ſpectacle que l'Aſie: il n'y a ni méthodes ſavantes, ni longues périodes, ni cette philoſophie profonde, mais décrépite & ramenée à l'enfance par des fables. Le genre humain eſt au premier âge. Les fables ſont des délires & non des emblêmes; cependant on y retrouve encore des conformités ſingulieres. Nous conſidérerons d'abord les Péruviens; Acoſta & Garcilaſſo, qui n'étoient pas de grands aſtronômes, nous ont aſſez mal intruits; mais dans ce qu'ils nous ont appris, on diſtingue des connoiſſances aſtronomiques. Les Péruviens obſervoient les ſolſtices & les équinoxes, au moyen de colonnes érigées devant le temple du ſoleil, au pied deſquelles on avoit tracé un cercle (*a*). On reconnoît la méthode que les Indiens employent pour orienter leurs pagodes (*b*). Ils avoient douze tours, ſuivant Garcilaſſo (*c*), pour marquer les mois, comme les Chinois ont douze palais pour les lunes de l'année. Les Péruviens, auſſi ſuperſtitieux que les Orientaux, appor-

(*a*) Acoſta, *Lib. VI*, *c.* 3.
(*b*) Hiſt. de l'Aſtr. anc. p. 115.
(*c*) Garcilaſſo, *Libro ſecundo*, *cap.* 17.

toient la plus grande attention aux éclipses de soleil & de lune, quoiqu'ils en ignorassent les causes, ou qu'ils n'en connussent que de ridicules. Ils croyoient le soleil irrité contre eux, lorsqu'il leur déroboit sa lumiere, & toute la nation s'attendoit aux plus terribles disgraces. La lune étoit malade, lorsqu'elle commençoit à s'éclipser; elle étoit morte ou mourante, lorsque l'éclipse étoit totale: & comme les anciens Perses avoient annoncé la fin du monde, lorsqu'un astre tomberoit sur la terre (*a*), une superstition semblable, qu'il est singulier de retrouver en Amérique, faisoit craindre que la lune, en tombant, n'écrasât les hommes par sa chûte. Ils faisoient sortir leurs chiens, & à force de coups, les contraignoient d'aboyer, dans l'opinion que la lune aimoit particulièrement ces animaux. C'est peut-être l'origine du proverbe, *aboyer à la lune.*

Les mois des Péruviens étoient lunaires, divisés en quatre parties, qu'ils distinguoient par des noms & par des fêtes. Ainsi voilà l'usage des semaines bien établi dans l'Amérique; le P. Lafficeau ajoute que leur année de 365 jours étoit partagée en douze mois de trente jours, avec cinq jours épagomènes (*b*).

§. XX.

Dans l'Amérique septentrionale, les Iroquois connoissent l'étoile polaire & son immobilité (*c*); remarque assez étonnante pour des peuples chasseurs. Mais ce qui est encore plus étonnant, c'est qu'ils donnent aux étoiles de la constellation de la grande Ourse le même nom que nous (*d*). Nous avons déjà remarqué que les Sauvages des bords de la riviere des Amazones

(*a*) Hist. de l'Astron. anc. p. 356.
(*b*) Mœurs des Sauvages, T. II, p. 225.
(*c*) *Ibid.* p. 232.
(*d*) Weidler, p. 261.

donnent aux étoiles de la tête du Taureau un nom, qui, dans leur langue, signifie *mâchoire de bœuf*. Il est assez extraordinaire de trouver cette identité de noms dans l'infinité des combinaisons possibles. Les Mexicains sont de tous les peuples de l'Amérique, ceux qui paroissent avoir apporté plus de soin au calendrier ; ils avoient un cycle de cinquante-deux ans solaires, chacun de 365 jours. Ce cycle étoit représenté par une roue, chargée de caracteres hyéroglifiques, & environnée d'un serpent dont les nœuds partagent ce cycle en quatre parties de treize ans. Cette maniere de compter par treize s'observoit non seulement dans les années, mais aussi dans les jours du mois : & quoique le mois des Mexicains fût de vingt jours, ils recommençoient à compter par un lorsqu'ils étoient arrivés à treize. On pense que cet usage leur vient du mouvement de la lune, dont ils divisoient la révolution en deux parties de treize jours ; la premiere appelée le tems du réveil depuis le croissant jusqu'à l'opposition, & l'autre, le tems du sommeil depuis l'opposition jusqu'à la disparition de la lune dans les rayons solaires. Mais cette raison est peu vraisemblable ; il est plus naturel de croire, puisqu'ils avoient treize dieux, qu'ils ont voulu, par ces divisions, leur donner le gouvernement des jours & des années. Selon eux, le soleil se renouveloit à la fin de chaque cycle, sans quoi le tems eût fini avec le vieux soleil. Il ne pouvoit durer que cinquante-deux ans ; après cet intervalle il en falloit un neuf. C'étoit un ancien usage dans la nation de se mettre à genoux le dernier jour du siecle, le visage tourné vers l'orient, pour observer si le soleil recommenceroit son cours ; on rompoit tous les vases, on éteignoit le feu, dans l'idée que le monde alloit finir : mais aussi-tôt que le premier jour commençoit à luire, on entendoit retentir les tambours & les instrumens, pour remercier les

dieux d'avoir accordé un autre tems. On achetoit de nouveaux vaiſſeaux, & l'on alloit recevoir du feu de la main des prêtres dans des proceſſions ſolemnelles (*a*).

Dans l'intérieur de la roue, qui repréſente le cycle de cinquante-deux ans, ſont placés les dix-huit mois de l'année des Mexicains : mais ces mois, réunis trois à trois, ne paroiſſent être que les ſubdiviſions d'une premiere diviſion de l'année en ſix parties (*b*); de ſorte qu'on trouve ici une reſſemblance remarquable des Mexicains avec les Arabes & les Chinois, qui ont une pareille diviſion de l'année en ſix parties, & avec tous les peuples de l'Aſie, qui ont eu la période de ſoixante jours, que les Mexicains ont partagée en trois mois de vingt jours. A ces dix-huit mois, ils ajoutoient cinq jours épagomènes; comme les Orientaux.

§. XXI.

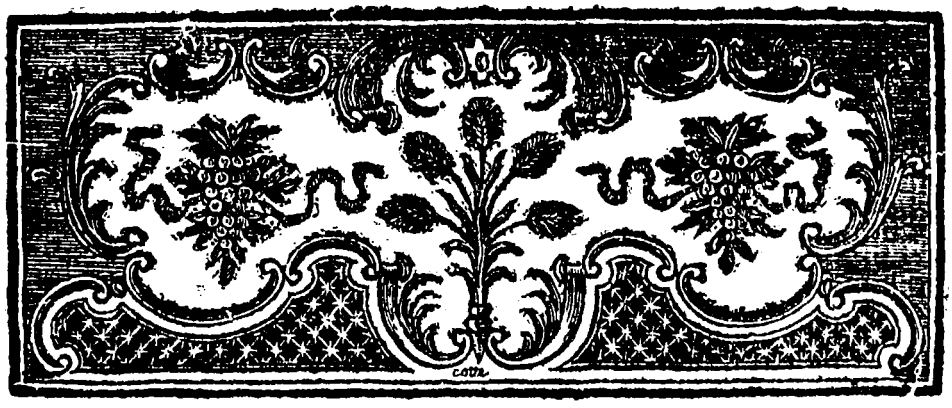
L'Amérique ne poſſede donc que peu de connoiſſances aſtronomiques, ou, pour parler plus juſte, elle n'en poſſede point du tout; elle a ſeulement des inſtitutions civiles qui en ſont dérivées. S'il eſt permis de propoſer des conjectures aſſez bien fondées, on en peut tirer une concluſion importante pour la population du nouveau monde. Les ſuperſtitions des éclipſes, ſemblables dans les deux hémiſphères, les douze tours ou obſervatoires des Péruviens, analogues aux douze palais des Chinois, conſacrés aux lunes de l'année; l'uſage d'orienter les bâtimens, que l'on retrouve en Amérique comme en Aſie, la diviſion du mois en quatre parties, les veſtiges de la période de ſoixante jours, retrouvés dans les mois de vingt jours des Mexicains, les cinq jours épagomènes ajoutés à la fin de

(*a*) Hiſt. des voy. T. XLVIII, p. 16 & *ſuiv.* (*b*) *Ibid.* Voyez la figure.

l'année,

l'année, le ſerpent établi pour emblême des révolutions céleſtes; enfin cette ſuperſtition, qui regarde la fin du cycle comme le renouvelement de toutes choſes, ſuperſtition abſolument la même que celle, qui inventa en Aſie tant de périodes appelées *grandes années;* ces reſſemblances & ces faits n'indiquent-ils pas que les peuples des deux mondes ont une même origine? Et dans cette ſuppoſition, comme l'Amérique n'a pu être peuplée que par le nord, il ſemble naturel de conclure que cette origine commune a été placée au nord de la terre, où les deux continens ſe réuniſſent peut-être par une communication encore ignorée. Une choſe très remarquable, c'eſt le nom de grande Ourſe donné à la même conſtellation boréale par une nation de l'Amérique, & par les plus anciens peuples de l'Aſie, d'où ce nom a paſſé juſqu'à nous. Cette conſtellation ne reſſemble pas plus à une ourſe qu'à autre choſe; c'eſt la fantaiſie & l'imagination qui donnent ces noms; ce ſeroit un ſingulier haſard, que celui qui feroit rencontrer deux peuples dans un choix ſi arbitraire. Il y a même une obſervation importante à faire, c'eſt que l'ourſe étant un animal du nord de la terre, il en naît un ſoupçon, que c'eſt dans le nord que les premiers noms des étoiles ont été impoſés. Ces noms ſe ſont conſervés chez les nations où l'aſtronomie s'eſt perfectionnée, où elle a nommé toutes les étoiles & couvert la voûte céleſte de conſtellations. Quoiqu'il y ait une énorme différence entre l'Aſie jadis civiliſée, aujourd'hui intéreſſante par les reſtes des plus belles connoiſſances, & l'Amérique inculte, ſauvage, & où preſque partout les animaux & les hommes diſputoient l'empire quand on la découvrit, il ſemble cependant qu'il y ait une premiere origine, qui a établi des conformités. Les fils d'un même pere ſe ſont ſéparés, & le haſard qui fait les fortunes, a porté l'un dans l'abondance, a

laiſſé l'autre dans la misère. On diroit que le genre humain, né ſous un climat, qui ne lui a pas permis de ſe perfectionner, en ſe diſperſant par différentes colonies, s'eſt placé dans l'Aſie ſous un ciel plus favorable, où il a développé ſes progrès, tandis que faiſant un tour immenſe pour parvenir en Amérique par le Nord, il a vécu dans ce long trajet ſous un ciel dur, ſur une terre froide, qui engourdiſſoit l'imagination : loin de gagner, il a ſans doute perdu ; & tout a été ſuſpendu pour cette race des hommes, juſqu'au moment où leur voyage s'eſt terminé dans ces contrées aimées du ſoleil, dont ils ſont devenus les enfans.



HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE HUITIEME.

De l'Astronomie d'Europe jusqu'à Copernic.

§. I.

Après un long tour, nous sommes parvenus en Europe. C'est la patrie des arts & des sciences; c'est là que la nature avoit marqué les grands progrès de l'esprit humain, amenés par des efforts suivis & par des circonstances difficiles à réunir; la civilisation des peuples, la durée des empires, & une température qui permet le génie. L'édifice de l'astronomie, fondé dans les premiers âges, renversé par les convulsions de la terre ou par les fléaux politiques, conservé dans ses débris par les anciens peuples de l'Asie, relevé en partie dans Alexandrie & chez les Arabes, va devoir sa grandeur à l'Europe.

L'Italie & l'Allemagne ont commencé, la France & l'Angleterre ont hâté la construction; à ce moment toutes les nations travaillent de concert : l'édifice s'éleve encore, & nous ne pouvons dire où doit s'arrêter le sommet de sa hauteur majestueuse.

§. II.

L'EUROPE, si l'on excepte la Grece & l'Italie, fut longtems barbare. Les conquêtes des Romains, en répandant des mœurs nouvelles, commencerent à la civiliser. On ne peut douter que les habitans de cette partie du monde ne fussent plus modernes que les Orientaux. Les pépinieres du nord ont toujours fourni des hommes aux contrées méridionales. Le nord semble un centre d'où sont sortis plusieurs jets de population & de lumieres. Le premier s'étendit par toute l'Asie, dans des tems très-reculés; de nouveaux essaims, dans des tems postérieurs, trouvant l'Asie occupée, se jeterent sur l'Europe. Enfin dans des tems tout-à-fait modernes, l'excès de la population septentrionale, repoussée par l'Asie & par l'Europe, se déborda en Amérique, & y fonda les empires du Mexique & du Pérou, qui, suivant leurs histoires mêmes, sont des peuples assez nouveaux.

On ne doute point que les Celtes & les anciens Gaulois ne soient primitivement descendus des Scythes. Les premiers habitans de l'Angleterre ont la même origine, puisqu'ils sont Celtes. Mais les plus anciens des peuples Européens sont sans contredit les peuples du nord. Nous avons fait voir que les ancêtres des Suédois avoient connu la vraie longueur de l'année de 365 jours un quart 2300 ans avant notre ère. Les Gaulois, ni les Celtes Anglois, ne sont pas, à beaucoup près, si antiques, ou du moins nous n'avons commencé à les connoître

que par leurs émigrations de Bellovese & de Brennus, & par les guerres où César leur rendit les maux qu'ils avoient faits aux Romains.

§. III.

Qu'il nous soit permis d'appuyer sur un usage de ces Suédois, dont nous n'avons pas tiré toutes les conséquences dans l'histoire de l'astronomie ancienne, mais qu'il est important de considérer ici, parce qu'il décele leur origine. Le commencement de leur année tomboit au solstice d'hiver, ou plutôt vingt jours après, lorsque le soleil se remontroit sur l'horizon, après une absence de quarante jours; ils avoient alors une fête de réjouissance (*a*). Nous n'insistons point sur la conformité de cette fête avec celle qu'on célébroit tous les ans pour Adonis, retrouvé après quarante jours de deuil & de mort. C'est l'absence même du soleil pendant quarante jours, qui mérite qu'on y fasse attention. Quand un peuple a des fêtes, qui ont un but physique, elles sont relatives au climat qu'il habite; il n'a garde de s'affliger, ou de se réjouir pour les phénomènes d'un autre horizon. Nous devons donc en conclure que cette fête des Suédois étoit née des phénomènes mêmes de leur climat, & du plaisir de voir renaître le soleil après l'avoir perdu. Ils ont pu conserver cet usage, en passant sous un ciel que le soleil anime tous les jours de ses regards; c'est l'effet de la force de l'habitude & du respect des usages: mais il est indubitable qu'ils ont habité le climat de 68°, où cette absence du soleil les affligeoit. C'est de cette latitude, c'est du nord de la Suede, qui fut d'abord peuplé, qu'après avoir découvert des pays plus favorisés de la lumiere, ils sont

(*a*) Olaus Rudbeck, *Atlantica*, Tom. I, p. 96.

descendus vers le parallèle de 60°, où leur capitale est établie, & voilà ce que nous voulions remarquer.

§. IV.

Cependant tous ces peuples furent ignorés des Romains; les vainqueurs de la terre n'ont connu que ceux qu'ils ont conquis. Il ne nous ont parlé que des Celtes de la Gaule, de la grande Bretagne & de la Germanie. César fait honneur aux Gaulois d'avoir cultivé l'astronomie; les Gaulois avoient une idée des astres, de leur mouvement, de la grandeur de la terre & de l'univers: ces connoissances étoient établies & consacrées par la religion. On ne peut juger de leur mérite, parce qu'elles étoient renfermées dans des vers faits pour être chantés, qui ne furent jamais écrits; ils auroient cru profaner la science des choses divines par les caracteres vulgaires, qui servoient pour les affaires publiques & privées. (*a*). On pourroit croire que ces connoissances avoient passé de l'Orient dans les Gaules par les Phocéens établis à Marseille, ou par quelques disciples de Pythagore sortis de l'Italie, si César ne disoit pas lui-même (*b*) qu'elles étoient venues de la grande Bretagne. C'étoit du moins la tradition du pays; l'Angleterre étoit dès-lors une nation éclairée, du moins relativement au tems.

§. V.

Quelqu'un s'imaginera peut-être sur cette idée *de la grandeur de la terre & de l'univers*, que les Druides étoient des astronômes. C'est beaucoup, c'est tout d'avoir mesuré la terre & l'univers. Dans nos travaux successifs, nous ne nous proposons pas autre chose; & puisque nous travaillons encore, nous

(*a*) César, *de bello gallico*, L. VI, c. 14. (*b*) *Ibid.* c. 13.

n'avons pas atteint notre objet. Cette expression, précisément parce qu'elle signifie beaucoup, ne signifie plus rien. Les grandes choses que les Gaulois avoient faites dans ce genre étoient renfermées dans des odes chantées. La poësie fait aisément des miracles; *le mensonge & les vers de tout tems sont amis.* L'enthousiasme qui les dicte exagere toujours, & quand on est sous le charme, on est loin de la vérité. Tout étonne les barbares: ils jugent des choses, non par ce qu'elles valent, mais par ce qu'elles leur coûtent. Lorsque dans un pays inculte, asile de quelques hordes sauvages, une de ces hordes, plus forte ou plus guerriere en a vaincu deux ou trois autres, ses bardes ou ses jongleurs disent qu'elle a conquis le monde. Les Gaulois n'étoient pas sans doute dans cet état sauvage, mais ils formoient de petits peuples divisés, qui n'ont pas su se réunir pour se défendre contre les Romains. S'ils ont arpenté grossierement quelque étendue de pays, s'ils ont nommé quelques étoiles, s'ils ont déterminé à-peu-près la durée de l'année, les druides auront dit qu'ils avoient mesuré le ciel & la terre. Tous les esprits, ceux qui se traînent, comme ceux qui ont des aîles, croyent appercevoir les bornes du monde; ces bornes ne sont jamais que celles de notre entendement; & pour apprécier l'expression du savoir des Gaulois, il faudroit avoir la mesure des têtes & des esprits. Cette expression vague ne nous apprend donc rien. Si nous avons établi l'opinion d'un ancien état des sciences dans l'Asie, ce n'est pas sur de pareils rapports; c'est sur des monumens, c'est sur la période de six cents ans & sur une infinité d'autres périodes; c'est sur la détermination exacte de la longueur de l'année; c'est sur les tables & les méthodes savantes des Indiens, des Siamois & des anciens Perses, ces institutions supposent de longs & de pénibles travaux; nous n'en aurions point cru les annales, &

les poësies des peuples, qui en sont les auteurs, nous avons dû en croire les faits qui parlent pour eux. Nous avons jugé que le peuple primitif & détruit a pu habiter sous le parallèle de 49°, & quoique la France soit sous ce parallèle, ce peuple ne fut point celui des Gaules. L'auteur des sciences que nous avons trouvées en Asie, est plus naturellement placé dans cette partie du monde; nous avons montré la difficulté des communications. Eh quoi, les Gaulois auroient fait de grands travaux, & les monumens de leurs succès ne subsisteroient qu'en Asie! Mais ce n'est pas tout; un sol cultivé ne produit pas une plante seule. Lorsqu'une science fait des progrès marqués, les autres ont au moins quelque mouvement; les arts marchent à leur lumiere & à côté d'elles: & si César, qui étoit un homme éclairé, n'a trouvé ni arts ni sciences dans les Gaules; si au contraire la conquête des Romains a policé les Gaules, la question est décidée; & il n'y a plus qu'une chose à répondre, c'est qu'une invasion de barbares y avoit ramené l'ignorance à la place du savoir. Mais un peuple savant & policé laisse après lui des témoins de son existence passée. On voit des chemins tracés, des canaux ouverts, des montagnes coupées; on voit des ruines auprès des habitations nouvelles, & de vastes champs, peut-être incultes, mais auparavant fertilisés pour de grandes subsistances. La terre a un air d'épuisement & de nudité quand l'homme y a passé. Sur-tout elle n'est point couronnée de ces forêts, qui sont les antiques productions de la nature en liberté. Lorsque les végétaux, les arbres périssent de leur mort naturelle, leurs dépouilles fertilisent le sol qui les a fait naître, & préparent une génération plus nombreuse. L'homme, qui consomme beaucoup, arrête la multiplication de toutes les especes; il n'est point policé sans être cultivateur, & dès qu'il cultive, il se multiplie; il

so

se trouve bientôt à l'étroit d'espace & de subsistance ; il prend la hache & les forêts s'abaissent devant lui. Si le pays qu'il a long-tems habité devenoit désert, il faudroit à la nature une longue suite de siecles pour réparer le dommage de son séjour. Jusques-là ses vestiges sont conservés sur la terre par des champs nus & couverts de landes, par des monceaux de pierres & par des amas de salpêtre, qui sont les monumens de son habitation. Il paroît que dans l'origine la Gaule étoit un pays aquatique & marécageux, rempli de vastes forêts, conservées comme la demeure de la divinité, où les druides grossierement atroces brûloient des hommes en son honneur, & où les peuples vaincus par César trouvoient un asyle contre ses armes. Les Gaulois ne sont pas assez inconnus pour qu'on puisse leur accorder un savoir illimité ; ce qu'on en ignore est circonscrit par ce qu'on en sait. Le systême de la métempsycose, le dogme de l'immortalité de l'ame & les autres idées métaphysiques de ce genre sont défigurés par des fables, & ne sont évidemment chez eux qu'une philosophie empruntée. Mais pour nous renfermer dans ce qui concerne l'astronomie, ces peuples ont déterminé leur capacité, ont donné leur mesure en faisant usage d'une période de trente ans, pour concilier les mouvemens du soleil & de la lune. On ne supposera pas qu'ayant inventé les périodes de dix-neuf & de six cents ans, ils les ayent portées dans l'Asie pour les y laisser, & ne conserver chez eux, pour leur usage, que la plus défectueuse de toutes celles qu'on peut imaginer, & celle que des peuples ignorans peuvent adopter lorsqu'ils en sont encore à des essais grossiers. En qualité de François, nous croirions volontiers & à l'antiquité de nos ancêtres & à leur savoir ; mais aux traits que nous venons de recueillir, nous croyons reconnoître dans les Gaulois un peuple nouveau, habitant un sol neuf, qui

n'avoit pas encore été travaillé, ni dévasté par les hommes. Ce que l'on cite de leur savoir astronomique doit se réduire à ces notions générales, qui appartiennent à tous ceux qui voyent les mêmes objets. La perfection des arts & des sciences est réservée à certains peuples, à certains siecles ; elle attend le génie ; mais l'invention premiere n'en a pas besoin : c'est souvent la nécessité qui commande à l'industrie, ou le loisir qui permet quelques remarques faciles.

§. VI.

L'HISTOIRE de l'Europe n'offre pendant long-tems que le spectacle des démembremens de l'empire romain & des querelles des princes qui disputoient ses dépouilles. Charlesmagne fut le premier protecteur des sciences. Il joignit aux belles-lettres quelque teinture de l'arithmétique & de l'astronomie; mais tout cela dans la mesure qui convient à un conquérant né dans un siecle barbare.

Le premier pas que l'on fit vers le renouvelement des connoissances, fut la traduction des élémens d'astronomie d'Alfergan. Jean de Sacrobosco, Anglois, fit un abrégé de l'Almageste & des commentaires des Arabes, qui fut long-tems fameux sous le nom de *traité de la sphere*. C'étoit dans ce livre qu'on étudioit l'astronomie, toute la science y étoit alors renfermée. Il conserva sa réputation dans des tems plus éclairés, comme ouvrage élémentaire ; aujourd'hui il est oublié.

§. VII.

TANDIS que l'Empereur Fréderic II encourageoit les sciences, établissoit des universités, ordonnoit des traductions, Alphonse X, Roi de Castille, surnommé *le Sage*, cultivoit

lui-même l'aſtronomie en Eſpagne. Au lieu de ſe borner à étudier les anciens, il ſe propoſa de les corriger, & donna l'exemple d'attaquer leurs erreurs. Les tables de Ptolémée devenoient de plus en plus défectueuſes; il conçut le deſſein de conſtruire de nouvelles tables. En conſéquence il aſſembla à Tolede, du vivant même de ſon pere, tous les ſavans connus, Chrétiens, Juifs, Maures; il préſida lui-même à leurs travaux, & l'ouvrage, qui en fut le réſultat, les tables appelées de ſon nom *tables alphonſines*, parurent le jour même qu'il monta ſur le trône, le front ceint de cette double couronne. Cet ouvrage lui coûta 40000 ducats. En conſidérant la complication de tous ces cercles, par leſquels Ptolémée & les Arabes ont expliqué les mouvemens céleſtes, le prince dit: » ſi j'avois été appelé au conſeil de Dieu, lorſqu'il créa l'uni-» vers, les choſes euſſent été mieux ordonnées». Mot impie, dont l'aſtronomie auroit vengé la divinité, ſi elle avoit beſoin de l'être, en dévoilant la belle ſimplicité de la machine céleſte.

§. VIII.

Les tables alphonſines ſont fondées ſur les mêmes hypothèſes que celles de Ptolémée; c'eſt le même ſyſtême du monde. Il y a ſeulement quelque différence dans le moyen mouvement des planetes. Ce fut le Juif R. Iſaac Abenſid, ſurnommé *Hazan*, qui fut le principal auteur de ces tables (*a*): auſſi ce Juif y a-t-il mêlé d'abord les rêveries cabaliſtiques. On ſait que, ſuivant les Hébreux, la ſeptieme année eſt ſabathique, mais la quarante-neuvieme eſt la grande année du Jubilé. Ce Juif avoit adopté le prétendu mouvement d'oſcillation ou de trépidation des étoiles en longitude, inventé, ou, renouvelé

(*a*) Riccius, *de motu oct. ſph.* p. 25.

par Thebith. On s'appercevoit bien alors que ce mouvement, borné à 9, ou 10°, ne suffisoit pas pour expliquer la progression des étoiles, qui, depuis Ptolémée, s'étoient avancées de plus de 15°. Il plut à ce Juif de réunir le mouvement progressif avec le mouvement imaginé par Thébith, & de conformer ces hypothèses aux nombres mystérieux de la cabale plutôt qu'aux observations astronomiques. En conséquence il supposa que le premier de ces mouvemens ne s'accomplissoit pas dans 36000 ans, comme Ptolémée l'avoit cru, mais dans 49000 ans, c'est-à-dire, dans 1000 années jubilaires; & il admit une inégalité, une oscillation dont la période étoit de 7000 ans, ou de 1000 années sabathiques; en sorte que les étoiles étoient assujetties à un mouvement libratoire, tantôt direct & tantôt rétrograde, autour d'un point fixe; lequel point avoit lui-même un mouvement toujours direct, qui s'accomplissoit en 49000 ans. Ce mouvement est en tout semblable à celui que nous avons découvert dans les nœuds des satellites de Jupiter (*a*); avec cette différence qu'ici c'est une hypothèse fausse, & que dans le systême de Jupiter c'est un résultat de la théorie, confirmé par l'observation.

Alphonse ou ses astronômes ne tarderent pas à s'appercevoir que le mouvement de trépidation étoit contraire aux phénomènes célestes; ils furent éclairés par les idées saines d'Albategnius sur le mouvement progressif des étoiles : ils le firent, comme lui, toujours direct, d'un degré en 66 ans, & il y eut une erreur de moins dans les hypothèses célestes.

§. IX.

Alphonse, à qui les sciences eurent obligation de ces

(*a*) Bailly, Essai sur la théorie des satellites de Jupiter, p. LI & 143.

tables, fut surnommé *le Sage* ou *l'Astronôme*. Ce dernier titre lui convient mieux que le premier. Il avoit l'esprit élevé, mais peu prudent; il étoit plus savant que politique; sa réputation l'ayant fait élire Empereur d'Allemagne, il profita mal de cet avantage; il ne fit valoir son droit que par des ambassadeurs. Les Electeurs, lassés de l'attendre, élirent à sa place Rodolphe, comte de Hapsbourg. Ainsi la négligence d'Alphonse fonda la grandeur de la maison d'Autriche. Il fut malheureux dans ses propres états; Sanche son fils, à qui il avoit assuré la couronne, trouva qu'il ne mouroit pas assez-tôt, & le détrôna. Le prince Emanuel, son oncle, prononça lui-même dans les états assemblés, la sentence de déposition; & on prétend que l'ambition, qui se couvre souvent du voile respectable de la religion, s'appuya du mot impie qu'il avoit lâché contre l'ordre de l'univers (*a*), & qui dans le fond n'attaquoit que le mauvais systême de Ptolémée. Ses tables, qui lui coûterent 40000, ou 400000 ducats, furent payées cher, mais c'est parce qu'il lui en coûta l'empire d'Allemagne & ses propres états. Mariana (*b*) dit qu'il avoit perdu la terre en contemplant le ciel. La destinée de ce prince est singuliere par sa conformité avec celle d'Ulug-beg; tous deux savans, tous deux curieux d'astronomie, auteurs de tables qui ont également porté & illustré leur nom, & tous deux détrônés par leurs propres enfans. Il seroit cependant injuste d'attribuer à l'amour des sciences le tort qu'Alphonse fit à ses affaires; il a trop embrassé sans doute, mais c'est qu'il manquoit de génie. De grands exemples, anciens & modernes, prouvent que l'étude des sciences ne nuit point à l'art de régner, qu'on peut être à la fois philosophe, conquérant & habile politique: dans

(*a*) Mariana, *Lib. XIV.*

(*b*) *Idem*, *Lib. XIII*, *c.* 20.

l'Asie Holagu, Ulug-beg, Almamon, en Europe Fréderic; mais il faut une tête forte pour réunir des talens si différens, & pour suffire à tant d'entreprises; ou bien l'on se perd dans ses desseins même, & l'on tombe du trône comme Alphonse. On dit qu'ayant découvert par l'astrologie qu'il perdroit la couronne, il devint si défiant, si cruel, qu'il se fit des ennemis de ses propres sujets, & précipita lui-même sa chûte. C'est ainsi que les prédictions se réalisent; l'erreur les a dictées, l'imprudence en amene l'exécution. Ce prince mourut à Seville, détrôné & malheureux, en 1284.

§. X.

Dans ce siecle brillerent deux hommes célebres, l'un fut Albert le grand, évêque de Ratisbone, qui se fit un nom par sa vaste érudition. Il a écrit sur l'astronomie & sur la sphere; mais on ne doit pas oublier que tous ces ouvrages n'étoient que des compilations. L'érudition suffisoit pour la renommée, & l'on étoit un grand homme sans avoir rien inventé. Albert, après avoir abdiqué son siége pour vaquer à l'étude avec plus de liberté, mourut à Cologne l'an 1280, âgé de 81 ans. L'autre fut Roger Bacon, moine & docteur de l'université d'Oxford, qui, dans ces siecles d'ignorance, se distingua par le génie. On ne peut lui refuser l'esprit d'invention, s'il est vraiment l'auteur de cette composition funeste où l'art tire de la nature une force inconnue & prodigieuse, pour l'employer à sa destruction.

Bacon a fait des ouvrages qui appartiennent à l'astronomie. Il remarque que depuis la réformation du calendrier par César, les équinoxes & les solstices anticipoient de neuf jours sur les tems où Ptolémée les avoit observés; il en conclut qu'il y avoit une anticipation d'un jour en 125 ans. Il ne se trompoit

pas de beaucoup. La vraie année ſolaire étant plus courte de onze minutes, commençoit tous les ans onze minutes avant l'année civile, & avançoit d'un jour au bout de 132 ans (*a*). Il reconnut également que la période de Calippe étant en erreur de ſix heures en 76 ans, s'écartoit d'un jour en 304 ans, comme nous l'avons remarqué (*b*). D'où il réſulte une nouvelle imperfection dans le calendrier & dans la célébration de la pâque, réglée relativement à la pleine lune qui ſuit l'équinoxe (*c*). Bacon eut donc la gloire d'avoir prévu la néceſſité de la correction du calendrier.

§. XI.

On a voulu attribuer à Bacon la connoiſſance des effets du téleſcope, ou du moins des verres qui groſſiſſent les objets; mais en diſcutant les paſſages qui le font ſoupçonner, on croit qu'il n'avoit en vue que les ſpheres & les portions des ſpheres, dont les anciens ont connu la propriété pour groſſir les objets. Smith (*d*) lui refuſe même la connoiſſance des verres lenticulaires, c'eſt-à-dire, des verres qui ſont convexes des deux côtés. Il paroît en effet qu'il n'a décrit que l'effet d'une portion de ſphere dont la baſe plane eſt appliquée ſur l'objet, & dont la convexité eſt tournée du côté de l'œil (*e*). Mais ces vues d'un homme, qui étoit au-deſſus de ſon ſiecle, n'ont pas été inutiles à l'humanité. Il eſt probable qu'elles ont amené l'invention des lunettes appelées *beſicles*, qui datent du commencement du quatorzieme ſiecle; & la combinaiſon de ces verres, faite par le haſard, a produit l'invention des téleſcopes.

(*a*) Bacon, *Opus majus*. p. 171.

(*b*) Hiſtoire de l'aſtronomie ancienne, pag. 249.

(*c*) Bacon, p. 172 *& ſuiv.*

(*d*) Smith, *à Compleat. ſyſt. of opt.* T. II. p. 14 & 20.

M. de Montucla, Hiſt des Mat. T. I, p. 424.

(*e*) Bacon, *Opus majus*. p. 352.

Voilà ce qu'on doit certainemenr à Bacon. Mais comment lui faire honneur de la découvette, ou même de l'idée du téleſcope, puiſqu'il attribue à cet inſtrument des effets miraculeux & impoſſibles, puiſque cette découverte, que rien n'a préparée, n'auroit été ſuivie d'aucun progrès, & ſeroit reſtée inconnue, inutile pendant plus de trois ſiecles. Cependant on ne peut nier qu'il n'ait des préſomptions en ſa faveur. C'eſt premierement le paſſage où il dit que Céſar, des rivages de la Gaule, vit à l'aide d'un tube optique (*a*), les ports & les villes maritimes de l'Angleterre. C'eſt enſuite le paſſage où il dit que par le moyen des verres convexes on peut faire deſcendre en apparence le ſoleil & la lune (*b*). C'eſt ce qu'il dit encore ailleurs, que la conſtruction des inſtrumens d'aſtronomie exige des connoiſſances d'optique (*c*). Ces paſſages ſont très-ſinguliers, ſur-tout quand on ſe rappelle que l'on retrouve ces tubes de tems en tems dans l'hiſtoire, comme des traces conſervées d'une invention plus ancienne. Ces tubes ſemblent avoir été connus d'Hypparque & de Ptolémée (*d*). On les trouve à la Chine à différentes époques (*e*). En voici un cité du tems de Céſar; Gerbert en fit uſage au dixieme ſiecle, pour la conſtruction de ſon horloge à Magdebourg (*f*) Peut-être la connoiſſance de ces tubes étoit-elle dans l'optique de Ptolémée, qui exiſtoit encore au tems de Bacon. La conjecture de M. de Caylus, que les anciens ont connu le téleſcope, concilieroit tout (*g*). La tradition auroit pu paſſer juſqu'à Bacon, ſoit par l'optique de Ptolémée, ſoit par quelqu'autre

(*a*) Il ſe ſert du mot *ſpecula*, mais il y a apparence qu'il employoit ailleurs le mot *tube optique*, puiſque M. Wood ſe ſert de cette expreſſion page 122 dans ſon hiſtoire de l'univerſité d'Oxford, & il cite un traité mss. de perſpective de Bacon.

(*b*) Bacon, *Opus majus*. p. 357.

(*c*) Hiſt. des Mathémat. T. I, p. 427.

(*d*) *Infrà* Eclairc. Liv. IV, §. 25.

(*e*) *Infrà*, Eclairc. Liv VI, §. 9

(*f*) *Infrà* Eclairc. Liv. VIII, §. 7.

(*g*) Hiſt. de l'Aſtron. anc. p. 82.

ouvrage

ouvrage également perdu ; & il ſeroit arrivé à Bacon ce qui arrive à tout homme doué de beaucoup d'imagination, qui écrit ſur le récit d'autrui, qui parle des choſes qu'il n'a pas vues ; c'eſt de mêler des effets vrais à des effets impoſſibles.

§. XII.

WOOD, dans ſon hiſtoire de l'univerſité d'Oxford (*a*), ajoute que le tube dont ſe ſervoit Bacon, le fit paſſer pour magicien. La connoiſſance qu'il avoit de la phyſique ſuffiſoit bien pour établir ce ſoupçon dans un ſiecle d'ignorance, & dans une retraite, où la jalouſie domine plus qu'ailleurs. Bacon s'étoit fait moine pour ſe livrer plus tranquillement à l'étude. Il ſe trompa, ſa vie fut malheureuſe ; il vouloit ſubſtituer l'étude des mathématiques aux ſubtilités de la dialectique qui dominoit dans les écoles, & l'autorité de la raiſon à celle d'Ariſtote. Il tenta la réforme de la philoſophie, que Deſcartes exécuta. Tous les deux furent perſécutés ; mais Deſcartes étoit libre, & Bacon, enchaîné par des vœux éternels, fut condamné dans un chapitre général. Le phyſicien y comparut comme magicien : il lui fut défendu d'écrire ; il fut enfermé dans une priſon, d'où il ne ſortit que dans ſa vieilleſſe (*b*).

Ce n'eſt pas que le génie de Bacon n'ait donné réellement dans bien des erreurs. Il croyoit à la pierre philoſophale (*c*), & à l'aſtrologie judiciaire. Mais la tranſmutation des métaux a eu les plus célebres partiſans ; ſon impoſſibilité n'eſt pas démontrée, & l'on peut pardonner à Bacon dans le treizieme ſiecle une opinion, qui dans le dix-huitieme fut celle de Rouelle, un de nos plus habiles chimiſtes.

(*a*) Hiſt. de l'univerſ. d'Oxford, Liv. I, an. 1272.

(*b*) Hiſt. des math. Tom. I, p. 422

(*c*) *Opus majus*. p. 472.

A l'égard de l'astrologie, il en restreignoit beaucoup l'étendue, & en nioit l'infaillibilité. Les astrologues s'appercevoient de la vanité de la science & de la fausseté de leurs prédictions; ils se réservoient des prétextes pour sauver l'honneur de l'art en cas de malheur. On ne sera pas fâché de trouver ici les idées de Bacon sur cette chimere des espérances humaines. Il établit pour principe, d'après Ptolémée (*a*), que les prédictions ne sont vraies que lorsqu'elles sont générales : les prédictions particulieres ne sont que probables. Selon lui, les vrais astrologues n'affirment rien; mais ils considerent comment le corps est affecté par les causes extérieures & par les influences célestes; comment, en vertu de cette altération, l'ame est portée à certains actes : elle n'est point forcée, mais seulement induite & excitée; en sorte qu'elle veut librement ce qui est déterminé par les astres (*b*). On voit ici les efforts de la métaphysique pour conserver la liberté de l'homme, en limitant les principes d'un art mensonger, qui a réellement pour base la fatalité. Leibnitz a dit à-peu-près les mêmes choses, lorsqu'il a voulu conserver cette liberté au milieu d'un monde, où, selon lui, tout est enchaîné, & où cependant l'homme fait librement des actes nécessaires. On avoit depuis long-tems reconnu que les mœurs dépendent en grande partie du climat. Bacon (*c*) prétend qu'Alexandre, ayant trouvé dans l'Asie des nations dont les mœurs étoient cruelles, écrivit à Aristote pour lui demander ce qu'il en devoit faire; le philosophe répondit : si vous pouvez changer la constitution de l'air, laissez les vivre, sinon exterminez les. La réponse vraie ou fausse, n'étoit pas trop philosophique, mais elle prouve que les effets du climat sur les mœurs avoient servi à confirmer

(*a*) Ptolémée, *Centiloquium in principio.* Bacon, *Opus majus.* p. 152.

(*b*) *Ibidem*, p. 159.

(*c*) *Ibid.* p. 248.

l'erreur de l'aſtrologie. On voit que Bacon admettoit principalement l'effet de la conſtitution de l'air, modifié par les influences céleſtes : ce n'étoit, pour ainſi-dire, que l'aſtrologie naturelle. Il y croyoit, comme Hypocrate & Galien qu'il cite, & il penſoit que c'étoit une partie intéreſſante de la médecine (*a*) ; mais il joignoit à tout cela des puérilités qui ne ſont pas excuſables : on en jugera par l'anecdote ſuivante. Un homme, qu'un certain prince faiſoit chercher, vouloit échapper à ſes pourſuites : un aſtrologue lui conſeilla de ſe tenir conſtamment aſſis ſur un grand vaſe plein d'eau ; les aſtrologues, conſultés ſur le lieu où étoit cet homme, répondirent qu'il étoit au milieu de la mer (*b*). Quel tems que celui où l'on croyoit aux prédictions d'un art, qu'il étoit ſi aiſé de mettre en défaut ! Quel homme que Bacon, ſupérieur ſur tant d'objets, ici preſqu'au niveau du vulgaire ! Mais c'étoit l'erreur de ſon ſiecle, & une erreur accréditée par la plus longue poſſeſſion. Quiconque ne rejette pas toutes les idées acquiſes, pour les examiner de nouveau, comme a fait Deſcartes, eſt dans le cas de conſerver bien des préjugés. Avant de prononcer ſur Bacon, tranſportons nous dans ſon ſiecle. Nés cinq cents ans plutôt, & avec moins de génie que lui, nous aurions ſans doute donné plus avant dans l'erreur que nous condamnons aujourd'hui.

§. XIII.

Nous nous ſommes arrêtés ſur cet homme célebre dans un ſiecle qui n'a rien produit ; nous nous hâtons de parcourir rapidement ces tems arides de l'hiſtoire ; & en releguant dans nos éclairciſſemens la foule des traducteurs & des commentateurs

(*a*) Bacon, *Opus majus*. p. 158.

(*b*) *Ibid*. p. 152.

qui furent des écrivains sur l'astronomie, & non des astronômes, nous passons au quinzieme siecle, où deux grands événemens vont changer la face des sciences. L'un fut l'arrivée des Grecs, qui fuyant leur patrie, conquise & opprimée par les Turcs, apporterent en Italie leurs ouvrages, leur exemple & leur génie. L'autre fut l'invention de l'imprimerie, qui répandit ces ouvrages dans l'Europe, avec une rapidité jusque alors sans exemple. Les souverains de ce tems étoient tels qu'ils devoient être pour accélérer la fermentation des esprits, & pour concourir par leur protection & par l'influence du pouvoir, au renouvelement des connoissances. C'étoit l'Empereur Frederic III, Mathias Corvin, Roi de Hongrie, le Pape Nicolas V, Cosme de Médicis qui, fondateur d'une famille illustre, mérita le nom de pere de la patrie, & fut également le pere des muses; enfin c'étoit François premier, qui vint après eux, & dans un regne malheureux & brillant fonda les lettres en France.

§. XIV.

Le renouvelement de l'astronomie commença en Allemagne. Dans les siecles que nous venons de parcourir, nous n'avons point encore vu paroître d'astronômes. Nous n'avons montré que des savans, qui traduisoient les ouvrages des anciens, qui s'instruisoient avec peine & lenteur, dont la vie étoit consumée pour apprendre ce qu'on avoit pensé avant eux, & pour ranger dans leurs têtes, sur autorité & sans examen, les découvertes & les erreurs de l'antiquité. Mais ces savans n'étoient point des astronômes; pour mériter ce titre, il faut ajouter de nouvelles connoissances aux anciennes; il faut suivre de l'œil constamment dans le ciel le mouvement des astres, en fixer la trace par des observations: il faut ensuite,

lorsque ces observations ont été accumulées, les réunir, les combiner, & former une théorie de ces mouvemens, pour se mettre en état de les prédire. D'après cette idée de l'astronôme, le premier qui parut en Europe fut donné par l'Allemagne. Ce fut George Purbach, né en 1423 à Purbach, petite ville située sur les confins de l'Autriche & de la Bavière, & qui seroit inconnue, si George Purbach ne l'avoit pas illustrée.

§. XV.

Purbach étudia dans l'université de Vienne, & après y avoir fait ses preuves de mérite, il forma le projet de voyager pour achever de s'instruire. Il falloit voir les hommes quand les livres étoient rares. Il fut favorablement accueilli du cardinal Cusa, instruit lui-même de l'astronomie; il professa à Ferrare, à Padouë, à Bologne; car alors, lorsque les savans se visitoient, c'étoit une politesse & une marque d'estime de céder à l'étranger la chaire & l'instruction publique. Purbach retourné à Vienne, avec la réputation qu'il avoit acquise, y professa les mathématiques. Plusieurs souverains se disputerent cet homme déjà célebre; mais l'amour de la patrie le fixa à Vienne, où il se livra à l'étude de l'astronomie; il entreprit une interprétation ou un abrégé de l'Almageste de Ptolémée, dont il ne termina que les six premiers livres. Ce fut en s'occupant du calcul, qu'il inventa la division décimale, plus commode que la division sexagésimale.

§. XVI.

L'ouvrage le plus considérable de Purbach sont ses théories des planetes, où il tenta de corriger Ptolémée & les astronômes d'Alponse. Ce qu'elles ont de singulier, c'est que

Purbach y rappela l'opinion de la solidité des cieux, rejetée par Ptolémée. Il y a apparence que cet astronôme ne goûtoit pas le mouvement des planetes dans des cercles fictifs, mobiles eux-mêmes autour d'un point fictif, sans qu'on pût expliquer, ni concevoir quelle puissance retenoit ces planetes & faisoit mouvoir ces cercles autour de ces points. La raison commençoit à demander compte, & c'est le premier pas pour devenir la maîtresse. Il imagina donc des cieux solides, en forme de croissant, comme on le voit dans la figure 9, terminés par deux cercles excentriques; il donna à chaque planete deux de ces cieux. Le cercle extérieur BSKT du premier & le cercle intérieur AFGH du second sont concentriques au monde; le soleil ou toute autre planete portée par le ciel intérieur, est supposée se mouvoir & glisser dans la roue MNDB, tandis que le tout se meut, en entraînant la roue & la planete autour du cercle du monde en 24 heures. Comme la roue est excentrique à la terre ou au monde, elle explique les différentes distances des planetes. Dans le cas où cette hypothèse ne suffit pas pour représenter la différence des distances, Purbach substitue au corps de la planete un épicycle.

Cet épicycle est solide comme les cieux, il roule dans la roue, & porte la planete attachée à la circonférence : la distance peut donc varier encore de tout le diametre de cet épicycle. En donnant de pareils cieux à toutes les planetes, on représente le systême du monde ; & elles sont assez éloignées entr'elles, pour que ces cieux puissent jouer & se mouvoir sans se gêner. Riccioli fait voir que cette hypothèse explique tout ce qu'expliquoient celles de Ptolémée. Des cieux solides sont sans doute une absurdité ; mais rappelons-nous combien la raison humaine a de peine à se défaire de ses anciens préjugés. Ce sont toujours nos premiers jugemens,

notre expérience qui nous trompent. Nous ne connoissons rien de durable sur la terre que ce qui est matériel & solide. Les cieux sont permanens, ou du moins le sentier que suit chaque planete est immuable ; elle ne s'en écarte jamais ; elle a donc des bornes qu'elle ne peut passer, & ces bornes, pour être durables, & plus durables que tous les ouvrages humains, doivent être matériels & solides. Cette solidité étoit une force coërcitive. Nous louons Purbach d'en avoir senti la nécessité ; ce n'est point la premiere fois qu'une vue saine a produit une erreur ; mais quand cette vue subsiste avec l'erreur, elle n'est pas perdue pour l'humanité : elle reste pour produire des efforts plus heureux.

Le cardinal Bessarion, légat du pape Sixte IV, & l'un de ces Grecs savans, qui passerent de Constantinople en Italie, étant venu à Vienne l'an 1460, trouva Purbach occupé de son abrégé de l'Almageste, d'après une version latine d'un manuscrit arabe. Le cardinal lui conseilla d'apprendre le grec, pour se mettre en état de lire l'original & le vrai texte de l'auteur ; il lui proposa, & à son disciple Regiomontanus, le voyage d'Italie. Au moment que Purbach se disposoit à partir, la mort l'arrêta & l'enleva le 8 Avril 1461, à la fleur de son âge ; il n'avoit pas encore 28 ans. Il a la gloire d'avoir été le premier astronôme de l'Europe, & d'avoir fait un disciple plus habile que lui.

§. XVII.

Jean Muller, de Konisberg, ville de Franconie, né en 1436, fut un astronôme célebre, sous le nom de Regiomontanus (*a*). Attiré par la réputation de Purbach, il se transporta à Vienne,

(*a*) *Regiomontanus* est la traduction latine du mot allemand *Konisberg*.

à peine âgé de 15 ans, & Purbach le reçut comme un disciple digne de lui. Cet excellent maître le livra d'abord à l'étude de l'Almageste; mais en lui prescrivant d'étudier à fond l'ancienne astronomie, il lui en dévoloppa les principes. Il lui montra qu'il falloit s'attacher principalement à déterminer le lieu que les points équinoxiaux & solstitiaux occupent dans l'écliptique, puisque c'est en partant de ces points, que l'on compte la longitude des planetes; il faut connoître la position des étoiles fixes, & sur-tout des étoiles zodiacales, auxquelles on compare ces planetes. Il lui fit sentir que sans ces déterminations préliminaires, on ne pouvoit fixer exactement le lieu des planetes dans le ciel, ni observer leur mouvement. Cet habile homme, enlevé trop tôt à l'astronomie, avoit reconnu que pour faire faire des progrès à la science, il falloit la reprendre par ses fondemens. On peut juger de ce qu'auroit fait le génie de Regiomontanus, dirigé dès les premiers pas par de telles instructions, si sa destinée, trop conforme à celle de son maître, n'eût été de périr comme lui à l'âge de 39 ans.

§. XVIII.

Après la mort de Purbach, la chaire qu'il remplissoit à Vienne passa à Regiomontanus, qui, malgré sa jeunesse, étoit seul digne de le remplacer. Il se conserva la liberté de suivre le cardinal Bessarion en Italie. Regiomontanus y donna quelques leçons; il prononça à Padouë un discours sur les progrès de l'astronomie; il y composa divers ouvrages, & entr'autres, des éphémerides, c'est-à-dire, les lieux, les aspects des planetes, & l'état du ciel pour trente années. Il peut être regardé comme le premier auteur de cette espece d'ouvrages. Il eut soin d'y indiquer les jours où l'on devoit célébrer la pâque, conformément à l'usage de l'église & aux decrets des peres.

Les

Les défauts du calendrier avoient introduit beaucoup d'incertitude à cet égard. Les Juifs reprochoient, dit-on, aux Chrétiens leur ignorance ; mais la réformation, si nécessaire, attendoit des astronômes, qui pussent guider les décisions de l'église. Regiomontanus fut appelé à Bude par Mathias Corvin, Roi de Hongrie, qui y formoit une magnifique bibliothèque des manuscrits sauvés de la ruine de Constantinople & d'Athenes. Regiomontanus ne resta pas long-tems dans un pays troublé par les factions & désolé par la guerre ; il revint en 1471 à Nuremberg, où il trouva Bernard Waltherus, l'un des principaux citoyens, riche, jeune, & zélé partisan de l'astronomie. On vit un exemple heureux, mais peu imité, de deux hommes unis par le même goût, qui associerent la richesse au savoir, & firent d'assez grandes choses pour leur tems. Waltherus, avec une dépense digne d'un prince, fit les frais d'un grand nombre d'instrumens astronomiques ; il établit même chez lui une imprimerie. Par un échange heureux, Waltherus donna à Regiomontanus les moyens d'observer, qui manquoient à son génie, & Regiomontanus fit de ce riche citoyen un astronôme, qui a mérité sa célébrité.

§. XIX.

C'EST donc un particulier, qui, par un grand appareil d'instrument, a la gloire d'avoir fondé l'astronomie en Europe, & renouvelé la pratique de l'observation. Nous donnons dans nos éclaircissemens la description de quelques-uns de ces instrumens, il nous suffira de dire ici qu'ils étoient construits sur les principes de ceux de Ptolémée & d'Hypparque. Il y en avoit un particulierement, qui réunissoit à lui seul tous les usages des anciennes armilles. On pourroit le regarder comme universel ; il servoit à observer dans le plan de l'équateur, de

l'écliptique, & des cercles qui leur sont perpendiculaires; il servoit de cadran, &c. On voit dans quelles mains étoit le renouvellement de l'astronomie. Cet instrument n'a pu être défectueux que par l'exécution; tout y étoit du côté de l'invention, il n'y manquoit que les moyens fournis depuis par les progrès des arts. Ajoutez à cet instrument la perfection des mouvemens & des divisions, les lunetes; donnez à Regiomontanus une vie plus longue & suffisante au développement de ses talens, & cet astronôme eût fait peut-être, aidé de Waltherus, une grande partie de ce qu'on a fait dans le siecle dernier pour l'astronomie.

§. XX

PURBACH & Regiomontanus s'apperçurent de l'imperfection des théories anciennes, par une observation de Mars comparé aux étoiles voisines, & où cette planete se trouva éloignée de 2° du lieu indiqué par les tables: il falloit donc les rectifier par les observations. Il ne nous reste de celles qui ont été faites conjointement par ces deux astronômes, que trois éclipses de lune des années 1457 & 1460 (*a*). Quant à la maniere dont ils s'y prenoient pour observer, les longitudes & les latitudes des planetes étoient déterminées par les cercles des armilles; ils prenoient la hauteur du soleil, ou sa distance au zenith avec les grandes regles de Ptolémée: la science n'avoit donc pas fait un pas à cet égard, sinon que les instrumens étoient peut-être mieux exécutés, & donnoient l'espérance d'une plus grande exactitude. Ils avoient du moins dans leur entreprise l'avantage du tems, qui vieillit la science, & qui fait paroître ses défauts comme ceux des hommes: venus

(*a*) *Observationes hassiacæ & noribergæ*, p. 12.

treize ſiecles après Ptolémée, ils avoient tout ce grand intervalle pour partager ſur le nombre conſidérable des révolutions écoulées, l'erreur de leurs obſervations & celle des obſervations anciennes. Mais on doit à l'un de ces aſtronômes une invention très-utile, qui prépara de grands progrès: c'eſt celle d'avoir l'heure vraie des obſervations par la hauteur du ſoleil & des étoiles. Les anciens ne marquoient ſouvent l'heure des obſervations, qu'en diſant le matin, le ſoir, dans le milieu de la nuit; les Grecs d'Alexandrie, qui y mirent plus de ſoin, donnoient l'heure, mais ſans indiquer aucune de ſes ſubdiviſions; ſoit que leurs clepſidres n'euſſent pas une marche aſſez réguliere pour fonder une certaine préciſion, ſoit qu'ils cruſſent que leurs obſervations n'étoient pas aſſez exactes pour mériter ces attentions. Mais en exceptant Jupiter & Saturne, qui ſe meuvent fort lentement, l'incertitude de l'heure préciſe augmentoit infiniment l'incertitude de l'obſervation des autres planetes. Le tems, le nombre des révolutions peut compenſer la préciſion, mais il faut attendre les ſiecles; le tems s'écoule avec peu de fruit, & rien ne peut compenſer ſa perte. Purbach & Regiomontanus conſidérerent le ciel comme un grand cadran, où l'heure étoit écrite de toutes parts. En effet la poſition, la marche de tous les aſtres, leurs diſtances à l'égard du ſoleil, qui regle les heures du jour, pouvant être connues à chaque inſtant, l'obſervation d'un aſtre donne néceſſairement l'heure. En obſervant la hauteur du ſoleil, le calcul donne, au moyen des regles de la trigonométrie, la diſtance de cet aſtre au méridien, meſurée ſur l'équateur. Suppoſons que cette diſtance, déterminée à un inſtant quelconque, ſoit de 40°, le ſoleil paſſe toujours au méridien à midi, le cercle entier de l'équateur y paſſe en 24 heures; c'eſt à raiſon de 15° pour une heure, & de 1° pour 4′: 40° répon-

dent donc à 2^h 40′; & selon que l'observation est faite le soir ou le matin, il est 2^h 40′ de l'après midi, ou 9^h 20′ du matin. Purbach & Regiomontanus imaginerent encore de se servir des étoiles la nuit, au défaut du soleil. Quand on connoît par les catalogues la position d'une étoile dans le ciel, & le lieu du soleil par les tables, on peut toujours calculer leur distance réciproque, mesurée sur l'équateur. Si, par exemple, l'étoile est plus avancée que le soleil de 100°, il faudra que ces 100° passent au méridien & avant elle : ces 100° répondent à 6^h 40′ : & le soleil y ayant passé à midi, l'étoile y passera à 6^h 40′. Cet instant connu, la hauteur observée de l'étoile pendant la nuit, indiquera l'heure, comme celle du soleil pendant le jour. Au moyen de cette hauteur de l'étoile, on peut calculer sa distance au méridien, mesurée sur l'équateur. Supposons que cette distance soit de 20°, qui répondent à 1^h 20′, l'étoile étant vers le couchant, il s'ensuit qu'il y a 1^h 20′ que l'étoile a passé le méridien, & qu'il est par conséquent 8^h précises du soir. Les autres astres ne sont point employés dans cette recherche, parce qu'ayant un mouvement propre, qui est toujours un peu incertain, ils donneroient moins d'exactitude que le soleil & les étoiles. Purbach & Regiomontanus ont eu la gloire d'inventer une méthode qui est restée à l'astronomie moderne; elle sert encore pour avoir l'heure vraie & régler les pendules. Elle fut le germe de plusieurs autres méthodes; & la remarque de la nécessité de marquer l'instant précis des observations, fut un grand pas de la science. C'est par là que Purbach & Regiomontanus ont influé sur l'avenir, & qu'ils ont part aux progrès qui ont été faits après eux.

Cependant celui de ces deux astronômes, qui en est l'auteur, ne s'est point inquiété de s'en assurer l'honneur. Ils n'ont

considéré que son utilité : aussi nous n'avons point osé décider, & faire plus pour eux qu'ils n'avoient fait eux-mêmes. Ce n'est pas qu'il n'y ait quelque présomption en faveur de Purbach, la méthode étoit inventée en 1457. Regiomontanus n'avoit que 21 ans, Purbach en avoit 34, il devoit avoir plus d'expérience, mais Regiomontanus pouvoit avoir plus de génie. Nous n'avons point voulu rompre une fraternité si louable, nous la proposons seulement pour exemple. Bien des savans se disputent de petites inventions, qui ne valent pas celle que ces deux grands hommes ont tranquillement partagée.

§. XXI.

Au mois de Février 1472, parut une comete que Regiomontanus observa, & c'est la premiere comete qui fut observée en Europe. Regiomontanus composa un traité pour montrer comment on peut déduire des observations la grandeur & la distance de la comete par le moyen de sa parallaxe, c'est-à-dire, qu'il appliqua à ces astres, regardés & négligés long-tems comme des météores, les méthodes qui servoient pour déterminer la grandeur & la distance des planetes; il les rapprochoit du rang où l'être suprême les a placés. Jusques-là ces astres n'avoient été vus que comme des signes instantanés, passagers, dont on redoutoit l'apparition, & qu'on ne considéroit qu'avec la curiosité de l'effroi. Regiomontanus sentit qu'ils étoient dignes de l'attention des savans, & en prenant soin de fixer leur lieu dans le ciel, leur distance & leur grandeur, il sembloit pressentir leur permanence, ou du moins il vouloit mettre la postérité dans le cas d'en juger.

§. XXII.

Au milieu de ces travaux, la destinée de Regiomontanus

l'appela à Rome, où il devoit terminer sa carriere. Le Pape Sixte IV s'occupoit de la réforme du calendrier, qui ne devoit être effectuée que plus d'un siecle après & par Grégoire XIII. Sixte IV jeta les yeux sur Regiomontanus pour l'aider dans l'exécution de ce projet, & lui fournir les secours de l'astronomie. On lui fit les plus grandes promesses; on le nomma à l'évêché de Ratisbone. Waltherus resta à Nuremberg pour continuer les observations, & Regiomontanus partit l'an 1475 pour Rome, où il fut reçu avec les plus grands applaudissemens. Mais l'année suivante, au mois de Juillet, n'ayant pas encore 40 ans, il mourut de la peste; ou, comme d'autres le pensent, il périt par la vengeance des enfans de George de Trebisonde, qui laverent ainsi l'injure prétendue qu'il avoit faite à leur pere, en relevant les fautes de sa traduction de l'Almageste. Ces doutes sur le genre de mort de Régiomontanus, prouvent que si le crime a été commis, il n'a point été puni.

§. XXIII.

Dans ces tems où un reste d'ignorance permettoit encore à la fable de se mêler à la vérité, on disoit que Regiomontanus avoit fait une mouche de fer, laquelle étant lâchée à table voloit autour des convives & revenoit sur la main. On parloit d'un aigle, qui vola très-loin au-devant de l'Empereur, & l'accompagna, en planant dans les airs, jusqu'à la porte de la ville. Rapporter ces fables, c'est les réfuter suffisamment. Ramus paroît en être l'auteur, & quoique Gassendi les ait citées, elles n'en ont pas plus d'autorité, parce que les écrivains contemporains ne parlent point de ces inventions mécaniques, qui auroient été assez singulieres pour faire beaucoup de bruit. Schonner fait plus d'honneur à Regiomontanus, en disant qu'il étoit partisan du mouvement de la terre. Si la

mort ne l'eût pas arrêté au milieu de ses travaux, peut-être auroit-il enlevé à Copernic la gloire de la réforme de l'astronomie, & la réinvention du vrai systême du monde. Mais cette opinion étoit ancienne; & Regiomontanus n'ayant rien fait pour la rétablir, ne doit point être distingué dans le nombre des philosophes qui ont eu la même opinion. A côté de cette vue saine, nous trouvons la croyance à l'astrologie; erreur du siecle dont Regiomontanus ne s'étoit pas préservé.

§. XXIV.

Bernard Waltherus étoit né à Nuremberg l'an 1430; il avoit une inclination naturelle pour les mathématiques & sur-tout pour l'astronomie. Il profita des instructions de Regiomontanus, & en l'aidant de ses dépenses pour construire de grands instrumens, ils observerent ensemble jusqu'au départ de Regiomontanus pour Rome, qui fut bientôt suivi de sa mort. Alors Waltherus ayant acheté les livres, les manuscrits & tout l'héritage astronomique que Regiomontanus avoit laissé à Nuremberg, il continua les observations jusqu'en 1504, qui fut l'année de sa mort. On reproche à Waltherus de n'avoir point fait part au public des travaux de Regiomontanus. Possesseur de tous ses papiers, il les tenoit soigneusement sous la clef, & ne souffroit pas que personne les vît. Nous ne l'accuserons point sans preuves d'avoir voulu s'approprier les idées de son maître; mais ce mystere pouvoit en donner le soupçon. Il ne suivoit guères l'exemple de Purbach & de Regiomontanus. Si l'intérêt personnel a corrompu la pureté de l'étude, c'est le fruit des applaudissemens des hommes. La vérité nue & sans récompense, ne manque point d'attraits pour se faire suivre. Dans les tems de ténebres & d'ignorance, où les savans, seuls devant la nature, n'étoient ni admirés,

ni entendus, les ſciences étoient cultivées pour elles-mêmes; mais quand les connoiſſances ont commencé à ſe répandre, quand les premiers eſſais ont été loués, le profit de la gloire a frappé les ames intéreſſées, l'amour de ſoi s'eſt aſſocié à l'amour des ſciences, & leur culture a été profanée. Dès que l'orgueil commande au génie, leurs produits ſont mêlés, les querelles honteuſes & les baſſes jalouſies naiſſent avec les idées ſublimes.

§. XXV.

On voit dans les obſervations de Waltherus que les aſtronômes ſe ſervoient de différentes méthodes pour déterminer le lieu des planetes dans le ciel. Ils avoient d'abord les cercles des armilles qui donnoient directement la poſition des planetes; ils avoient la méthode des alignemens, la plus facile de toutes, parce qu'elle n'exige point d'inſtrument; ils faiſoient encore uſage de la méthode d'eſtimer les petites diſtances des planetes aux étoiles par les diametres apparens du Soleil, de la Lune & même de Vénus (*a*). Ils exprimoient auſſi ces petites diſtances en doigts (*b*). Toutes ces méthodes étoient pratiquées dans l'école d'Alexandrie. C'eſt donc ici l'époque du changement; on y trouve les traces des anciennes, & les commencemens des nouvelles.

Une de ces méthodes nouvelles, plus exacte, mais fondée ſur le même principe que celle des alignemens, eſt la méthode d'obſerver la diſtance d'une planete à deux étoiles pour connoître ſon lieu dans le ciel. On conçoit que connoiſſant la diſtance d'une planete à deux points déterminés du ciel, le point qu'occupe la planete eſt lui-même déterminé. On y

(*a*) *Obſervationes haſſiacæ*, p. 41. (*b*) *Ibid.* p. 55.

parvient

parvient par les regles de la trigonométrie, & par la relation que tous les cercles de la sphere ont nécessairement entr'eux (*a*). Cette méthode a été pratiquée jusqu'à la fin du siecle dernier, & peut-être n'est-il pas impossible que l'usage en soit repris pour une plus grande perfection. Elle appartient à Waltherus, à moins qu'elle ne fût renfermée dans les papiers de Regiomontanus.

§. XXV.

WALTHERUS ne partage avec personne l'honneur d'avoir fait usage des horloges pour mesurer le tems dans les observations astronomiques. C'est en 1484 que nous en trouvons le premier exemple. Regiomontanus ne vivoit plus. Waltherus avertit que la sienne étoit bien réglée, & qu'elle donnoit exactement l'intervalle d'un midi à l'autre; mais l'exactitude dont il parle est relative à son tems, & aux premiers essais d'une application nouvelle. Jusqu'au neuvieme siecle on n'eut d'horloges à roues que celles qui étoient venues de l'Orient, encore étoit-ce des clepsidres (*b*). Pacificus, archidiacre de Vérone, mort en 846, est le premier qui ait fait une horloge muë par des roues & par un poids, sans le secours de l'eau. Pacificus est sur-tout célebre, parce qu'il paroît être l'inventeur de l'échappement (*c*); mécanique ingénieuse où il employa l'inertie d'un balancier, ou d'une masse muë par les roues, à retarder & à régler leur mouvement. Quand on eut l'idée de donner aux horloges un nouveau moteur, en se servant de la pesanteur des corps solides, on put remarquer aisément que ces corps avoient le même inconvénient que l'eau, celui de s'accélérer dans leur chûte, & de tomber plus vîte à la

(*a*) *Suprà*, p. 177.
(*b*) *Suprà*, p. 219.
(*c*) Les gens de l'art appellent cet échappement, échappement à verge, ou à palette.

fin qu'au commencement de leur descente. Ce fut donc en effet une idée très-ingénieuse que celle d'employer une masse, telle qu'un balancier, à retarder continuellement la descente du poids, à détruire l'accélération, & à ne lui laisser dans tous les momens de sa chûte que la vîtesse uniforme qu'il a dans le premier instant. C'est l'effet que produit le balancier circulaire : placé horizontalement, il porte sur son axe vertical deux palettes, qui sont alternativement poussées par les dents d'une roue; tandis que le poids de l'horloge tend à faire mouvoir cette roue, elle fait tourner la palette qui résiste à son effort, & lorsque la dent échappe, la dent opposée tombe sur l'autre palette; par cet effet alternatif le mouvement de la roue, celui du rouage, tour-à-tour interrompu & rétabli, fait que la descente du poids, alternativement libre & suspendue, est toujours au premier instant, & établit, au lieu de l'accélération, l'uniformité de mouvement, qui est le principe de la régularité des horloges. Gerbert en fit une fameuse à Magdebourg en 1003; mais il y a lieu de croire que c'étoit un cadran (*a*). Dans le quatorzieme siecle, on vit construire différentes horloges à Paris, celle de la tour du palais, faite par un Allemand, & qui subsiste encore aujourd'hui; à Londres l'horloge de Walingford, bénédictin Anglois; & en Italie celle de Dondis (*b*). Les horloges se multiplierent, mais il faut croire que ce fut dans les monumens publics, tels que les palais & les églises. Les particuliers n'en avoient point encore chez eux. L'observation de Waltherus en 1484, est le premier exemple connu; il eut des facilités pour cette application heureuse. Les ouvriers de Nuremberg se distinguoient par l'industrie (*c*). Leur talent rendit sans

(*a*) Eclaire. Liv. VII, §. 7.
(*b*) *Ibid.* §. 12.
(*c*) Encyclopédie, article horloge. Veidler, pag. 381.

doute ces horloges plus commodes, plus petites, moins cheres, & plus acceſſibles aux moyens d'un particulier, comme Waltherus, qui d'ailleurs ne regrettoit pas la dépenſe. Il acquit un de ces inſtrumens, auquel la deſtinée avoit attaché la perfection de l'aſtronomie, & le premier, il en fit uſage.

Waltherus eſt auſſi le premier des modernes qui ſe ſoit apperçu des effets de la réfraction. Il proteſte que ce fut avant d'avoir lu ce qu'en diſent Alhazen & Vitellion dans leurs traités d'optique. Mais la poſtérité ne ſtatue point ſur ces proteſtations ; elle ne connoît que les premieres découvertes. Il n'a rien vu de plus que ceux qui l'avoient précédé ; il n'a point fait uſage de cet élément, il eſt même tombé dans quelque erreur : ainſi la théorie de la réfraction ne lui doit rien.

§. XXVII.

Jerôme Fracastor, né à Verone en 1483, fut un poëte célebre, & même un philoſophe recommandable, en ayant égard aux tems où il a vécu. Il prétendit à l'honneur de faire & de renouveler un ſyſtême pour bannir les cercles excentriques, & expliquer tous les mouvemens des aſtres par des orbes circulaires & concentriques. Il avouoit lui-même tenir ſes idées de Jean-Baptiſte Turrius (*a*), ſon compatriote, cité par lui comme un homme de génie. Celui-ci légua, en mourant, ſes opinions à Fracaſtor, & lui demanda de les répandre. Fracaſtor lui en fait honneur dans ſa préface ; mais comme on ne lit guères les préfaces, le nom de Turrius eſt inconnu, & celui de Fracaſtor a quelque célébrité.

Dans le vrai, ce ſyſtême n'appartient ni à Turrius, ni à Fracaſtor ; c'eſt le ſyſtême d'Eudoxe & de Calippe que les

(*a*) Fracaſtor, *de ſtellis* in præf.

deux Italiens se sont efforcé de rajeunir & de rendre vraisemblable. Leur effort annonçoit toujours une grande chose, c'étoit l'ennui du systême de Ptolémée, & le besoin senti d'en créer un autre. En ce sens Fracastor peut être considéré comme le précurseur de Copernic; il n'apportoit pas la vérité, mais il en étoit le présage. Au reste, la complication des homocentriques de Fracastor est extrême; Eudoxe & Calippe n'avoient supposé que 56 spheres pour représenter les mouvemens des planetes; C'étoit bien assez. Fracastor en établit 69, & même jusqu'à 79 (*a*). Comme les mouvemens, les inégalités étoient mieux connus, le rouage devenoit encore trop simple, il falloit ajouter de nouvelles roues à la machine. Fracastor donne 6 spheres aux étoiles, 17 à Saturne, 11 à Jupiter, 9 à Mars, 4 au Soleil, 11 à Vénus, 11 à Mercure, enfin 7 à la Lune.

§. XXVIII.

Cependant, malgré la complication absurde de ces spheres & l'insuffisance du systême, l'ouvrage de Fracastor renferme des vues philosophiques, des idées sous-entendues, dont le développement a produit d'excellens principes. La lumiere ne naît pas tout à coup, elle commence par un crépuscule; les objets, encore sombres, sont vus comme à travers un nuage: mais celui qui les a vus le premier, quoique d'une maniere confuse, a marqué leur place, & on ne doit pas l'oublier.

Fracastor pose pour principe que les planetes ne se meuvent point par elles-mêmes; selon lui, ce sont leurs cercles qui se meuvent (*b*). L'opinion que les astres avoient des ames, ou des intelligences conductrices, n'étoit pas encore tout-à-fait

(*a*) Fracastor, *de stellis*, sect. III, c. 24, p. 217.

(*b*) Fracastor, *de stellis*, sect. I, c. 2, p. 9.

bannie. Des gens, qui prodiguoient moins les intelligences, n'en accordoient qu'une ſeule au monde entier; ils en faiſoient un grand animal, auquel cette intelligence donnoit le mouvement, d'abord à la totalité des parties, enſuite à chacune en particulier, comme l'inſtinct de l'animal meut ſon corps entier, & fait mouvoir chacun de ſes membres. Fracaſtor n'a pas de peine à faire voir le ridicule de cette opinion (*a*); il combat aſſez ingénieuſement l'opinion vraie que les corps des planetes, & non leurs cercles, ſe meuvent. La raiſon, les ſens, dit-il, nous enſeignent que les étoiles ſont emportées tout à la fois par une ſphere : car le mouvement d'une ſphere a cela de particulier, que la vîteſſe des parties, qui ſont proches de l'équateur, eſt la plus grande; la vîteſſe diminue en s'éloignant de ce cercle, juſqu'au pôle où elle eſt nulle. Or il eſt évident que les étoiles ſe meuvent ainſi; celles qui ſont près du pôle n'ont preſque point de vîteſſe. Il n'y auroit rien à objecter à Fracaſtor, ſi la terre étoit ſans mouvement. Le mouvement diurne apparent des étoiles eſt en effet celui d'un globe; il eût fallu deviner qu'il appartient à la terre & non aux étoiles. Voilà ce qu'on tient des ſens, ce ſont des apparences; la raiſon, qui peut ſeule apprendre les réalités, n'avoit point encore parlé par la bouche de Copernic.

§. XXIX.

FRACASTOR croit que les planetes ſont également mûës par des ſpheres, préciſément à cauſe de leurs ſtations & de leurs rétrogradations. Si elles étoient animées, ces corps immortels auroient un cours plus réglé; ſi elles avoient en elles-mêmes la cauſe de leur mouvement, cette cauſe ſeroit unique

(*a*) Fracaſtor, *de ſtellis*, ſect. I, c. 7. p. 18.

& ſimple. Ce qui eſt ſimple & unique n'admet, ni ne peut expliquer les variétés obſervées. En effet, & dans la vérité, les phénomènes ne varient que parce que les aſtres ſubiſſent pluſieurs loix, ſont pouſſés par pluſieurs forces. Comme paſſifs, ils ſont tourmentés, détournés par des actions différentes, mais lorſqu'ils ſont actifs, lorſqu'ils produiſent le mouvement des autres aſtres par une énergie, qui réſide en eux-mêmes, le principe de cette énergie eſt unique; & ſa loi conſtante, ſi elle exiſtoit ſeule, n'auroit que des effets ſimples, ſans inégalités. L'effet de cette énergie ſur eux-mêmes, pour ſe mouvoir, ſeroit ſemblable à celui de leur action ſur les autres planetes; leur marche ne pourroit qu'être réguliere. Mais dans un tems où l'on étoit bien bien éloigné de penſer que les corps céleſtes puſſent agir & réagir les uns ſur les autres, en leur voyant pluſieurs mouvemens, pluſieurs inégalités, on pouvoit croire que les cauſes étoient extérieures, appartenoient à des ſpheres chargées d'imprimer chacun de ces mouvemens; c'eſt un principe très-vrai & très-philoſophique, que ſi la cauſe du mouvement étoit inhérente à la planete, cette cauſe ſeroit unique, & le mouvement ſimple & toujours le même.

§. XXX.

Fracastor marche aſſez méthodiquement, & cette logique eſt utile, même en enchaînant des erreurs; elle apprend à marcher dans la vraie route, quand on l'aura trouvée. Fracaſtor obſervant pluſieurs mouvemens dans les planetes, conclut qu'elles étoient entraînées par pluſieurs ſpheres. Ici il n'étoit pas plus avancé que Calippe & Ptolémée, qui créoient une ſphere ou un cercle à chaque inégalité reconnue (*a*). Le

(*a*) Fracaſtor, ſect. I, c. 3, p. 12.

mouvement des orbes ſupérieurs agit ſur les inférieurs, mais ceux-ci n'ont point d'influence ſur les premiers (*a*); il s'en aſſuroit en remarquant que la ſphere, qui emporte tous les jours les étoiles, agit ſur Saturne & ſur toutes les autres planetes, puiſqu'elles ſont elles-mêmes emportées tous les jours de l'orient vers le couchant. Mais le mouvement de la ſphere des fixes, celui qu'ils appeloient le premier mobile, eſt conſtant & uniforme, s'exerce dans un ſeul ſens, & comme un mouvement qui n'eſt troublé par aucun autre.

Fracaſtor ayant rejeté abſolument les ames qu'on avoit accordées aux aſtres, ainſi que les cauſes intérieures du mouvement, penſe qu'un orbe eſt mu par un autre, comme un corps par un autre. Ce ſentiment, dit-il, a cependant ſes difficultés; car il eſt douteux ſi ces orbes oppoſent quelque réſiſtance ou non. Il ſemble que les planetes étant portées par leur mouvement propre & naturel vers l'orient, elles doivent réſiſter à celui du premier mobile, qui les entraîne vers l'occident. On répondoit que ces deux mouvemens ne ſe nuiſoient pas, parce qu'ils agiſſoient obliquement, l'un dans le ſens du zodiaque, l'autre dans celui de l'équateur. Il faut louer Fracaſtor de n'avoir pas été content de cette réponſe, il faut le louer plus encore des vues que ſon génie lui a ſuggérées. Il nous paroît avoir eu la premiere idée de la décompoſition du mouvement, qui eſt un grand trait de lumiere jeté ſur la phyſique céleſte. Il fit voir que tout mouvement oblique, & pour fixer les idées, un mouvement ſur l'équateur, tel que celui de la révolution diurne des planetes, oblique à l'écliptique, s'accomplit partie en longitude, partie en latitude (*b*). Le mouvement

(*a*) Fracaſtor, ſect. I, c. 6, p. 17.

(*b*) Si un corps ſe meut le long de AC, (*fig.* 10), on peut décompoſer ce mouvement en deux autres, ſuivant AD & AB. Par le premier, le corps s'éleveroit de tout l'eſpace compris entre AB & DC; par le

en latitude eſt indépendant, mais la partie qui s'exerce en longitude eſt oppoſée au mouvement propre de la planete. Ces deux mouvemens peuvent donc ſe faire mutuellement réſiſtance. Fracaſtor le démontre par les corps peſans qui tendent à tomber, & qui réſiſtent quoiqu'on les tire obliquement, & dans une direction différente de la verticale, qui eſt celle de leur chûte (*a*). Mais ſi Fracaſtor avoit aſſez de ſagacité pour bien voir les difficultés, le tems n'étoit pas venu de les réſoudre. Nous ſupprimons ſes explications qui lui feroient peu d'honneur, en cauſant beaucoup d'ennui à nos lecteurs. Les difficultés appartiennent plus à notre ouvrage que les réponſes; car les réponſes meurent, & les difficultés ont une vertu féconde. Ce ſont elles qui le plus ſouvent ont produit les découvertes.

§. XXXI.

Les mouvemens obliques peuvent donc ſe nuire; il faut qu'ils ſoient perpendiculaires pour n'avoir aucune influence l'un ſur l'autre. En conſéquence Fracaſtor établit que les mouvemens de ces ſpheres ſe font dans des directions, qui ſe coupent à angles droits. Il eſt difficile de comprendre comment ces mouvemens ſe combinoient ſans jamais ſe nuire, comment le mouvement ſe communiquoit de ſphere en ſphere, comment la planete obéiſſoit à toutes ces impulſions ſimultanées. Tout cela eſt laborieuſement & confuſément expliqué. Le faux eſt

---

ſecond, il s'avanceroit de tout l'intervalle entre AD & BC. Il eſt évident que le mouvement ſuivant AC fait à lui ſeul ce que font les deux autres; il a donc un effet équivalent. Ainſi, au lieu du mouvement ſuivant AC, on peut toujours ſubſtituer les mouvemens ſuivant AB & BC. Cela s'appelle décompoſition. De même aux deux mouvemens ſuivant ces deux lignes on peut ſubſtituer le ſeul mouvement ſuivant la diagonale AC, ce qui s'appelle compoſition. Le raiſonnement & l'expérience concourent pour démontrer ce théorême qui eſt fondamental & du plus grand uſage dans la mécanique & dans l'aſtronomie phyſique.

(*a*) Fracaſtor, ſect. I, c. 8, p. 21.

toujours

toujours environné d'un jour sombre, dont on n'a point d'intérêt de le tirer : il seroit reconnu s'il se montroit à découvert. Nous laissons ce mécanisme inintelligible pour faire mention d'une idée plus heureuse. Fracastor remarqua que de la combinaison du mouvement propre des planetes avec leur mouvement diurne, de la combinaison du mouvement des étoiles en longitude avec ce même mouvement diurne, il s'ensuivoit que ces astres décrivoient des spirales (*a*). Les planetes, qui, dans l'intervalle d'un jour, ont un mouvement propre, ne peuvent être ramenées par la révolution diurne au point d'où elles sont parties. Le soleil, par exemple, montant au printems vers le tropique d'été, décrit chaque jour à-peu-près un parallèle à l'équateur ; mais la révolution diurne finit à un point plus élevé que celui où elle a commencé. En vertu de ces deux mouvemens, annuel & diurne, il s'avance par des especes de spirales, semblables aux pas d'une vis, ou aux circonvolutions d'un ressort à boudin.

§. XXXII.

Comme Fracastor vouloit établir ses homocentriques, c'est-à-dire, comme il vouloit prouver que les planetes se mouvoient dans ces cercles concentriques au monde & à la terre, il y avoit une difficulté qui l'embarrassoit beaucoup, c'est que les planetes paroissent tantôt plus grandes & plus près, tantôt plus petites & plus loin. Un mouvement dans un cercle unique n'admettoit aucune des variétés, expliquées jusqu'ici par les épicycles & les excentriques. Les planetes devoient être toujours à la même distance, & paroître toujours égales. En conséquence Fracastor ne regardoit cet effet, ces variations que

(*a*) Fracastor, section II, c. 1, p. 45.

comme des apparences qu'il attribue à la réfraction du milieu. Il semble s'être fondé sur le principe de Possidonius, que les images des choses sont aggrandies en passant par un milieu plus épais (*a*); il pense que le ciel est un milieu comme l'air & l'eau, mais composé de parties différemment denses. Il en est qui sont tout-à-fait opaques, comme les globes des astres, où la lumiere est repoussée & réfléchie; d'autres moins denses, laissent passer la lumiere, mais en la réfractant: d'autres enfin très rares & très-subtils, où la lumiere passe librement, & où les images ne sont point altérées. C'est dans ces parties que les astres paroissent de leur grandeur réelle. Lorsque le milieu est plus épais, ces astres paroissent plus grands, & quoiqu'à la même distance, ils semblent plus rapprochés. C'est encore par cette raison qu'il explique la grandeur des astres à l'horizon, où leurs rayons trouvent une atmosphere chargée de vapeurs; & cette grandeur diminue au zénith, où réside un air plus pur (*b*).

Les éclipses totales de lune, qui sont tantôt plus grandes, tantôt moins longues, offroient une autre difficulté; il la résout par le même principe. L'image aggrandie du soleil rend le cône d'ombre de la terre plus large & plus court; lorsque cette image est plus petite, le cône est plus étroit & plus long. La lune est donc plus ou moins de tems à le traverser, & c'est la cause de la durée inégale des éclipses (*c*).

§. XXXIII.

Il y a dans cette explication une chose tout-à-fait remarquable. On connoissoit depuis deux siecles les lunettes, ou

(*a*) *Supra*, p. 120.
(*b*) Fracastor, sect. II, c. 8, p. 61.
(*c*) Fracastor, section III, chap. 22, pag. 203.

besicles, qui servent à soulager les vues affoiblies. Lorsque Fracastor veut prouver que la densité d'un milieu transparent aggrandit les objets, qui sont vus à travers, il observe que cet aggrandissement est proportionné à l'épaisseur du milieu. Entre des objets semblables, vus dans l'eau, ceux du fond semblent plus grands que ceux qui sont à la surface; Fracastor ajoute que si l'on pose deux verres de lunettes l'un sur l'autre, on verra les objets plus grossis que par un seul (*a*). Ici Fracastor touchoit presque à la théorie des télescopes; il n'avoit qu'à éloigner les deux verres: mais un siecle devoit s'écouler encore avant cette invention. A quoi a-t-il tenu que cette idée ne se soit présentée à lui? C'est ce qu'on ne peut dire; le pas semble facile à faire, mais il n'a pas dépendu du hasard: le hasard ne fait rien dans ce monde. Les idées, que nous concevons tout-à-coup, on ne sait pourquoi, & comme par inspiration, sont amenées par une certaine maturité; les autres, celles mêmes qui sont le plus près, attendent leur saison, comme des germes, semés ensemble dans la même terre, ne se développent que successivement & par différentes influences.

Fracastor est encore le premier des modernes, qui ait admis la diminution constante de l'obliquité de l'écliptique: il fit voir qu'elle avoit toujours diminué depuis Ptolémée; & s'appuyant sur la tradition des Egyptiens, qu'on avoit vu jadis l'écliptique perpendiculaire à l'équateur, il annonça que ces deux cercles se confondroient un jour dans un même plan. Le P. Riccioli appelle cela des extravagances (*b*); mais tout ce qu'un bon observateur pouvoit faire alors, c'étoit de remarquer le phénomene de la diminution; le tems n'étoit pas venu de savoir qu'elle appartient à un mouvement oscillatoire.

(*a*) Fracastor, section II, chapitre 8, pag. 63.

(*b*) *Ibid.* sect. III, c. 1, p. 129. Riccioli, *Almag.* T. I, p. 151.

La tradition des Egyptiens & l'annonce de Fracastor étoient également fausses sans doute ; mais Riccioli, venu cent ans plus tard, n'ouvrit point les yeux sur la diminution sensible de cette obliquité, & Fracastor voyoit plus juste que le pere qui se mocque de lui.

Nous nous sommes un peu étendus sur cet astronôme, qui eut quelques pensées philosophiques dans un tems où elles étoient rares. L'esprit humain jouit aujourd'hui d'une masse considérable d'idées, choisies & amassées pendant des siecles ; la multitude des hommes a disparu sans rien apporter à ce dépôt ; ceux qui ont eu le bonheur d'y laisser quelque chose, doivent avoir part à la gloire & à la reconnoissance. Quand Fracastor n'auroit apperçu que la décomposition du mouvement, il mériteroit la mention que nous en avons faite ; il mériteroit sur-tout qu'on oubliât son systême insuffisant & absurde. Nous avons exposé dans ce livre ce que l'astronomie naissante en Europe doit aux talens des trois astronômes célébres, Purbach, Regiomontanus & Waltherus ; nous allons décrire une grande révolution, & montrer ce que la science dût à l'esprit systématique éclairé par le génie.

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE NEUVIEME.

De l'Aſtronomie d'Europe depuis Copernic juſqu'à Tycho.

§. PREMIER.

Ce n'eſt pas aſſez de recueillir des faits, il faut les préſenter ſuivant l'ordre de la nature; mais cet ordre, qui le dévoilera, lorſque la nature eſt ſi profondément cachée? Hommes foibles, revêtus de ſens bornés, ſéduits & trompés par ces guides infideles, nous ne voyons que des apparences, les réalités nous échappent. La vérité ſe couvre de voiles pour ſe ſouſtraire aux regards de la multitude; elle ne ſe laiſſe voir qu'à quelques hommes diſtingués; amans obſtinés, qui la ſuivent à la lueur du flambeau du génie, auſſi brûlant & plus durable que celui de l'amour.

N'eſpérons pas de jamais rien connoître dans les ſciences de la nature ſans les ſyſtêmes. La marche invariable de la démonſtration n'appartient qu'aux ſciences exactes, ſa rigueur fait leur exiſtence; ſans elles les inventions ne ſeroient que des fables, les hommes raconteroient leurs ſonges : la méthode ſeule forme une chaîne continue & ſerrée, où tout découle d'une premiere vérité. Mais dans les ſciences phyſiques, les vérités premieres ſont ignorées. Dans ces recherches, dans ces études différentes, la marche doit-elle être la même? Imaginons deux ou trois avenues, qui partent d'un point commun: ces avenues ſe ſubdiviſent en pluſieurs branches, les rameaux ſe multiplient, il s'établit des communications entre les rameaux, & le labyrinthe ſe termine par une infinité d'iſſues. Ceux qui partent du terme où toutes les routes aboutiſſent, (ce ſont les inventeurs des ſciences exactes & abſtraites), doivent marcher avec prudence, & ne s'avancer qu'avec précaution; il faut que dans ce labyrinthe ils ayent toujours le fil d'Ariane, qui eſt celui de la démonſtration. Ceux au contraire, qui entrent par les dernieres iſſues, errent long-tems dans les rameaux multipliés, & loin de s'avancer vers le terme où ils tendent, ils reviennent ſur leurs premiers pas par les communications. Le découragement doit naître à la place de la patience épuiſée. Des hommes plus courageux, inſtruits de l'art de la divination & des conjectures, (ce ſont les auteurs des ſyſtêmes), ſe propoſent pour ſervir de guides. Nous avons remarqué, diſent-ils, que l'enchaînement de ces rameaux ſuit une certaine loi; dans le nombre de leurs directions, il en eſt qui ſont plus conſtantes : voici le plan que nous avons tracé. La partie de ce plan, déjà parcourue & connue, donne de la confiance pour le reſte : on le ſuit, on avance en effet, mais au bout d'un tems le plan même égare, & on ne fait plus de

progrès jusqu'au moment où de nouvelles conjectures permettent de former un nouveau plan. Les plans se succedent, les systêmes se perfectionnent, & l'on arrive enfin au dernier plan, qui est celui du labyrinthe, ou au dernier systême, qui est le véritable ordre de la nature.

Les systêmes sont utiles; nous disons plus, ils sont nécessaires. Les vérités qui ne sont pas classées sont mal connues; ce sont des personnages illustres dont nous devons dire l'origine, la famille & la parenté : en leur créant des généalogies & des alliances, nous soulageons la mémoire. Sans un ordre quelconque, l'homme se perdroit dans la foule des faits; son intelligence succomberoit sous la masse de ses connoissances. D'ailleurs cette réduction est conforme à l'économie physique de l'univers. Les hommes, soit par raison ou par instinct, ont toujours senti qu'en faisant dépendre plusieurs vérités d'une seule, ils se rapprochoient de la nature, qui, avec un petit nombre de moyens produit la variété infinie des choses.

§. II.

Qu'on ne se plaigne donc pas des systêmes, ils ont rendu les plus grands services à l'esprit humain. La seule loi qu'on leur impose est d'être vraisemblables, aussi-bien que nécessaires à l'explication des faits observés. Ceux qui sont faux sont encore utiles. Si Ptolémée n'eût pas proposé le sien, les modernes n'eussent pas manqué de l'inventer; c'étoit une erreur indispensable placée sur le chemin de la vérité; on ne voit d'abord que par les sens, on juge par eux de ce qui est physique, & l'esprit ne parvient à connoître ce qui est vraiment de la nature, qu'après avoir été long-tems trompé. Le regne des illusions doit passer, mais il ne peut être détruit qu'après avoir existé; nos ancêtres nous ont donc servi, en les épuisant. Sans

les ſyſtêmes on n'atteindroit aucune vérité générale ; ces vérités ne ſe montrent que ſous l'apparence de ſyſtême. Il n'y auroit point de progrès, ce n'eſt que par un ſyſtême qu'on parvient à lier une vérité à une autre. Si le ſyſtême de Ptolémée avoit toujours ſubſiſté, ſi Copernic n'eût pas établi un nouvel ordre dans les diſtances & dans les révolutions des planetes, Kepler, dans le chaos des épicycles & des déférens, n'eût pas démêlé les deux belles loix qu'il nous a laiſſées : & ſans ces loix, qui n'étoient elles-mêmes que des ſuppoſitions, avant la découverte des ſatellites de Jupiter & de Saturne, Newton n'eût pas eu de fondemens pour poſer ſon grand édifice. Ces entrepriſes hardies ſont l'ouvrage du génie. S'il appartient à tous les hommes de blâmer les ſyſtêmes, il n'appartient qu'à un petit nombre d'hommes de les imaginer. Ceux qui les jugent ſont aſſis dans un horizon borné ; ceux qui les conçoivent ſont placés à une certaine élévation, d'où ils jettent autour d'eux un regard étendu. C'eſt de là, & de ces ſommets, que Ptolémée, Copernic, Kepler, Newton ſe regardent, & qu'en comptant les ſiecles qu'ils partagent dans leur gloire, ils ont droit de nous dire : cet univers impoſant & auguſte a été approfondi, deviné par nos penſées ; l'être ſuprême, en le produiſant, l'a vu d'un ſeul coup d'œil ; nous en qualité d'êtres ſubordonnés, nous ne l'avons apperçu que ſucceſſivement & par parties : mais nous avons vu le deſſein de Dieu dans ſon entier, & nous l'avons livré à l'admiration des hommes. Ces découvertes éternelles ſont cependant le produit des ſyſtêmes.

§. III.

Si jamais on a propoſé un ſyſtême hardi, c'eſt celui de Copernic : il falloit contredire tous les hommes, qui ne jugent que par les ſens ; il falloit leur perſuader que ce qu'ils voyent n'exiſte

n'existe pas. Envain depuis leur naissance, où le jour a frappé leurs regards, ils ont vu le soleil s'avancer majestueusement de l'orient vers l'occident, & traverser le ciel entier dans sa course lumineuse; envain les étoiles, libres de briller dans son absence, s'avancent sur ses pas & font le même chemin pendant la nuit; envain le soleil paroît chaque jour, & dans le cours de l'année, s'éloigner des étoiles, qui se dégagent successivement de ses rayons : soleil, étoiles, tout est immobile; il n'est de mouvement que dans la lourde masse que nous habitons. Il faut oublier le mouvement que nous voyons, pour croire à celui que nous ne sentons pas. C'est un homme seul qui ose le proposer, & tout cela pour substituer une certaine vraisemblance de l'esprit, sentie par un petit nombre de philosophes, à celle des sens qui entraîne la multitude. Ce n'est pas tout : il falloit détruire un systême reçu, approuvé dans les trois parties du monde, & renverser le trône de Ptolémée, qui avoit reçu les hommages de quatorze siecles. Sans doute les difficultés produisent le courage; sans doute les entreprises hardies ont des succès proportionnés. Un esprit séditieux donne le signal, & la révolution s'opere. Copernic avoit apperçu la vraisemblance du systême, il osa secouer le joug de l'autorité, & il débarrassa l'humanité d'un long préjugé qui avoit retardé tous les progrès.

§. IV.

Nicolas Copernic, le restaurateur de l'astronomie physique, & l'auteur du vrai systême du monde, naquit à Thorn, ville de la Prusse royale, le 19 Février 1473 (*a*). Il étoit neveu par sa mere, de Wazelrod, évêque de Varmie. Il étudia

(*a*) Muller, Vie de Copernic.

les langues greque & latine dans la maiſon paternelle. Il fut envoyé enſuite à Cracovie pour s'inſtruire de la philoſophie & de la médecine ; il y reçut le bonnet de docteur. Cependant il avoit aimé les mathématiques dès ſa plus grande jeuneſſe ; & il écoutoit plus volontiers le profeſſeur de ces ſciences que le profeſſeur de médecine ; il apprit l'uſage & les principes de l'aſtrolabe. Regiomontanus mourant avoit transféré à Copernic, encore enfant, le flambeau de l'aſtronomie qu'il avoit reçu de Purbach. Frappé de la réputation que Regiomontanus avoit laiſſée, le jeune homme s'enflamma du deſir de l'égaler : parti pour l'italie à l'âge de vingt-trois ans, il s'arrêta à Bologne pour entendre Dominique Maria, qui y profeſſoit l'aſtronomie avec une grande réputation ; il l'aida dans ſes obſervations. Venu à Rome, il y enſeigna les mathématiques avec ſuccès : retourné dans ſa patrie, il fut pourvu d'un canonicat par ſon oncle, & ſe trouva libre, dans ſon habitation de Fruenberg, de ſe livrer à l'étude du ciel (*b*).

§. V.

Copernic dans ce repos, dans une ſolitude où il y a toujours moins de préjugés, où la raiſon a plus d'empire, médita ſur les connoiſſances acquiſes avant lui. Il fonda toutes les hypothèſes ; celle des homocentriques, ou des corps qui circulent uniformément dans des cercles autour de la terre, leur centre commun, ne pouvoit ſatisfaire aux phénomènes ; celle des épicycles & des excentriques d'Hypparque & de Ptolémée n'avoit qu'une complication inſuffiſante. Révolté par cet attirail, choqué de voir que pour conſerver l'uniformité on établit le mouvement autour d'un centre imaginaire ; affligé ſur-tout

(*a*) Weidler, p. 352.

que la philosophie connût si mal le monde, & fît si peu d'honneur à son immortel auteur, en lui prêtant un mécanisme indigne de son intelligence suprême, il chercha des secours dans l'antiquité. Les opinions de Martianus Capella, & celles qu'on attribue à Apollonius de Perge, le satisfirent davantage. Le premier plaçoit, d'après les anciens Egyptiens (*a*), le Soleil entre la Lune & Mars, & faisoit tourner autour de lui Vénus & Mercure. Le second faisoit plus, dit-on (*b*), il y faisoit tourner aussi Mars, Jupiter & Saturne; & le Soleil, accompagné de toutes ces planetes, marchoit autour de la terre comme la Lune. Nous n'avons lu nulle part dans les anciens qu'Apollonius de Perge ait eu cette idée, & eût prévenu Tycho dans son systême; aussi ne garantissons nous pas le fait.

Copernic sentit que ces systêmes avoient un grand avantage, c'étoit celui d'expliquer les stations & les rétrogradations des planetes. Mais né avec un esprit très-juste, il n'approuvoit pas que le soleil fût le centre de tous les mouvemens sans être le centre du monde; que cet astre tournât autour de la terre, non seulement dans une année, mais dans un jour, entraînant avec lui toutes les planetes. Il n'y a point d'arrangement si révoltant que celui-là, & c'est bien une preuve de l'inconséquence de l'esprit humain, de l'envie de produire des idées nouvelles, que Tycho ait osé le proposer après celui de Copernic.

Copernic se rappela dans ses méditations que Pythagore avoit retiré la terre du centre du monde, pour y placer une *plus digne substance*, c'est-à-dire, le feu ou le soleil; il trouva dans Cicéron que Nicetas de Syracuse avoit fait mouvoir la

(*a*) *Infrà*, Eclairc. *Lib. IV*, §. 47.

(*b*) Gassendi, *in vitâ Copernici*, Tom. V.

terre autour de ſon axe, pour expliquer le phènomène du lever & du coucher des aſtres. D'autres paſſages de Plutarque montroient que ces opinions avoient été celles de pluſieurs philoſophes (*a*). Copernic conçut le projet de former un ſyſtême plus vraiſembable que celui de Ptolémée, en réuniſſant ces penſées profondes, mais long-tems rejetées.

§. VI.

Les préjugés tenoient encore dans les bonnes têtes, même dans celles qui cherchoient à s'en débarraſſer; celui des anciens ſur la forme ſphérique occupoit Copernic. Il commence ſon grand ouvrage des révolutions céleſtes par établir que la figure du monde eſt ſphérique: c'eſt, dit-il, la plus parfaite, celle qui comprend le plus de choſes dans un eſpace donné, & en même tems celle qui eſt la plus propre à ſe conſerver. Cette forme eſt celle de preſque toutes les parties figurées de la matiere; c'eſt celle du ſoleil, de la lune, de tous les aſtres: les gouttes d'eau la prennent naturellement lorſqu'elles parviennent à l'équilibre; cette forme doit être celle de l'aſſemblage des parties, c'eſt-à-dire du monde (*b*).

Copernic poſe pour principe celui qui fut le plus cher à l'antiquité. Une ſphere, dit-il, ſe meut circulairement; elle exprime ſa forme par ſon mouvement même. Ce mouvement n'a ni commencement, ni fin que l'on puiſſe diſtinguer, & il revient ſans ceſſe ſur ſoi par des révolutions ſucceſſives. Copernic obſerve que les inégalités des mouvemens ont des retours réglés; ce qui ne pourroit arriver, ſelon lui, ſi les mouvemens n'étoient pas circulaires. Ces retours exigeoient

(*a*) *Aſtronomia inſtaurata, ſive de revolutionibus orbium cœleſtium, Epiſt. ad Paul III.*

(*b*) *Aſtron. inſtaur., ſive de revol. orb. cœleſt.* p. 1.

ſans doute une courbe fermée, où le mouvement pût revenir ſur lui-même, & repaſſer périodiquement par les mêmes circonſtances. Mais pourquoi les anciens n'avoient-ils que le cercle devant les yeux? Copernic conclut que ces mouvemens doivent être uniformes, puiſqu'on ne peut concevoir aucune cauſe d'inégalité, ſoit étrangere, ſoit inhérente à ces corps ſi bien ordonnés & ſi bien réglés. D'où il ſuit que ces inégalités doivent venir, ou du mouvement dans pluſieurs cercles, ou de ce que la terre n'eſt pas au centre du mouvement. (*a*).

§. VII.

C'EST ainſi que Copernic s'avançoit par des raiſonnemens ſages, aſſez bien liés, aſſez philoſophiques, à cela près de quelques taches de la rouille des préjugés. Il remarque que quand on apperçoit des corps ſe mouvoir, les apparences ſont les mêmes, ſoit que l'objet regardé ſe meuve, ſoit que ce ſoit le ſpectateur lui-même qui ſoit en mouvement. Il s'enſuit donc que ſi la terre change de place, nous attribuerons ce changement aux objets céleſtes. Or on obſerve un mouvement, qui, chaque jour, emporte tous les aſtres, excepté la terre, d'orient en occident. Si vous tranſportez ce mouvement en ſens contraire à la terre elle-même, ſi vous établiſſez qu'elle ſe meut tous les jours d'occident en orient, vous verrez que les apparences ſont telles qu'elles doivent être en conſéquence de cette hypothèſe. Le ciel eſt le lieu commun de tous ces aſtres; il eſt plus naturel d'en faire mouvoir un que dix mille; il eſt plus ſimple de ſuppoſer la terre en mouvement & le ciel en repos. Voilà l'opinion de Niceras: le ſoleil, la lune, les étoiles, tous les aſtres, paroiſſent ſe lever à l'orient, & venir

(*a*) *Aſtron. inſtaur., ſive de revol. orb. cœleſt.* p. 6.

se coucher à l'occident. *La terre, par son mouvement rapide autour de son axe, produit les mêmes apparences, qui auroient lieu, si la terre étant en repos, le ciel lui-même étoit en mouvement* (*a*). En rappelant ici ce passage de Cicéron, où s'est conservée l'opinion de Nicétas, nous n'avons point intention de faire tort à Copernic, mais nous imitons ce grand homme, qui n'a point dissimulé ce qu'il devoit aux anciens; il cite lui-même les pensées qui l'ont guidé; il indique la route qu'il a suivie (*b*).

§. VIII.

Copernic raisonnoit sur la gravité, qui devoit immortaliser Newton, il la définissoit assez bien : *un certain desir naturel, donné par l'être suprême à toute les parties de la matiere, au moyen duquel elles tendent à s'unir sous une forme complette & unique, & à se former en globe.* La rondeur du soleil & de la lune enseigne que cette force existe en eux. Les anciens, qui voyoient tous les corps graves tendre au centre de la terre, pensoient que cette tendance indiquoit le centre du monde. Si la gravité, si la pesanteur existe dans tous les corps célestes, il n'y a plus de raison pour préférer la terre : elle paroît être le centre de tous les mouvemens; mais transportez-vous par la pensée dans tous ces corps, dans le soleil lui-même, vous croirez encore être au centre de tous les mouvemens. Ce n'est donc pas cette raison qui doit décider, c'est la simplicité des causes (*c*). Cette réflexion, qui appartient uniquement à Copernic, doit lui faire beaucoup d'honneur. Copernic fait voir ensuite que la grandeur de la terre n'est rien en comparaison de celle de l'univers. Tous les grands

(*a*) Cicéron, *Quæst. acad. Lib. IV*, §. 39. Hist. de l'Astron. anc. p. 221.

(*b*) Copernic, *Epist. ad Paul. III.*

(*c*) Copernic, *de revol.* p. 16.

cercles du ciel se partagent en deux parties égales, à l'égard d'un œil placé au centre : pour peu que cet œil s'en écarte sensiblement, le partage ne sera plus égal. Or, comme nous voyons toujours sur l'horizon la moitié des cercles du ciel, il s'ensuit que même sur la surface de la terre, nous les voyons comme si nous étions au centre ; nous n'en sommes donc pas sensiblement éloignés, & la grandeur du rayon de la terre, quoique de 1500 lieues, est infiniment petite & tout-à-fait insensible, relativement à la distance des cercles célestes (*a*). Qu'on n'aille point en conclure que la terre est au centre du monde, car il ne s'agit ici que d'apparences ; tous ces cercles sont fictifs, leur grandeur est réglée par la distance des astres. Du centre de chaque planete, on en peut imaginer de pareils, pour établir, par de semblables raisons, que l'étendue de leurs globes n'est rien en comparaison des espaces de l'univers. Chaque œil a sa sphere, dont il est le centre ; le véritable centre du monde ne peut être que celui des mouvemens.

§. IX.

Si l'on en croit Muller (*b*), Copernic pensoit que la lumiere des étoiles vient du soleil, & il s'en étonne, attendu la prodigieuse distance, qui les sépare dans l'hypothese de cet astronôme. En effet les étoiles n'auroient pas tant d'éclat, si à cette distance, elles brilloient d'une lumiere réfléchie. Mais Muller a tort de s'étonner, Copernic ne nous paroît point avoir eu cette opinion absurde ; il représente le soleil au centre de toutes les planetes, comme un pere au milieu de sa famille : il dit qu'il illumine tout, mais cela doit s'entendre de toutes les planetes (*c*). Au reste si Copernic avoit conservé cette

(*a*) Copernic, *de revolutionibus orbium cœlestium*, p. 9.

(*b*) Muller, notes sur Copernic *in revol.* p. 22.

(*c*) Copernic, p. 21.

erreur, que nous avons trouvée chez les Arabes (*a*), il s'eſt enveloppé dans des expreſſions trop générales pour décider la queſtion : elles permettent le doute, & en meſurant ſes opinions par ſon génie, on le lavera de ce ſoupçon. Toutes ces réflexions, toutes ces idées ſont les pas de la ſcience. Copernic y avoit introduit plus de philoſophie qu'on n'avoit fait depuis Hypparque. La chaîne de ces raiſons le conduiſoit à l'ordre de ſon ſyſtême. Il établit le ciel des étoiles abſolument immobile. Enſuite l'orbe de Saturne, de Jupiter, de Mars, de la terre entraînant la Lune qui tourne autour d'elle, de Vénus, de Mercure ; enfin le Soleil immobile au centre. Si vous ajoutez à cette diſpoſition le mouvement de la terre ſur ſon axe en 24 heures, vous aurez l'explication de tous les phénomènes. C'eſt le ſyſtême de Copernic.

Toutes les planetes ſont affectées de l'apparence du mouvement annuel de la terre autour du ſoleil ; il eſt ſingulier que les étoiles ſoient réellement fixes à nos yeux, & ne participent en rien à ce mouvement. Il ſemble qu'en nous tranſportant d'une extrémité de l'orbe à l'autre, ces objets fixes devroient, en vertu de cette tranſlation, nous paroître changer de place. La prodigieuſe diſtance des étoiles, dit Copernic, eſt la réponſe à cette objection. Pour un œil placé dans une étoile, la grandeur de notre orbe ſeroit abſolument nulle, ne paroîtroit qu'un point ; & quant à nous, qui marchons autour du ſoleil, l'apparence de cette orbe deſſinée dans le ciel s'évanouit & échappe par ſa petiteſſe à notre vue. Ce langage eſt celui de Copernic même (*b*) ; ſon ſyſtême n'étoit pas nouveau, relativement aux deux mouvemens de la terre, mais il préſente ſes idées avec une aſſurance, qui eſt la confiance du génie ; il

(*a*) *Suprà*, p. 225.

(*b*) Copernic, p. 22.

les

les conçoit avec une force de tête, qui marque qu'elles lui étoient propres. Si elles n'eussent point paru avant lui sur la terre, il les auroit inventées; elles prennent entre ses mains un caractere original.

§. X.

QUOIQU'AUJOURD'HUI le systême de Copernic n'ait plus d'adversaires, il convient cependant que nous rapportions ici les raisons qui ont engagé à l'admettre, & celles qui en ont fait une vérité fondamentale de l'astronomie. On n'attend pas que nous en donnions des preuves mathématiques. Il est des choses dans la nature que nous ne verrons jamais des yeux du corps; & nous ne devons pas le regretter, lorsque sur la terre même, qui est notre empire, où nous pouvons atteindre les choses pour les toucher, nous reconnoissons que ces yeux nous trompent sans cesse sur la grandeur, la distance & le mouvement des objets. Le raisonnement, fondé sur l'analogie & la vraisemblance, est presque toujours plus sûr que le témoignage de ce sens.

Nous examinerons d'abord le mouvement diurne. Si la terre est en repos, si le ciel se meut autour d'elle en 24 heures, voilà donc une multitude d'étoiles obligées de se mouvoir; il faut qu'elles conservent entr'elles les mêmes espaces & les mêmes distances, & malgré ce mouvement répété tous les jours, rien n'est sensiblement changé dans leurs configurations depuis l'existence du monde. L'imagination est effrayée de la rapidité qu'il faut supposer à ce mouvement. (*a*). Quelle que soit la distance

(*a*) La distance du soleil à la terre est de 22918 demi-diametres de notre globe, la distance de Saturne en contient par conséquent 218431. Les étoiles doivent être au-delà de l'orbe de Saturne, cela ne peut être contesté; mais en supposant qu'elles ne soient pas sensiblement plus éloignées, leur sphere a au moins un rayon de 218431 demi-diametres terrestres. Si on calcule la circirconférence qui convient à ce rayon,

des étoiles, elle ne peut être que très-grande; une sphere de ce rayon se mouvroit avec une vîtesse au moins de 23000 lieues par seconde, tandis que le globe de la terre accompliroit les mêmes apparences, en se mouvant sur lui même avec une vîtesse de 238 toises par seconde, c'est-à-dire, avec une vîtesse seulement plus que double de la vîtesse d'un boulet de canon. Les anciens étoient embarrassés de concevoir tant de vîtesse, & tant d'ordre en même tems, dans la marche des étoiles; c'est pourquoi ils les avoient attachées sur une sphere de cristal, qui les emportoit toutes à la fois, sans altérer leurs distances réciproques. Cependant comment ce mouvement étoit-il transmis aux planetes, qui sont placées au-dessous des étoiles, à diverses distances, & qui chacune ont un mouvement propre, différent, & contraire au mouvement diurne? Ces planetes avoient chacune leur sphere solide; mais si ces différentes spheres étoient attachées par des liens quelconques à la sphere des étoiles, comment les planetes avoient-elles un mouvement contraire? Et si toutes ces spheres n'étoient point liées, ne tenoient point ensemble, comment le mouvement diurne & universel leur étoit-il transmis? D'ailleurs les cometes ont brisé ces cieux de verre, elles les traversent en tout sens; & lorsqu'elles paroissent, soit qu'on les suppose ou créées pour un tems, ou créées pour l'éternité, elles ne manquent pas de céder à ce mouvement général, & d'accomplir leur révolution diurne autour de la terre. C'est pour obvier à ces difficultés, que les Orientaux avoient donné à chaque planete une intelligence pour la conduire; & il en falloit

---

on trouvera que si les étoiles se meuvent autour de la terre, c'est avec une vîtesse de 22 à 23 mille lieues par seconde; vîtesse énorme! Au lieu que si la terre se meut sur elle-même, les points de son équateur ne parcourent que 9000 lieues en vingt-quatre heures, & 238 toises ou environ par seconde.

beaucoup en effet pour la mener avec tant de constance & de régularité, en exécutant des mouvemens contraires. Ce n'est pas sans raison que les anciens disoient *la milice céleste :* jamais armée ne s'est moins écartée de ses rangs, & n'a marché avec plus de discipline. Toutes ces absurdités n'ont d'autre objet que de laisser un grain de sable en repos dans un coin de l'univers. On les épargne toutes, en faisant mouvoir tous les jours ce grain de sable sur lui-même. Il est bon d'observer que ceux qui seroient tentés de nier ce mouvement, ne peuvent point prouver qu'il n'existe pas ; les apparences sont absolument les mêmes, soit que le ciel se meuve autour de notre globe, soit que notre globe se meuve sur lui-même. Le choix est donc au moins libre entre ces deux suppositions ; & ce choix n'est plus libre lorsqu'il doit avoir lieu entre des causes absurdes, même impossibles, & une cause simple & vraisemblable.

§. XI.

Dans le siecle de l'école & de la dispute, on imagine bien que les objections, les argumens furent entassés contre cette idée de Copernic. Riccioli a réuni 77 argumens contre lui, tandis qu'il n'en a pu trouver que 49 en sa faveur (*a*). Il n'y a qu'à compter, il est clair que le systême ne peut être admis. Mais tous ces argumens se réduisent à un seul (*b*), qui fut jadis proposé par Ptolémée (*c*) ; c'est que si la terre avoit un mouvement sur son axe, tous les corps qui ne font point masse avec elle, qui ne sont point attachés à sa surface, devroient avoir un mouvement contraire au sien, & dans le même sens que celui des étoiles : les corps lancés de bas en haut, tandis

(*a*) Riccioli, Almag. Tom. II, *Lib. IX.*
(*b*) M. de Lalande, Astron. art. 1074.
(*c*) Ptolémée, Almagest. *Libro primo*, *cap.* 7.

que la terre tourne & s'éloigne, ne devroient pas, à l'instant de leur chûte, retrouver le point d'où ils sont partis; &, comme dit un poëte (a), la tourterelle n'oseroit quitter son nid & s'élever dans les airs, dans la crainte de ne plus revoir ses petits. Une réponse très-simple détruit cette difficulté. Tous les corps, qui reposent sur la surface de la terre, participent à son mouvement; ils n'ont pas besoin d'être attachés pour la suivre, ils conservent ce mouvement même lorsqu'on leur en imprime un autre dans une direction quelconque. Les corps lancés en haut, soit lorsqu'ils s'élevent, soit dans le tems de leur chûte, tournent encore avec la terre, & il n'y a point de raison pour qu'ils ne retombent pas au point d'où ils sont partis. L'oiseau, qui s'éleve perpendiculairement, retombe malgré le mouvement du globe, par la même ligne à plomb sur son nid. Le plus grand adversaire de ce systême est l'homme lui-même, les sens le dominent malgré lui; il ne peut se résoudre à nier un mouvement qu'il voit de ses yeux, pour croire un mouvement qu'il ne sent pas. Tout est en repos dans sa demeure, dans les champs qui l'environnent; il s'endort après le travail du jour; & lorsqu'il se réveille avec l'aurore, il retrouve les mêmes relations qu'il avoit avant le sommeil, rien n'a changé de place autour de lui. Comment se persuadera-t-il qu'il a parcouru 2 à 3000 lieues dans l'espace? Ce systême n'étoit donc pas fait pour les hommes vulgaires, qui ne sont que sensibles: mais ce qu'il y eut de plus extraordinaire, c'est que ce systême fut combattu par des savans. Cependant peu-à-peu les esprits s'éclairerent, les difficultés du systême opposé frapperent davantage; on sentit qu'on pouvoit tourner avec la terre sans s'en douter, comme

(a) Buchanan, Spher. *Lib. I.*

dans un grand vaiſſeau on fait route ſur la mer ſans s'en appercevoir : lorſque dans le ſiecle ſuivant on découvrit le mouvement du ſoleil & de Jupiter ſur leur axe, auſſi ſingulier & de la même nature que le mouvement de la terre ſur le ſien, on eut une preuve victorieuſe; & l'analogie, prêtant ſon ſecours à la vraiſemblance, plaça cette hypothèſe au rang des vérités phyſiques.

§. XII.

La rotation de la terre une fois prouvée & admiſe, ſon mouvement annuel autour du ſoleil ſouffre moins de difficultés. La plus grande étoit le préjugé que la maſſe énorme, qui porte tant d'empires, & ſur laquelle les hommes ſont ſi petits, ne pouvoit être ébranlée & miſe en mouvement. Quoique ces deux mouvemens n'ayent en apparence aucune liaiſon, & ne ſemblent point une ſuite l'un de l'autre, dès que le préjugé abattu a laiſſé faire le premier pas à l'eſprit humain, le ſecond devient plus facile. La complication du ſyſtême de Ptolémée étoit une grande abſurdité. Chaque corps céleſte rouloit dans un cercle épicycle, dont le centre étoit mobile ſur un autre cercle, & autour d'un centre qui étoit lui-même en mouvement. Nous avons vu que Purbach avoit rétabli les cieux ſolides pour rendre raiſon de la marche réguliere des planetes, qui ont une route tracée dont elles ne s'écartent pas. Mais depuis que des obſervations plus exactes, des cometes, venues de différentes régions du monde, avoient détruit cette charpente groſſiere, il falloit bien laiſſer errer les planetes dans l'eſpace; & on n'imaginoit pas quelle puiſſance pouvoit les forcer de ſe mouvoir, avec tant de conſtance, dans pluſieurs cercles fictifs, autour d'un centre imaginaire; il falloit dévorer l'abſurdité de donner du mouvement à ce point ſans

étendue & dépouillé de toute existence matérielle. Copernic ne se sentit pas ce courage, mais il eut celui de faire main-basse sur tout cet attirail. En adoptant le mouvement de la terre, tous les épicycles, imaginés pour en tenir lieu, disparurent : les stations & les rétrogradations des planetes, qui avoient tant embarrassé les anciens, s'expliquerent avec la plus grande facilité. L'orbe de la terre est intérieur à l'orbe des trois grandes planetes, Saturne, Jupiter & Mars; l'explication est la même pour chacune de ces trois planetes.

Supposons (*fig. 11*) que Jupiter M & la terre T soient vus du soleil S, & en conjonction dans une même ligne droite; supposons que le mouvement commence à cet instant, la terre, allant plus vîte que Jupiter, le laissera derriere elle, & la planete paroîtra rétrograder; la terre allant de T en *t*, Jupiter paroîtra aller de *a* en *b*. Mais vers la partie K de l'orbite de la terre, où la courbure se trouve presque dans la direction du rayon visuel, mené de la terre K à la planete M, ce mouvement rétrograde diminuera, la planete viendra à paroître stationnaire; & enfin lorsque le rayon visuel KM sera tangent à l'orbe de la terre, le mouvement de notre globe, se faisant pendant quelques instans dans la direction de ce rayon, sera insensible à l'égard de la planete; elle n'aura d'autre mouvement que son mouvement propre qui est direct, & suivant l'ordre des signes de l'écliptique : ensuite l'effet du mouvement de la terre s'ajoutera à ce mouvement, qui en sera accéléré. En effet soit la planete en N, qui se meut vers O, on voit que la terre allant de R en X, la fera paroître aller de *d* en *e*, mouvement apparent qui s'ajoutera à son mouvement réel. Cet effet subsistera jusqu'à ce que le rayon visuel M *q* redevienne tangent à l'autre partie de l'orbe de la terre en *q*; alors la planete redeviendra stationnaire, puis son mouvement, qui étoit direct, recommencera

à paroître rétrograde, & ces apparences se renouveleront à-peu-près tous les ans. Ces apparences ne sont pas fort différentes à l'égard des deux petites planetes Vénus & Mercure, dont les orbes sont intérieurs à l'orbite de la terre. Soit (*fig. 12*) la terre en M & Vénus en T, Vénus partant avec plus de vîtesse, laissera la terre derriere elle. Elle étoit vue de la terre, d'abord en *a*, mais la terre s'étant avancée en N, & Vénus en *t*, celle-ci sera vue en *b*, suivant la direction N*t*, & elle paroîtra avoir rétrogradé de *a* vers *b*; ce mouvement continuera jusqu'à ce que le rayon visuel O K devienne tangent à l'orbe de Vénus : alors elle paroîtra d'abord stationnaire, puis son mouvement deviendra direct, jusqu'à ce que le rayon visuel redevenant tangent en *q*, la planete reparoisse rétrograde, après avoir été stationnaire.

§. XIII.

Cette simplicité d'explication est la premiere & la plus grande preuve du mouvement de la terre autour du soleil. Les hommes sentent par instinct que la nature est simple ; les stations & les rétrogradations des planetes offroient des apparences bizarres, le principe, qui les ramenoit à une marche simple & naturelle, ne pouvoit être qu'une vérité.

Sans anticiper sur les tems que nous devons parcourir, nous dirons que les découvertes modernes ont ajouté des preuves sans nombre à cette raison de vraisemblance. L'applatissement du globe, l'accourcissement du pendule, la vîtesse de la lumiere, le phénomène de l'aberration des étoiles sont autant d'effets des deux mouvemens de la terre. La théorie de l'attraction a achevé de démontrer la nécessité du mouvement annuel. Dès que cette force est la cause du mouvement dans l'univers, le soleil, dont la masse est considérablement plus

grande que celle de toutes les planetes réunies, doit rester inébranlable, & les faire toutes mouvoir autour de lui; il ne doit pas avoir moins de prise sur la terre, qui est petite & légere, que sur ces lourdes masses, qui font les globes de Jupiter & de Saturne. L'attraction ne peut donc pas exister sans le mouvement de la terre; les preuves de cette force primitive, qui anime tout, sont en même tems les preuves que notre demeure ne peut rester en repos. Cette hypothèse, si l'on peut encore lui donner ce nom, est le principe de tout en astronomie; elle est le lien de toutes les vérités physiques: sans elle, il n'y auroit plus de corps de doctrine, la lumiere manqueroit à chaque pas. Toutes les connoissances humaines dans ce genre forcent donc de l'admettre, & comme le remarque très-bien M. de la Lande (*a*), un traité d'astronomie n'est qu'une suite de preuves du mouvement de la terre.

§. XIV.

Une chose ingénieuse dans le systême de Copernic, c'est son explication de la différence des saisons. Lorsqu'on croyoit, avec Ptolémée & la plupart des anciens, que le soleil étoit en mouvement autour de nous, cet astre, dans son orbe incliné à l'équateur, tantôt s'élevoit vers le pôle boréal, pour porter l'été dans les régions du nord, tantôt y laissoit l'hiver, en descendant vers le midi, où il transportoit l'été. Mais depuis que Copernic avoit fixé éternellement le flambeau du monde dans le centre de notre sphere, il falloit dire comment notre terre, parcourant l'écliptique, présentoit alternativement l'un de ces pôles vers cet immense foyer, qui renouvele chaque année la chaleur & la végétation. Copernic en trouva la raison

(*a*) Astronomie, art. 1099.

dans

dans le parallélisme de l'axe de la terre. L'axe, ou les pôles du mouvement de rotation de la terre ne changent point de position, dans le cours d'une révolution, ou d'une année; cet axe reste toujours parallèle à lui-même, & à cause de la distance infinie des points du ciel, rendus sensibles par les étoiles, il est constamment dirigé vers un de ces mêmes points.

Au solstice d'été la terre est placée de maniere que le soleil paroît le plus éloigné de l'équateur *ab*, (*fig.* 13) ses rayons donnent à plomb sur le point *f*, qui est dans le tropique du cancer; lorsque la terre a fait un demi-tour, son axe PQ, qui reste toujours dirigé au même point du ciel, est dans une position parallèle à la position *pq*, qu'il avoit six mois auparavant; le soleil paroît autant abaissé au-dessous de l'équateur, qu'il avoit paru élevé au-dessus, ses rayons frappent perpendiculairement sur le point C; c'est l'été de cet hémisphere & l'hiver de l'autre : voici la cause réelle de ce parallélisme. Quand les planetes ont reçu une impulsion quelconque pour se mouvoir dans l'espace, cette impulsion s'est distribuée dans tous les points de la masse, pour qu'ils se mussent tous ensemble en suivant des directions parallèles; cette impulsion a été dirigée en ligne droite, le corps fut destiné à se mouvoir toujours vers un certain point de l'espace : & comme le ciel des étoiles est à une distance infinie, tous les points de la surface du corps sont dans le même cas que les pôles de la terre, chacun d'eux regarde un même lieu du ciel. Le mouvement diurne ne dérange rien à ce regard, qui se rétablit au bout de vingt-quatre heures. Quelle que soit la seconde force, qui fait circuler une planete autour du soleil, il n'est pas question ici d'en expliquer la nature, on conçoit qu'elle détourne le corps de la planete de sa direction primitive, elle le contraint à décrire une courbe. A chaque pas la planete change donc de position à

l'égard du soleil; mais comme le regard des points de sa surface ne change pas, il s'ensuit que le point, qui étoit tout-à-l'heure dirigé au soleil, ne l'est plus dans ce moment-ci; il va être suivi d'un autre, & tous les points de l'écliptique de la terre seront successivement dirigés au soleil dans le cours d'une année. C'est une véritable révolution annuelle que la terre paroîtroit faire sur elle-même pour un spectateur placé dans le soleil. On voit que dans les deux positions extrêmes, marquées sur la figure, toutes les lignes, tous les points ont des directions parallèles; mais ce sont des points opposés qui sont dirigés au soleil: c'est ce qui a lieu dans une demi-révolution. Cette rotation apparente de la terre sur elle-même en un an à l'égard du soleil, le parallélisme de l'axe, sont donc la cause des saisons; le génie de Copernic l'a très-bien servi pour le remarquer. Mais ces phénomènes dérivent, comme nous venons de le faire voir, du mouvement de translation de la terre, dont ils sont les effets nécessaires; Copernic ne s'en apperçut pas, il crut que c'étoit une rotation réelle. Il imaginoit que la terre tournant autour du soleil, devoit lui montrer toujours la même face; les phénomènes contraires l'étonnoient: pour s'en débarrasser, il créa un troisieme mouvement, & l'ajouta aux deux mouvemens bien réels, dont les anciens lui avoient donné l'idée; par ce troisieme mouvement la terre, selon lui, faisoit une révolution sur elle-même & sur les pôles de l'écliptique dans une année. Copernic ne pouvoit éviter cette erreur; Galilée, ni Descartes n'avoient pas approfondi la nature du mouvement, on ignoroit comment il se compose dans les corps. Copernic ne savoit pas que le mouvement ne s'exécute jamais qu'en ligne droite, que celui qui a lieu dans une courbe, est le résultat de plusieurs mouvemens; il croyoit, comme Aristote, que le mouvement circulaire étoit tel de sa nature,

& il considéroit la translation de la terre autour du soleil, comme si notre planete avoit été attachée à un rayon, à une verge de fer, qui eût tourné sur le soleil comme sur son centre. Il est clair qu'elle lui auroit toujours montré la même face, & elle ne pouvoit lui présenter tous ses points dans une année, que par un mouvement particulier de rotation. Copernic étoit conséquent; il lui manquoit les connoissances, qui n'étoient pas encore acquises. Il est donc une véritable succession dans les idées, qu'il est impossible d'intervertir; le génie même n'y peut rien. Le génie est comme le soleil, qui mûrit les fruits de la saison; mais il faut que le développement de la végétation les ait amenés à leur terme.

§. XV.

Voila ce que Copernic avoit pensé en 1507, à l'âge de 34 ans; il avoit digéré toutes les pensés de l'antiquité, pour établir une base à l'astronomie physique; mais il avoit détruit les hypothèses de Ptolémée & d'Alphonse, les tables de ces astronômes alloient rester sans usage: il falloit bâtir un nouvel édifice, il falloit faire de bonnes observations, & les comparer aux anciennes, pour en tirer des déterminations plus exactes. Il fit construire un quart de cercle, des regles parallactiques, enfin tous les instrumens dont Ptolémée avoit donné les principes & enseigné la construction. L'astronôme d'Alexandrie faisoit encore la loi après quatorze siecles. Ces instrumens étoient de bois, & Rheticus, disciple de Copernic, convient qu'ils n'étoient pas bons (a). Ce grand homme avoit pu réformer la science, voir ce qu'elle devoit être, & ce

(a) Préface aux éphémer. de Rheticus, 1551. Weidler, p. 344.

qu'elle pouvoit devenir ; mais il n'étoit pas en son pouvoir de créer les arts. Il falloit attendre leurs progrès ; il falloit que l'esprit humain fût appliqué aux instrumens pour les perfectionner & se perfectionner lui-même par leur usage. La perfection se dévoile en partie à l'imagination, un coup d'œil l'apperçoit ; mais ce sont des pas successifs & lents qui y conduisent.

§. XVI.

Copernic entreprit de faire de nouveaux élémens d'astronomie, fondés sur les principes qu'il avoit découverts ; son ouvrage des révolutions célestes fut achevé en 1530.

Il paroît que ce grand homme étoit pénétré de respect pour ceux qui l'avoient précédé ; il aima mieux penser que l'état du ciel avoit changé, que de croire qu'ils s'étoient trompés. C'étoit un tort de Copernic ; ce respect est une espece d'idolatrie. Il ne faut point que le ciel cede aux hommes ; il est bien plus immuable que leurs volontés & leurs opinions ; sa constance est plus sûre que l'exactitude de leurs mesures. L'homme se modifie en bien ou en mal sans s'en appercevoir : quand il vieillit, c'est la nature qui semble perdre son énergie : quand il se perfectionne, quand il voit mieux, ce sont les choses éternelles qui ont changé. Ptolémée avoit établi la longueur de l'année de $365^{j}\ 5^{h}\ 55'\ 12''$, Albategnius de $365^{j}\ 5^{h}\ 46'$; Copernic n'osa pas réformer ces résultats, & pour les faire accorder, il supposa une variation dans la longueur de l'année qui avoit lieu dans une certaine période. Il crut, comme Arzachel, que le lieu de l'apogée du soleil & son excentricité étoient variables. Il remarquoit également un changement dans l'obliquité de l'écliptique, il la trouvoit plus petite de $21'$ que Ptolémée ; il annonça que ce mouvement étoit oscil-

latoire, c'est-à-dire, qu'après avoir diminué pendant un tems, cet angle augmenteroit jusqu'à un certain terme, où il recommenceroit à diminuer. Les fausses déterminations du mouvement des étoiles en longitude, ou de la précession des équinoxes, le conduisirent à remarquer dans ce mouvement une inégalité semblable. Ce mouvement étoit de 1° en 100 ans, suivant Ptolémée, en 66 ans, suivant Albategnius, en 71 ans, suivant lui-même : il étoit donc inégal. L'estime qu'il faisoit du travail des anciens, le desir de conserver leurs déterminations, le fit tomber dans ces erreurs ; mais il y a des choses dans ces erreurs mêmes, qui décelent du génie. Il lia l'inégalité de la précession des équinoxes à la variation de l'obliquité de l'écliptique, & il apperçut par la vue de l'esprit qu'il étoit possible qu'une même cause produisît ces ceux phénomènes : ce qui a été vérifié depuis par l'action de la lune sur l'orbite de la terre. Il fut assez ferme dans ses opinions pour attribuer ces mouvemens à notre globe, & conserver au soleil une immobilité absolue.

§. XVII.

Un des grands avantages du systême de Copernic, fut de mesurer les distances des planetes. On peut établir des rapports de grandeur entre leurs différens orbes, enchaîner ces rapports par une mesure commune, en tirer la dimension de tout le systême planétaire, & la grandeur réelle de l'univers. Nous avons dit que ces connoissances ne pouvoient s'acquérir que par le mouvement de la terre, & par ses stations successives dans un cercle du monde. Si d'un lieu quelconque vous regardez un objet éloigné, à travers une campagne nuë, le rayon visuel qui s'étend de votre œil à l'objet, ne peut vous faire connoître sa distance ; vous n'en aurez point d'idée tant que

vous resterez à la même place : mais si vous vous avancez vers la droite ou la gauche, vous verrez alors de côté la distance de votre premier poste à l'objet éloigné ; vous pourrez comparer cette distance au chemin que vous avez parcouru en vous écartant, & ce chemin, mesuré par vos pas, vous donnera l'idée de la distance que vous n'avez pas parcourue. Cette estimation sera d'autant plus exacte que vous aurez le coup d'œil plus juste. Mais quand les sciences se perfectionnent, quand les instrumens sont inventés, il n'est plus question d'estimation, il faut des mesures. Alors vous remarquerez que l'objet, vu de votre second poste ne répond plus au même point de l'horizon. Ce changement de lieu de l'objet, qui vient uniquement de ce que vous avez changé de poste, vous l'appelerez parallaxe. On peut mesurer avec un instrument ce changement de lieu ; la distance de l'objet s'en déduit facilement par la géométrie. C'est ainsi que la lune est vue au même instant en différens points du ciel, de différens lieux de la surface de la terre ; Hypparque, qui remarqua cette variété d'aspects, en tira la connoissance de la distance de la lune. Mais, nous l'avons dit alors, cette parallaxe est d'autant plus petite que la distance est plus grande ; à mesure que l'objet s'éloigne, la terre diminue pour lui de grandeur ; si la distance est considérable, la terre pourra devenir si petite, qu'elle ne sera apperçue que comme un point. Tous les pas que nous autres hommes nous ferons sur sa surface, seront insensibles, ne changeront point la direction du rayon visuel ; quelles que soient nos courses sur le globe, l'objet restera constamment à la même place : c'est comme si nous demeurions à notre premier poste, il n'y a point de parallaxe, & point d'idée de la distance. Hypparque s'arrêta après avoir trouvé celle de la lune ; toutes les autres planetes avoient des parallaxes trop petites pour les instrumens

anciens. Hypparque & Ptolémée en conclurent seulement que ces planetes étoient fort éloignées.

La terre étant supposée immobile, il eût été heureux à l'homme d'en pouvoir sortir, de s'élancer dans l'espace avec ses instrumens, pour s'éloigner de sa demeure, & d'acquérir par un changement de lieu suffisant, par une parallaxe assez grande, la notion exacte de la distance que lui refusoit le repos de la terre. Voilà précisément le bienfait de Copernic; voilà le service qu'il a rendu à l'esprit humain & aux sciences. En restituant à la terre le mouvement qu'elle a reçu de l'auteur de la nature, l'homme se trouve transporté avec elle; il peut juger de l'étendue du monde par son voyage annuel. Ce ne sont plus de petits intervalles, comme ceux qu'il parcourt sur un globe de neuf mille lieues de tour; il suit une circonférence, dont plus de soixante millions de lieues sont le diametre. Voilà la base d'une grande parallaxe: & dans cette longue route on a des stations à choisir pour établir des mesures. A chaque pas que fait la terre dans son orbite, ce déplacement change l'apparence du lieu des planetes dans le ciel. Ces déplacemens accumulés forment des changemens sensibles. Il s'agit uniquement de bien connoître le mouvement propre de la planete, de bien établir à chaque instant le lieu, où elle est vue du soleil, & en comparant ce lieu, avec le lieu observé de la terre, on a la différence, l'altération qui résulte du déplacement de notre globe. C'est une véritable parallaxe que nous nommons *parallaxe du grand orbe, parallaxe de l'orbe annuel.* Cette parallaxe est d'autant plus petite, que la planete est plus éloignée; mais la moindre est de plusieurs dogrés. Copernic en conclut le rapport de la distance de chaque planete au rayon de l'orbe de la terre, c'est-à-dire, à l'intervalle qui sépare la terre du soleil. C'est le module des distances de toutes les planetes. Il eut donc

les rapports de ces diſtances, & une échelle de grandeurs depuis la coudée, la toiſe, la lieue, juſqu'au rayon du globe; depuis ce rayon du globe juſqu'au rayon de ſon orbe annuel; & enfin depuis le rayon de cet orbe juſqu'aux diſtances des autres planetes, qui compoſent notre ſyſtême ſolaire. L'aſtronomie dirigée par Copernic, embraſſoit l'univers par la ſucceſſion de ſes meſures. Les parties n'étoient plus détachées, comme dans l'hypotheſe de Ptolémée, & leur union étoit un caractere de vérité. Nous ne diſons pas que tous ces rapports ayent été déterminés avec préciſion par Copernic; mais il montra que ces rapports étoient enchaînés, que pluſieurs dépendoient d'un ſeul, & il dirigea le travail & les efforts de ſes ſucceſſeurs.

§. XVIII.

Si Copernic avoit rappelé la ſimplicité dans l'arrangement du ſyſtême planétaire, dans l'explication des principaux phénomènes; il ne fut pas ſi heureux en expliquant les inégalités du mouvement des planetes. Nous avons vu qu'Hypparque & Ptolémée avoient obſervé une inégalité dans le mouvement du ſoleil, & deux dans le mouvement de la lune: les entraves du mouvement circulaire forcerent Copernic de conſerver les épicycles & les excentriques, pour repréſenter ces inégalités; il imagina pluſieurs épicycles roulant les uns ſur les autres, & le dernier porté ſur la circonférence de l'excentrique. L'atirail de ces cercles reſta le même qu'il étoit du tems de Ptolémée; l'explication des mouvemens céleſtes étoit auſſi compliquée, & l'aſtronomie n'avoit preſque rien gagné à la découverte d'une grande vérité: c'étoit la plus forte objection qu'on pouvoit faire à ſon ſyſtême, & c'eſt peut-être la ſeule qu'on ne lui a pas faite. Au reſte il faut admirer le courage de Copernic, ſans

ſans le blâmer de n'avoir pas vû tout ce qu'il pouvoit changer. Il avoit détruit un aſſez grand préjugé; il a eu la hardieſſe de tenter la réforme, il en a exécuté une partie, & ſon nom vivra autant que l'aſtronomie.

§. XIX.

L'OUVRAGE de Copernic fut imprimé pour la premiere fois en 1543, à Nuremberg, par les ſoins de Rhéticus, ſon diſciple. Ce grand homme étoit alors âgé de 70 ans; il ne laiſſa paroître ſon ſyſtême qu'après l'avoir médité, & porté, pour ainſi-dire, dans ſon ſein pendant 36 ans. Il périt au moment où l'enfant de ſes veilles voyoit le jour; il ne put vivre pour le défendre, mais ſon génie y reſpire, & le défend par la force de la vérité. Copernic n'avoit point la manie d'écrire, auſſi n'a-t-il rien paru de lui avant cet immortel ouvrage; indifférent à la gloire, enflammé du ſeul amour de l'étude, il s'eſt caché pendant qu'il a vécu; ſa gloire n'a commencé qu'à ſa mort. Ce n'eſt même que ſur les inſtances du cardinal Schonberg, qu'il ſe détermina à publier ſes idées; il ſembloit craindre les perſécutions, qui s'élevent contre les vérités nouvelles; &, comme s'il eût été doué de l'eſprit de divination, comme s'il eût voulu rejeter ces orages après ſa vie, & lorſqu'il ne pouvoit plus rien entendre dans le ſilence de la tombe, il ſe détermina ſi tard, qu'il étoit mourant lorſqu'il reçut le premier exemplaire. Il vit ſon livre avant de fermer les yeux, mais il n'en vit point le ſuccès; il ne fut point atteint des traits de l'ignorance qui retomberent ſur Galilée.

§. XX.

COPERNIC ſentoit lui-même toute la difficulté de faire

adopter ses hypothèses; placé, entre les savans qui pouvoient condamner ses opinions, & les théologiens qui pouvoient solliciter les foudres de l'église, il déguise la maturité de ses méditations & l'importance de ses découvertes; il craint que les savans ne pensent qu'il va renverser les fondemens solides des sciences, & il s'excuse en disant que le devoir d'un astronôme est d'abord de rassembler les circonstances des mouvemens célestes, ensuite, au défaut des vraies causes, quand il ne peut les connoître, d'inventer des hypothèses dont la supposition puisse représenter ces mouvemens, tant pour le passé que pour l'avenir: il n'est pas nécessaire, ajoute-t-il, qu'elles soient ni vraies ni *vraisemblables*. C'est avec cette adresse & cette modestie que Copernic annonçoit la vérité, ou du moins qu'il s'efforçoit de la faire pardonner. Quant à l'autorité respectable qu'on pouvoit armer contre ses pensées, il se présente lui-même au tribunal; son livre est dédié à Paul III, pontife savant & éclairé. Il dit au pape qu'il avoit suivi long-tems l'exemple de Pythagore, qui cachoit sa doctrine, & qui réservoit la vérité sacrée pour ses amis & pour ses disciples; ce qu'il n'a pas fait, dit-il, par jalousie du savoir, & par amour du mystere, mais par la crainte de profaner ces connoissances, en les livrant à un peuple d'hommes qui les méprise. En rappelant les opinions des anciens philosophes, en établissant le mouvement de la terre, il a trouvé que tous les phénomènes en découloient nécessairement, & avec un tel ordre, qu'on ne pouvoit y rien changer sans introduire la confusion dans la machine céleste. Il finit avec une noble assurance, en disant qu'il n'a point cherché à éviter le jugement du saint Pere, & qu'il a préféré de lui dédier son ouvrage, à lui qui est distingué & par sa dignité & par son amour pour les sciences, afin que son autorité puisse réprimer la

calomnie (*a*). Il eſt remarquable qu'en parlant au pape, il ne touche point la difficulté des paſſages de l'écriture; mais Paul III étoit trop inſtruit, la juſtification de Copernic eût été ſuperflue. Ces paſſages n'ont jamais été que la reſſource de la haîne & de l'envie. Qui ne voit que lorſque Joſué a dit au Soleil de s'arrêter, il a dû parler devant ſon armée le langage vulgaire; & puiſque les aſtronômes, convaincus de la vérité du ſyſtême de Copernic, diſent encore que le Soleil ſe leve & ſe couche, il auroit été ridicule que Joſué eût employé des expreſſions plus ſavantes, en parlant à des hommes ſimples.

§. XXI.

MAINTENANT qu'on nous permette quelques réflexions ſur la marche que Copernic a ſuivie dans ſes idées; il parvient par une ſuite de raiſonnemens philoſophiques à montrer qu'il n'eſt pas néceſſaire de placer la terre au centre du monde; les effets ſont les mêmes, ſoit que la terre ſe meuve, ſoit que les aſtres ſe meuvent autour d'elle; le choix doit donc être déterminé par la ſimplicité des cauſes. Il avoit devant lui les opinions des anciens, qui devenoient ſes garans; car les bons eſprits ſe répondent & ſe cautionnent dans toute la durée du tems. Son ſyſtême n'étoit pas une création, ce n'étoit qu'une adoption; mais il ſentoit que cette adoption étoit ſi difficile, qu'il ſemble douter qu'elle s'étende aux autres ſavans. Il ne s'y eſt déterminé lui-même qu'après un examen approfondi du ſyſtême de Ptolémée. Ce ſont les défauts des explications, l'abſurdité des hypothèſes, qui l'ont rejeté dans l'antiquité, pour y chercher des reſſources plus heureuſes & des moyens plus phyſiques. Il doutoit avec raiſon que cette adoption pût

(*a*) Préface de Copernic.

devenir universelle ; il a fallu du tems ; plusieurs astronômes célebres, & Tycho lui-même, ont rejeté son opinion. Copernic sentoit que le témoignage des sens étoit contr'elle ; l'idée la plus naturelle est que la vérité doit être conforme à leur rapport. On suit ce plan pour faire des observations, on part de ce principe pour bâtir des explications ; on les accumule à mesure que les phénomènes se multiplient, & jusqu'à ce que les absurdités se fassent sentir. Alors un bon esprit, comme Copernic, ose s'élever contre une opinon reçue, il lutte quelque tems avec son siecle avant de l'entraîner. Mais tous ces préliminaires ont été nécessaires ; le systême le plus naturel en apparence, a dû précéder celui qui est le plus vrai ; des siecles ont dû s'écouler pour ces établissemens & ces destructions. L'opinion du mouvement de la terre existoit chez les Chaldéens, Hypparque n'a pu manquer d'en être instruit, Ptolémée & lui se sont accordés pour la rejeter. C'est que l'idée n'étoit pas assez mûre, son tems n'étoit pas encore venu ; il falloit les efforts, les essais d'Hypparque, de Ptolémée, & quatorze siecles après eux, pour en démontrer la nécessité.

Les longs travaux de l'école d'Alexandrie, ceux des Arabes, avoient préparé une base aux méditations de Copernic. Mais si dans tous les tems l'adoption a été si difficile, comment concevrons-nous la création primitive de ce systême chez les peuples de l'orient. Cette idée ne peut naître que dans une tête philosophique ; elle ne peut se propager sans qu'il n'y ait d'autres têtes philosophiques pour la saisir, la conserver & la répandre. Les peuples orientaux connus n'ont eu ni la philosophie propre à la produire, ni l'esprit d'examen & de méthode nécessaire pour l'approfondir, ni des observations assez exactes pour démentir le rapport des sens. Nous demandons s'il est naturel,

s'il eſt croyable que les Indiens, les Chaldéens ou Pythagore lui-même en ſoient les inventeurs, lorſqu'Hypparque, éclairé par toutes leurs connoiſſances & par ſon génie, loin d'être ſéduit par l'exemple, ſe refuſa ſagement à ſon autorité, ſouvent trompeuſe, & rejeta une vérité ſans preuves, pour ſe livrer à l'apparence des phénomènes. Ce n'eſt point l'eſprit inventeur, qui a manqué à Hypparque, ce ſont les faits, les travaux, & les efforts ſans ſuccès, pour préparer les efforts heureux. Rien de tout cela n'a exiſté chez les Chaldéens & les Indiens; la vérité, défigurée & voilée par le tems, y languiſſoit ſans preuves. Les Indiens, les Chaldéens, encore moins les Grecs n'en ſont donc pas les inventeurs. La terre a dû voir avant eux un peuple capable d'idées liées & de travaux ſuivis, pour former un corps de doctrine. Les anciens fondateurs de l'hypothèſe du mouvement de la terre, les auteurs de cette vérité, avec le même génie que Copernic, ont dû être placés dans une époque ſemblable à la ſienne; ils ont dû être précédés de pluſieurs ſyſtêmes, qui n'ont été que des eſſais, & d'autant de ſiecles de travaux & d'obſervations qu'il s'en eſt écoulé entre Hypparque, qui rejeta la vérité, & Copernic, qui lui rendit ſa place dans l'opinion des hommes.

§. XXII.

Les idées de Copernic ſe répandirent après ſa mort; mais elles ne furent pas généralement adoptées; les eſprits réſiſterent long-tems à cette innovation. Le plus zélé de ſes diſciples fut Rheticus, profeſſeur de Mathématiques à Virtemberg, qui fut la réputation de ce grand homme, quitta ſa chaire, alla en Pruſſe, & s'inſtruiſit par ſes leçons. Ce fut lui qui l'aida dans la compoſition de ſes tables. On attribue à Rheticus l'uſage des ſécantes dans le calcul aſtronomique, celui des

tangentes avoit déjà été introduit par Regiomontanus (*a*). Rheticus, né en 1514, mourut en 1576.

Nous ne nommerons point ici tous les aſtronômes, ou plutôt tous les écrivains aſtronomiques, qui ont paru après Copernic; nous réſervons ces détails pour nos éclairciſſemens, & nous ne ferons mention que de ceux qui ſe ſont diſtingués.

§. XXIII.

Pierre Appian, nommé en allemand *Bienneviz*, profeſſeur de mathématiques à Ingolſtat, ſe diſtingua en effet par une obſervation vraie. Né en 1495, il avoit ſuivi le cours de cinq cometes, qui parurent depuis 1531 juſqu'en 1539; il remarqua que leurs queues ſe dirigeoient toujours à l'oppoſite du ſoleil, ce qui a été confirmé par les cometes obſervées depuis. Mais l'homme, qui eut l'honneur de cette remarque, ne fut cependant pas le partiſan de Copernic. Il s'exerça, comme pluſieurs autres aſtronômes qui l'avoient précédé, à exécuter toutes les opérations aſtronomiques ſans calcul & par des inſtrumens. Kepler loue ſa ſagacité, en le plaignant de l'avoir perdue ſur les hypothèſes de Ptolémée. (*b*).

Eraſme Reinhold, né à Safeld en Thuringe, l'an 1511, fut encore un ſectateur des anciennes opinions (*c*). C'étoit cependant un profeſſeur de mathématiques à Virtemberg, & un aſtronôme recommandable; il donna une édition des théoriques de Purbach, dans laquelle il remarque que le centre de l'épicycle de la lune décrit dans chaque mois périodique une

(*a*) Weidler, p. 355.

(*b*) Kepler, *de ſtellâ Martis*, part. II, c. 14, p. 82.

(*c*) Il n'oſa pas du moins ſe déclarer tout-à-fait pour les nouvelles. En donnant à Copernic les éloges qu'il mérite, en établiſſant les tables pruſſiennes ſur ſes obſervations, il donne les préceptes du calcul dans l'hypothèſe de Ptolémée & dans celle de Copernic. *V.* ces tables p. 43, édit. de 1562.

ovale, laquelle peut être adaptée aussi à l'orbite de Mercure (*a*). Nous l'avons déjà observé (*b*), c'est l'idée qui vient à l'esprit en considérant la figure où sont représentés les différens mouvemens imaginés par Ptolémée. On voit que la lune est assez près dans les quadratures, assez éloignée dans les sizigies, & sa route ressemble au contour d'une ovale (*c*). Cette idée de Reinhold peut avoir préparé celle de Kepler. Reinhold dressa les tables prussiennes dédiées à Albert de Brandebourg, duc de Prusse; elles sont fondées sur les observations de Copernic, comparées à celles de Ptolémée. Il mourut en 1553. Reinhold n'avoit qu'un quart de cercle de bois, & Tycho, qui le vit en passant à Virtemberg, s'étonna qu'un astronôme distingué n'eût pas eu d'autres instrumens.

§. XXIV.

Deux inventions ingénieuses préparerent de nouveaux progrès à l'astronomie. Les astronômes se multiplioient, mais on manquoit de moyens mécaniques pour atteindre à une certaine exactitude. Les instrumens étoient de bois, le plus souvent très-petits, & peu susceptibles d'être divisés en petites parties. La premiere de ces inventions est celle des transversales; elle consiste, lorsqu'on a marqué les divisions principales sur la longueur de l'arc du limbe, comme en A, B, C, D, E, F, N, (*fig. 14*) à placer les subdivisions sur la largeur. Supposons que ce limbe soit divisé de 5 en 5 minutes, & que ces espaces égaux y occupent chacun une demi-ligne, qu'on ne peut plus subdiviser sans confusion: supposons que le limbe ait environ 5 à 6 lignes de large, on profite de cet espace plus grand, on y trace des

(*a*) Weidler, p. 355.
(*b*) *Suprà*, p. 174.
(*c*) *Theor. planet. Purbachii cum notis Reinholdii*, 1601, p. 80.

cercles que nous avons ponctués, concentriques à l'arc du limbe; alors on tire les transversales A*a*, B*a*, B*b*, C*c*, &c. Les intersections des lignes transversales avec les cercles désignent les subdivisions des parties AB, BC, CD, &c.; en sorte que si l'alidade, dans une observation, a été amenée dans la situation MRQ, on voit qu'elle répond à la seconde intersection; il faut donc ajouter deux minutes à la grandeur de l'arc NB. Cette division est très-utile, parce qu'on peut donner au limbe une largeur suffisante, pour que ces subdivisions, & même de plus petites y soient très-distinctes. On n'en connoît cependant pas l'inventeur. Ce n'est pas le premier exemple de l'insouciance du peuple pour lequel on travaille, & de l'ingratitude des hommes à qui l'on est utile. Tout ce qu'on sait, c'est que cette division avoit été employée avant Tycho sur les instrumens appelés *rayons astronomiques*, ou vulgairement *bâtons de Jacob*. Tycho, qui l'appliqua le premier aux grands instrumens, la tenoit d'un professeur de Leipsic, nommé Homelius, mais il ne dit pas qu'il en fut l'inventeur (*a*).

La seconde de ces divisions est celle de Nonnius, qui a immortalisé son auteur, en conservant son nom. La division des transversales s'appliquoit sur un instrument qui avoit un limbe; celle de Nonnius fut destinée aux instrumens, qui étoient formés d'un cercle, ou d'un quart de cercle plein comme les astrolabes. Les divisions, trop près les unes des autres, ne permettoient pas d'admettre des subdivisions, qui auroient été trop serrées & indistinctes dans un petit espace. Les transversales transportoient ces subdivisions dans la largeur du limbe; Nonnius les plaça dans tout l'espace plein, entre le centre & la circonférence de l'instrument; il y traça 46 cercles concentriques;

(*a*) *Progymnasmata*, premiere partie, p. 403, édit. 1648.

ce nombre suffisoit. Le premier fut divisé à raison de 90 parties, pour le quart de cercle; le second en 89, le troisieme en 88, le quatrieme en 87, &c. Quand on observoit, on remarquoit, à quelle division, n'importe sur quel cercle, répondoit l'alidade. Pour rapporter cette division à celle qui donnoit 90 parties pour le quart de cercle, c'est-à-dire, à la division ordinaire, il ne s'agissoit que de faire une regle de trois (*a*). Supposons que l'alidade eût répondu à la ving-troisieme division du quart de cercle divisé en 82 parties; on disoit, si un quart de cercle, divisé en 82 parties, a donné 23 divisions entieres, combien eût donné un quart de cercle divisé en 90 parties ou degrés. En faisant ce petit calcul, on trouve 25° 14′ 38″. Par cet artifice on avoit donc les minutes & les secondes; tout cela limité, comme on doit bien le penser, par la grandeur de l'instrument, & par les erreurs que l'œil peut commettre en appliquant l'alidade sur les divisions.

Voilà deux inventions à-peu-près du même tems, & qui ont le même objet; c'est que tous les esprits s'y étoient arrêtés. La fonction vraiment utile de ceux qui influent sur les sciences, devroit être de diriger les pensées vers les objets qui sont susceptibles de perfection; mais cette connoissance est difficile, & l'encouragement le plus puissant de tous est le besoin & la nécessité des choses.

Nous dirons, pour ne pas revenir sur cette matiere, qu'environ 100 ans après, en 1631, Vernier, chatelain de Dornans, en Franche-Comté, perfectionna cette invention (*b*).

Soit (*fig. 15*) une portion quelconque de l'axe du limbe, un demi-degré, par exemple, divisé en 6 parties AB, BC, &c. de 5 minutes chacune; soit un autre limbe HI d'une égale

(*a*) Nonnius, *de crepusculis*, P. II, prop. 3.

(*b*) M. de la Lande, Astr. art. 2342.

étendue, divisé en 5 parties; en conséquence du rapport de ces divisions, on voit que la ligne *fb* sera plus avancée que N, d'une cinquieme partie; *gc* de deux cinquiemes que le point correspondant O; K*d* de trois cinquiemes, M*e* de quatre, & enfin IS plus avancée de 5 cinquiemes, ou d'une division entiere; que le point R, se confondra avec PG. Voilà donc un moyen de diviser chacune des parties AB, BC, &c. en 5 parties, ou en minutes. En rendant mobile ce petit limbe postiche sur toute l'étendue du véritable limbe, on porte ce moyen de subdivision au lieu où l'on en a besoin. On a fini par l'attacher à l'extrémité de l'alidade même qui servoit à observer.

Quoique cette division ait presqu'entierement changé de forme entre les mains de Vernier, son nom n'est presque pas connu: c'est que le principe n'est point changé, ce n'est qu'une invention perfectionnée, & le nom de Nonnius y reste avec les traces de son génie.

Pierre Nonnius, en portugais *Nunnez*, fut un géometre assez célebre, qui mérita de l'astronomie : né en 1492 dans la ville d'Alcazar, il professa les mathématiques dans l'université de Coimbre : il est le premier, qui ait traité de la loxodromie, ou de la route d'un vaisseau sur mer, en suivant toujours le même vent. Il a aussi résolu un problême assez difficile, c'est celui de trouver le jour de l'année, qui a le moindre crépuscule (*a*): problême plus curieux qu'utile. Mais sa division mérite plus d'éloges & de reconnoissance que ces productions de son savoir géométrique, parce que les moyens des arts sont des aîles qu'on attache à l'esprit humain. Nonnius mourut en 1577.

(*a*) Hist. des math. Tom. I, p. 468 & 616.

§. XXV.

Les grands pas de l'aſtronomie dépendront toujours des nouvelles perfections ajoutées aux inſtrumens. Le génie, qui eſt deſtiné aux belles découvertes, qui doit fonder les théories ſublimes, ne peut rien ſans les obſervations exactes. Mais l'exactitude des obſervations eſt limitée par la puiſſance des inſtrumens; c'eſt donc en augmentant cette puiſſance que la carriere s'ouvre à de nouveaux progrès. Les plus grands hommes ne doivent donc pas dédaigner de les perfectionner; car la force qu'ils y employent réagit ſur eux-mêmes: ils deſcendent en apparence, mais comme la balle élaſtique, qui frappe la terre & bondit pour s'élever. L'art des horloges s'étoit renouvelé en Allemagne au quinzieme ſiecle. Nous avons parlé de celles qui furent fabriquées à Nuremberg, & que Waltherus appliqua à l'uſage de l'aſtronomie. L'induſtrie des Allemands, de toutes parts excitée, fit faire à cette époque, des progrès à cet art. On conſtruiſit des horloges, qui marquoient les mouvemens du ſoleil & de la lune; mais ſur-tout on les rendit capables d'indiquer les minutes, les ſecondes, & l'on eut une connoiſſance plus détaillée de la marche du tems. (*a*) On conſtruiſit des inſtrumens de métal, au lieu des inſtrumens de bois de Copernic & de Reinhold. On les fit plus grands, on y appliqua l'invention des tranſverſales pour en multiplier les ſubdiviſions. Juſte Birge, & ſur-tout Tycho firent ces changemens, qui amenerent une révolution dans l'art d'obſerver. Les circonſtances aiderent le ſavoir des ſecours de la richeſſe. Tycho y employa ſa fortune & les bienfaits du Roi de Danemarck; le Landgrave de Heſſe, les dépenſes d'un ſouverain;

(*a*) Weidler, p. 381.

une suite nombreuse d'observations exactes fut préparée pour le génie de Kepler.

§. XXVI.

Guillaume IV, Landgrave de Hesse, malgré son rang, qui l'éloignoit de cette gloire, a mérité le nom d'astronôme : la place distinguée qu'il occupoit parmi les hommes, lui permit des efforts plus puissans, donna plus de poids à son exemple, & ces raisons doivent le faire regarder comme un des restaurateurs de l'astronomie pratique. Ce prince étoit né en 1532. La nature lui avoit donné le goût des sciences, comme le hasard l'avoit placé sur le trône. Il fit bâtir, au haut du château de Cassel, un magnifique observatoire qu'il meubla d'instrumens de cuivre, exécutés avec beaucoup d'art & de soin. C'étoient des armilles, des quarts de cercle, & l'instrument appelé *Torquetum* (*a*), qui n'étoit qu'une armille plus composée. Il y ajouta depuis des sextans, qui furent inventés par Tycho. Il observa lui-même avec assiduité, depuis l'année 1561, jusqu'en 1592 qu'il mourut. Ayant succédé à son pere en 1567, & ses devoirs combattant ses goûts, il sentit le besoin de se faire aider ; en conséquence il s'associa Christophe Rothman & Juste Birge. Le premier est connu par ses observations ; il observa jusqu'en 1590, qu'étant allé visiter Tycho en Dannemarck, il ne reparut plus, on ne sait pourquoi, à Cassel. Il avoit commencé par suivre l'hypothèse de Copernic, Tycho l'en dissuada, & se vante de cette victoire. Les partisans de Copernic étoient en si petit nombre, & si foibles pour la cause de la vérité, que l'ascendant de ce grand homme leur imposoit facilement.

Juste Birge, Suisse, & né en 1552, paroît avoir eu des

(*a*) *Infrà* Eclairc. Liv. VII, §. 22.

talens plus diſtingués; il eut d'abord la plus grande réputation pour la conſtruction des inſtrumens; il eſt l'inventeur du compas de proportion (*a*). Birge ſuccéda à Rothman, & obſerva à Caſſel depuis 1590 juſqu'en 1597: il étoit ſi laborieux, qu'il entreprit & qu'il finit le travail de calculer les ſinus de deux ſecondes en deux ſecondes. Ce travail pénible & long nous fait croire à la découverte que Kepler lui attribue (*b*), c'eſt celle des logarithmes dont nous parlerons ailleurs (*c*). Cette invention dût lui épargner beaucoup de tems & de peines dans des calculs preſque interminables ſans cette reſſource. Mais cette idée ne fut point un bienfait pour les hommes; Juſte Birge étoit ſi peu curieux de gloire que ſa découverte n'a jamais vu le jour. Pour que les hommes en ayent joui, il a fallu qu'elle fût imaginée de nouveau par le baron de Neper, qui en eſt pour nous le véritable inventeur. Becker a fait honneur à Juſte Birge d'une découverte également importante, c'eſt celle du pendule & de ſon application aux horloges (*d*). Cette aſſertion paroît ſans vraiſemblance. Birge mériteroit moins d'éloges que de blâme d'avoir atteint cette invention, & de l'avoir laiſſé périr ſans fruit & ſans publicité; mais cette attribution, vraie ou fauſſe, montre l'idée qu'on avoit de ſon mérite, & l'eſtime de ſes compatriotes, qui lui ont fait honneur de ces deux découvertes, les plus belles & les plus utiles de l'eſprit humain.

§. XXVII.

Le Landgrave entreprit les plus grands travaux aſtronomiques qu'on eût exécutés depuis Hypparque, Ptolémée & Ulug-beg: ce fut le fruit de trente années. Les obſervations

(*a*) Hiſt. des mathém. Tom. I, p. 471.
(*b*) *Tabulæ Rudolph.* p. 11.
(*c*) *Infrà*, Tom. II, Liv. II, §. 19
(*d*) Becker Phyſ. ſubterr. édit. 1738, p. 489.

du Landgrave & de ses coopérateurs ont pour objet le lieu du soleil, des planetes & des étoiles. Le catalogue des étoiles en contient 900 (*a*), & c'étoit une énorme entreprise ; tant de facilités, tant de secours manquoient alors ! Ces positions furent observées par deux méthodes différentes, qui se servoient mutuellement de vérification. Le Landgrave connut les réfractions, mais il ne paroît pas qu'il les ait employées (*b*). Ce qui doit lui faire honneur, c'est d'avoir reconnu & démontré que la parallaxe du soleil étoit encore au-dessus de nos efforts, & absolument insensible sur les instrumens (*c*).

La méthode qu'il employa pour avoir le lieu, ou la longitude du soleil, avoit été pratiquée & peut-être inventée par Copernic (*d*). Elle consiste à observer la hauteur méridienne du soleil ; on en soustrait la hauteur de l'équateur sur l'horizon, qui doit avoir été préalablement observée, le reste est la déclinaison du soleil, ou sa distance à l'équateur; & comme l'angle de l'obliquité de l'écliptique est supposé connu, on a facilement, au moyen de la trigonométrie, la distance du soleil au point équinoxial, tant sur l'équateur que sur l'écliptique, c'est-à-dire, son ascension droite & sa longitude. Le lieu des planetes étoit déterminé, en observant leurs distances à deux étoiles connues, suivant la méthode de Waltherus (*e*). Mais la méthode, qui mérite le plus d'attention, parce qu'elle étoit nouvelle, c'est celle qui servit à trouver le lieu des étoiles. On appelle cercles azimuthaux tous les cercles qui peuvent passer par chaque point de l'horizon, & par le zenith. On fixoit un instrument dans le plan d'un de ces azimuths, on observoit à l'horloge l'instant auquel une étoile y arrivoit, on mesuroit

(*a*) Lacaille, Mém. de l'Acad. des scien. année 1761.
(*b*) *Infrà*, Eclairc. Liv. VIII, §. 19.
(*c*) Lacaille, *ibid.*
(*d*) *Infrà*, Eclairc. Liv. VIII, §. 3
(*e*) *Suprà*, p. 320

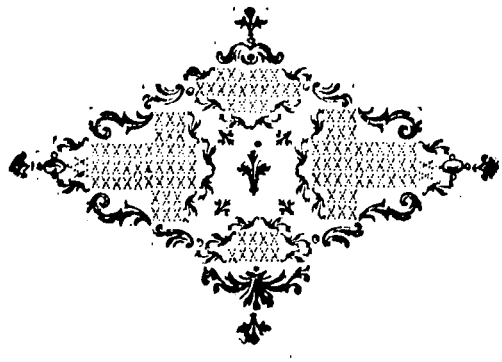
en même tems sa hauteur à l'égard de l'horizon, sur l'instrument (*a*). Comme tous les cercles du ciel ont une correspondance connue, la trigonométrie, au moyen de ces données, trouvoit la déclinaison de l'étoile, & sa distance au méridien : en ajoutant cette distance, exprimée en tems, à l'instant de son passage par l'azimuth, on avoit l'instant de son passage futur au méridien. Alors, comme le soleil y avoit passé à midi, comme quinze degrés de l'équateur passent au méridien en une heure, & ce cercle entier dans un jour, le tems écoulé depuis midi jusqu'à cet instant, donnoit la différence d'ascension droite entre l'étoile & le soleil ; & l'ascension droite du soleil étant connue ou par les tables, ou par l'observation faite à midi, comme nous l'avons dit plus haut, on avoit l'ascension droite de l'étoile. Avec cette ascension droite & la déclinaison, la position de l'étoile étoit déterminée dans le ciel, & la trigonométrie en concluoit sa longitude & sa latitude. Cette méthode est remarquable, en ce que c'est la premiere fois qu'il est question du tems dans les observations, autrement que pour dater le moment de ces observations. Ici le tems écoulé entre midi & l'instant du passage de l'étoile par l'azimuth, a servi à trouver la distance de l'étoile au soleil, mesurée sur l'équateur. On sent qu'il étoit nécessaire que l'horloge fût parfaitement bien réglée, qu'elle eût une marche assez uniforme pour marquer exactement le tems écoulé dans cet intervalle. Mais les horloges n'étoient pas bonnes alors, & la méthode étoit très-défectueuse : aussi fut-elle vivement blâmée par Tycho. Il ne prévoyoit pas que cette méthode perfectionnée deviendroit à l'avenir la base de toutes les recherches astronomiques. Thadée Hagecius, astronôme peu connu d'ailleurs,

(*a*) *Progymnasmata*, I. P. p. 210.

paroît avoir fait un changement important à cette méthode, c'eſt de faire toujours dans le méridien, qui eſt à la vérité un des cercles azimuthaux, l'obſervation que le Landgrave faiſoit dans un azimuth quelconque. Par-là on ſimplifioit beaucoup les opérations & les calculs. La hauteur obſervée, comparée à celle de l'équateur, donnoit directement la déclinaiſon; & l'inſtant du paſſage donnoit le tems écoulé depuis midi, & la différence d'aſcenſion droite entre l'étoile & le ſoleil (*a*). Cette méthode ingénieuſe reſta ſans uſage par le défaut de régularité dans la marche des horloges (*b*). Nous verrons les modernes s'en ſaiſir & l'employer avec ſuccès, lorſque Huighens aura donné à ces inſtrumens une perfection ineſpérée.

(*a*) *Progymnaſmata*, I. P. p. 323.

(*b*) Ce n'eſt pas que l'art de l'horlogerie n'eût fait de grands progrès en Allemagne; on faiſoit des horloges qui marquoient non ſeulement les minutes, mais les ſecondes; les quarts de ſeconde y étoient même ſenſibles. On y repréſentoit auſſi le mouvement du ſoleil & de la lune dans l'écliptique, le coucher & le lever de ces aſtres, leurs éclipſes. (*Weidler*, *pag.* 382.) Ceci étoit vers 1570; mais la préciſion manquoit à tous ces effets.



LIVRE X.

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE DIXIEME.

De Tycho & de la Réformation grégorienne.

§. I.

Copernic fut le législateur de l'astronomie ; il avoit réformé le systême du monde, il avoit traité la science en philosophe. Mais l'art d'observer demandoit un réformateur ; ce réformateur fut Tycho-Brahé, doué de l'esprit des détails, souvent plus utile que celui de l'ensemble. La science alors avoit besoin de faits, il perfectionna les moyens de les acquérir ; il fut un observateur infatigable : émule du Landgrave, destiné à le surpasser par un dévouement plus entier & par les ressources de son génie, il forma une masse considérable d'observations ; il atteignit des découvertes brillantes, & il mérita d'être regardé comme un des plus grands astronômes, qui ayent paru sur la terre. Il a marqué lui-même sa place ; on voit sur un

de ses instrumens les figures gravées des quatre astronômes qu'il jugeoit sans doute les plus distingués; Ptolémée, Albategnius, Copernic & lui (a). Il auroit eu tort si la postérité n'avoit pas été de son avis; mais la postérité peut le traiter mieux qu'il n'a fait lui-même. Copernic n'est pas de la même classe que Tycho; il fut plus grand comme philosophe que comme astronôme : Ptolémée & Albategnius sont d'un ordre inférieur : Hypparque seul, malgré la distance des tems, s'éleve dans l'antiquité pour se mesurer avec Tycho.

Tycho-Brahé, né à Knudsturp dans la province de Scanie, le 13 Décembre 1546, fut donné à l'astronomie par l'impulsion de son génie, par le vœu de la nature, & contre le vœu de ses parens. On l'avoit destiné à la jurisprudence, comme Copernic le fut à la médecine. Ces vocations contrariées sont les seules vraies, parce qu'elles sont les seules éprouvées. Les obstacles les épurent, les goûts foibles & les fantaisies disparoissent; il ne reste que le penchant naturel augmenté par la résistance.

§. II.

Tycho étoit né d'une famille illustre, qui subsiste encore en Suede (b). Son oncle paternel se chargea de son éducation, & après qu'il eut fini l'étude des langues, on l'envoya à Coppenhague pour y apprendre la philosophie. Ce fut là, en 1560, que son génie s'éveilla à la vue d'une éclipse de soleil. Il fut frappé d'étonnement, en remarquant que le phénomène étoit arrivé au moment où il avoit été annoncé. L'enfant admira cet art de prédire, & desira de l'acquérir; il lut quelques traités de sphériques, & les éphémérides de Stade, qu'il ne

(a) *Astron. instaur. mecanicæ.*

(b) Weidler, p. 383.

trouva pas très-bonnes. Lui-même nous a laissé quelques détails sur ses premieres tentatives (a), & il avoit une assez juste opinion de soi, pour croire qu'ils ne seroient pas indifférens. En 1563, lors de la grande conjonction des planetes supérieures vers la fin du signe de l'écrevisse, ou au commencement du signe du lion, il étoit à Leipsic où il achevoit ses humanités; entraîné par le goût de l'astronomie, il achetoit des livres, & les lisoit la nuit malgré son précepteur, qui vouloit le livrer à la jurisprudence, par ordre de ses parens. Tycho, sans secours & sans maîtres, s'accoutuma à reconnoître les constellations au moyen d'un globe gros comme le poing; il suivoit le cours des planetes à travers les étoiles, & en comparant leur marche au calcul des tables alphonsines & des tables de Copernic, il vit que ni les unes, ni les autres ne convenoient à l'état du ciel, quoique les dernieres en approchassent davantage. Il observa d'abord avec un grand compas, dont il appliquoit le sommet à son œil, & les extrémités des branches sur les deux astres dont il vouloit mesurer la distance. La méthode étoit peu exacte, mais l'application & le génie suppléant à ses imperfections, il apperçut des erreurs intolérables. Dans l'annonce de la grande conjonction, Alphonse s'étoit trompé d'un mois, & Copernic de quelques jours. L'année suivante il eut un rayon astronomique de bois, divisé par transversales, & toutes les fois qu'il faisoit beau, il observoit de sa fenêtre, passant la nuit, souvent entiere, sans dormir, tandis que son précepteur étoit livré au sommeil. Il a conservé précieusement toute sa vie le livre, où étoient inscrits ses premiers travaux; monumens de son zele pour l'astronomie, & dès-lors les gages de sa réputation future. Il rencontra un obstacle dans ses recherches,

(a) *Astron. instaur. mecanica.*

il apperçut des erreurs sur la division de son instrument; mais comme le précepteur n'eût pas fourni de l'argent pour en avoir un meilleur, il fallut construire une table de ces erreurs pour les corriger (*a*). Ainsi ses premiers travaux furent de corriger ses instrumens & ses maîtres.

§. III.

Tycho s'en alla ensuite à Virtemberg & à Rostoch, où il continua d'observer. Ce fut en 1569, en passant à Augsbourg, qu'il se lia d'amitié avec Paul Hainzelius, sénateur savant, & curieux d'astronomie. Tycho, à peine âgé de 23 ans, avoit apperçu que les progrès futurs de l'astronomie dépendoient des instumens, il forma le projet de leur donner une grandeur qui promît plus d'exactitude; & comme la ville d'Augsbourg avoit alors des ouvriers intelligens, capables de répondre à ses vues, il en profita, & fit construire pour son ami Hainzelius un quart de cercle de bois de quatorze coudées, c'est-à-dire, d'environ 21 pieds de rayon. Ce quart de cercle est peut-être le plus grand, qui ait jamais été exécuté en Europe; il étoit divisé de dix en dix secondes. L'exécution de cet instrument, d'après les idées de Tycho, annonçoit une révolution. Les instrumens qu'on avoit eus jusqu'alors n'étoient pas seulement divisés en minutes: celui-ci pouvoit donc donner quinze ou vingt fois plus d'exactitude, & permettre des observations tout-à-fait nouvelles.

Tycho, retourné dans sa patrie, vit avec chagrin que ses parens méprisoient les sciences qu'il aimoit. La noblesse n'étoit pas éclairée alors, & faisoit gloire de ne pas l'être. Tycho, trop élevé par le génie, pour n'être pas blessé de ce préjugé

(*a*) *Astron. instaur. mecanica.*

barbare, s'éloigna; son oncle maternel, Stenon-Bille, sentit ce qu'il valoit, ce qu'il devoit être un jour, & lui donna un asile dans son domaine de Herritzwadt, près de Knudsturp, où il fut libre de vaquer aux observations astronomiques. Cet oncle aimoit les sciences, & sur-tout l'alchimie; le neveu se partageoit entre la chimie & l'astronomie, & la maison qu'il habitoit eut un laboratoire & un observatoire. Ces doubles travaux le mettoient souvent dans le cas de faire le trajet d'un bâtiment à l'autre. Le 11 Novembre 1572, traversant une cour avant souper, & considérant le ciel, pour juger s'il pourroit continuer ses observations après le repas, il apperçut au ciel un astre nouveau & très-brillant; c'étoit dans la constellation de Cassiopée. Familier comme il l'étoit depuis son enfance avec la connoissance des étoiles, il ne douta point que celle-ci ne fût nouvelle; mais étonné de ce prodige, n'osant s'en rapporter au témoignage de ses yeux & de sa mémoire, il s'informoit aux domestiques qui l'accompagnoient, à tous ceux qu'il rencontroit, si cet astre brillant ne leur paroissoit pas aussi nouveau qu'à lui : tous l'en assurerent. Enfin convaincu qu'il ne se trompoit pas, il courut à ses instrumens, & les ayant disposés, il mesura la distance de la nouvelle étoile à deux autres étoiles, pour s'assurer de sa position. Il marqua avec soin tout ce qui concernoit sa grandeur apparente, sa forme, sa couleur, &c. (*a*). Cette étoile dura toute l'année suivante, & jusqu'au commencement du printems de l'an 1574, sans changer de place ni de configuration à l'égard des fixes. Sa forme fut toujours ronde, sans aucune queue, ni chevelure, comme les cometes; elle étoit plus grande, plus brillante que la Lyre & Procyon, deux des plus belles étoiles

(*a*) *Progymnasmata*, P. I, p. 230.

du ciel, & étoit égale en ſplendeur à Jupiter & même à Vénus, lorſqu'ils ſont le plus près de la terre. Ceux qui avoient bonne vue, la voyoient pendant le jour au méridien. Elle ne conſerva pas toujours cet éclat, elle diminua de grandeur, juſqu'à ce qu'elle diſparut tout-à-fait (*a*). Dans cet intervalle, cette étoile fut toujours ſcintillante comme les autres, mais ſa couleur varia très-ſenſiblement; d'abord d'un blanc éclatant, comme Vénus, enſuite d'un jaune rougeâtre, comme Mars, & comme l'étoile Aldebaran; elle finit par un blanc plombé, comme Saturne (*b*). Il ſemble qu'il ſe ſoit opéré dans cette étoile des changemens aſſez grands, aſſez extraordinaires pour être ſenſibles, à l'énorme diſtance où nous ſommes. Mais ce qu'il y eut de plus étonnant, c'eſt que cette étoile, qui perdit ſa lumiere & s'éteignit par degrés, l'avoit acquiſe tout-à-coup. Mœſtlin, aſtronôme inſtruit & digne de foi, conſidéra la conſtellation de Caſſiopée dans le mois d'Octobre, & Munoſius le 2 Novembre : l'aſtre ne brilloit point encore (*c*); il parut le 11 tout formé & tout brillant. Ce phénomene ſi rare de l'apparition ſubite d'une nouvelle étoile n'avoit encore eu que deux témoins, Hypparque & Tycho.

§. IV.

Cet aſtre nouveau occupa tous les ſavans de ce ſiecle; il produiſit d'abord un petit ouvrage de Tycho, qui fut imprimé à Coppenhague (*d*); mais il en produiſit beaucoup d'autres, qui ont été oubliés, & ſur-tout des raiſonnemens abſurdes, mêlés à des idées lumineuſes. On alla juſqu'à comparer cette

(*a*) *Progymnaſmata*, P. I, p. 231.
(*b*) *Ibid.*
(*c*) *Ibid.* p. 334 & 346.
(*d*) Il eſt inſéré dans le grand ouvrage de Tycho ſur l'étoile de 1572, dans la premiere partie des *Progymnaſmata*, p. 354.

étoile à celle qui conduisit jadis les Mages. On pensa qu'elle annonçoit le retour du Christ, comme la premiere avoit annoncé sa venue : c'étoit le tems des prédictions. Ce qu'il y eut de plus singulier, c'est que Théodore de Beze, successeur de Calvin, homme savant & célebre, adopta cette opinion, & la consacra dans ses vers. Tycho les rapporte, en ajoutant qu'il ne sait si Théodore de Beze les a faits sérieusement, ou comme un jeu d'esprit (*a*).

Reisacherus, professeur de mathématiques à Vienne, croyoit que cette étoile pouvoit être la même que celle, qui, suivant Cyprianus Léovitius, avoit été vue en 1264; laquelle cachée pendant long-tems par quelque cause, reparoissoit alors par la cessation de cette cause (*b*). Cette opinion étoit assez raisonnable. Tycho demandoit où elle s'étoit cachée pendant trois cents ans ? Les siecles suivans lui répondront par des exemples réitérés de ces apparitions & de ces disparitions.

Jerôme Fracastor avoit précédemment pensé qu'il y avoit des étoiles, qui deviennent visibles lorsqu'elles s'approchent du centre du monde, & qui, lorsqu'elles s'en éloignent, s'évanouissent, n'ayant plus une lumiere sensible à la vue (*c*). Jean Dée, Anglois, pensa que cette étoile pouvoit s'approcher & s'éloigner de la terre par degrés insensibles & en ligne droite (*d*): ce qui expliquoit son apparition & sa disparition. Un autre, Elie Camerarius de Francfort sur l'Oder, crut appercevoir à cette étoile une parallaxe, qui diminuoit en même tems que son éclat; & il en conclut qu'elle s'éloignoit en ligne droite, & s'enfonçoit dans les profondeurs du ciel (*e*); mais cette parallaxe n'étoit qu'une erreur d'observation.

(*a*) *Progymnasmata*, Partie Ire, pag. 239.

(*b*) *Ibid.* p. 327.

(*c*) *Ibid.* p. 363.

(*d*) *Ibid.* p. 412.

(*e*) *Ibid.* p. 413.

La grande question étoit de savoir si cet astre nouveau avoit une parallaxe. Nous avons dit que la parallaxe dépend de la distance, & sert à la déterminer (*a*); plusieurs astronômes croyoient en appercevoir une par leurs observations. Le Landgrave de Hesse la trouvoit de 3′ (*b*); d'autres alloient même jusqu'à 19 ou 20′ (*c*). Mais ces différences que l'on appercevoit entre les observations, & que l'on attribuoit à la parallaxe, n'étoient que des erreurs ou de l'observation, ou des instrumens. Cette étoile étoit très-bien placée pour la recherche de sa parallaxe; elle étoit au nombre de celles, qui ne se couchent point, qui passent deux fois au méridien dans un jour sur le même horizon, une fois du côté du midi, & une fois du côté du nord. Dans sa plus grande hauteur, elle s'approchoit à 10° du zenith, sa parallaxe devoit être alors insensible; dans la plus petite hauteur, elle étoit à 20° au-dessus de l'horizon, où la parallaxe est encore assez grande. Tycho suivit cette étoile avec le plus grand soin, & s'assura qu'elle n'en avoit aucune : il eut même la précaution de faire les deux observations le même jour, sans faire varier la position des alidades, qui mesuroient les distances des fixes avec l'étoile nouvelle : l'angle de ces distances se trouva le même près de l'horizon & près du zenith (*d*). Il établit donc comme un point fondamental, que cette étoile manquant absolument de parallaxe, étoit plus éloignée que toutes les planetes, que Saturne lui-même, qui en a une, quoique petite; elle étoit donc semblable aux étoiles fixes à cet égard, & elle devoit habiter la même région (*e*).

(*a*) *Suprà*, p. 97.
(*b*) *Progymnasmata*, Partie Ire, page 364.
(*c*) *Ibid.* p. 367, 376, 384.
(*d*) *Ibid.* p. 275.
(*e*) *Ibid.*

§. V.

§. V.

PLUSIEURS des astronômes de ce tems donnoient dans deux absurdités, l'une de faire de cette étoile une comete, quoiqu'elle n'eût pas de mouvement; l'autre de la placer au-dessous de la lune, quoiqu'elle n'eût point de parallaxe (*a*). Peucer conjectura qu'elle avoit été allumée par Jupiter (*b*). Il faut convenir que comme on voyoit cette étoile diminuer de grandeur & d'éclat, enfin se préparer à s'éteindre, il étoit assez naturel de penser qu'elle avoit été allumée, mais allumée par Jupiter, qui n'a d'autre lumiere que la lumiere affoiblie qu'il tient du soleil; cela étoit absurde, même pour le tems.

On commençoit à observer les cometes, qui avoient été fort négligées depuis le renouvelement de l'astronomie. En conséquence on étoit revenu à raisonner sur leur nature. Il y avoit deux anciennes opinions sur ces astres, dont l'apparition est inattendue & de peu de durée: l'une qu'ils étoient formés par les exhalaisons de la terre; l'autre qu'ils étoient créés dans le ciel par la rencontre de plusieurs planetes, comme Démocrite, Anaxagore, Aristote & Séneque l'ont pensé. Philippe Appien avança que la naissance de l'étoile de 1572 étoit due à la grande conjonction de Saturne & de Mars, parce que dans ces conjonctions, il y en a qui font des astres avec des queues, & d'autres des astres sans queues (*c*).

Tycho, qui reconnut dans la suite que les cometes étoient fort au-delà de la région de la lune, & qui sentit que les exhalaisons de la terre ne pouvoient aller jusques-là, ne s'éloigne pas de l'opinion de Démocrite; du moins paroît-il penser qu'elles étoient produites par les exhalaisons de quelqu'autre

(*a*) *Progymnasmata*, Partie Ire, page 333.

(*b*) *Ibid.* p. 329.

(*c*) *Ibid.* p. 387.

planete. Il établit que toute comete eſt formée dans la région des planetes; c'eſt pourquoi elle tient de leur nature; c'eſt pourquoi elle à un mouvement comme elles. C'eſt auſſi la cauſe de la courte durée de l'apparition des cometes: ce ſont, dit-il, de fauſſes planetes bientôt détruites; mais les aſtres nouveaux, formés dans la région des fixes, ſont de la même nature, & ſont fixes comme elles (*a*).

§. VI.

François Vallesius prétendoit que cette étoile ne pouvoit être nouvelle, parce que la création de Dieu a été une & complette, parce que les cieux furent créés tout-à-coup parfaits. L'auteur de toutes choſes ſe repoſe, en admirant ſon ouvrage, & ne crée plus rien. Tycho répondoit qu'il ne falloit pas prendre à la lettre les paſſages cités de l'écriture, & encore moins limiter l'action de la puiſſance divine (*b*). Tycho avoit raiſon. Cependant, ſans vouloir réduire l'être ſuprême à une inaction actuelle, on pourroit trouver de bonnes raiſons phyſiques & aſtronomiques pour ſoutenir que cette étoile n'étoit pas nouvelle. La penſée de Valleſius étoit que l'étoile devenoit ſi petite, qu'elle ceſſoit d'être viſible. Cette penſée étoit très-raiſonnable; ſi Tycho ne l'adopta pas, c'eſt qu'il tenoit aux préjugés de ſon ſiecle ſur la génération des cometes, que l'on rangeoit parmi les météores, & parmi les produits des vapeurs de la terre ou des planetes. Il eſt vrai que Valleſius gâtoit cette idée ſimple, en ajoutant qu'il y avoit des parties du ciel plus denſes que les autres, comme, dit-il, la voie lactée & les taches de la lune l'indiquent. Le mouvement du ciel portant cette étoile dans ces parties, elle augmente de volume &

(*a*) *Progymn.* p. 349. (*b*) *Ibid.* p. 350.

d'éclat, elle devient visible jusqu'à ce qu'en s'éloignant de ces mêmes parties, elle perde la cause de son éclat, & cesse d'être visible. Mais pourquoi cela arrivoit-il si rarement? Pourquoi cela n'arrivoit-il pas à toutes les petites étoiles? On feroit un volume de questions; nous ne nous chargeons pas d'y répondre. Nous marquons les idées saines & les erreurs par lesquelles on passoit sur le chemin de la vérité.

§. VII.

Tycho pensoit que la matiere de cette nouvelle étoile étoit toute céleste, semblable à celle des autres étoiles, mais avec un mélange de parties moins pures, qui ont amené avec le tems sa dissolution, tandis que toutes les autres se conservent par leur pureté, & durent éternellement (*a*). Il pense que cette matiere céleste est répandue partout dans l'espace, & plus abondamment dans la voie lactée. C'est pourquoi l'étoile a paru dans cette bande lumineuse. Tycho y voyoit même un espace obscur, grand comme la moitié du disque de la lune, qu'il ne se souvenoit pas d'y avoir remarqué auparavant. Ce trou étoit le vide qu'avoit laissé la matiere réunie pour former l'étoile, placée effectivement dans ce lieu. Cette apparence obscure entre les parties blanches de la voie lactée, si elle étoit réellement nouvelle, doit avoir été l'effet de l'éclat même de l'étoile; une grande lumiere efface & obscurcit la blancheur de la voie lactée. Tycho, toujours préoccupé des idées de la formation & de la destruction des astres, les compare aux métaux; les plus parfaits ne se fondent qu'à un feu assez fort, tandis que les autres se fondent plus facilement, à raison de leur imperfection (*b*).

(*a*) *Progymn.* P. I, p. 462.

(*b*) *Ibid.* p. 463.

§. VIII.

Mais le plus grand ſervice que rendit cette étoile, c'eſt de fournir à Tycho l'occaſion du renouvelement de l'aſtronomie. Depuis Ptolémée, on n'avoit preſque point fait d'obſervations; on ne trouve qu'Albategnius, qui nous en a peu laiſſé, & le Landgrave, qui obſervoit dans le même tems que Tycho, concurremment avec lui, & en quelque ſorte, du moins ſur la fin, par ſes avis. Comme toutes nos connoiſſances ſe tiennent, comme dans la phyſique céleſte ſur-tout, la perfection totale tient à la perfection des parties, Tycho conçut le deſſein d'une réformation générale: il voulut tout revoir par ſes yeux, dreſſer, comme Hypparque, un nouveau catalogue des étoiles; & deux fois l'apparition d'une étoile, qui ſembloit un phénomène iſolé, produiſit un grand ouvrage.

Il falloit un lieu propre à l'obſervation, un lieu qui réunît & la ſérénité du ciel & le ſilence de la retraite. Tycho forma le projet d'aller s'établir à Baſle, où il devoit trouver la pureté de l'atmoſphere, la liberté civile, & l'avantage d'être au milieu des ſavans répandus en Allemagne, en Italie & en France. Il craignoit ſur-tout dans ſa patrie l'importunité des amis oiſifs, & des nobles qui mépriſoient l'aſtronomie. Le Landgrave de Heſſe écrivit au Roi de Dannemarck; ſon émule étoit dans le cas de faire connoître tout ce qu'il valoit. Le Roi ſentit la perte dont il étoit menacé. Il manda Tycho, & lui offrit la propriété de l'iſle d'Huene, ſituée entre la Scanie & la Zélande; il ajouta qu'il y feroit bâtir les édifices néceſſaires, placer des inſtrumens, & que les dépenſes du prince rendroient l'habitation digne de l'aſtronôme. Tycho accepta cet aſile, où la mer devoit le défendre des importuns. On y bâtit un château, qui reçut de Tycho le nom de ville du

ciel, *Uranibourg*. Il y fit placer la plus belle collection d'instrumens, qui ait jamais existé, dont la plupart étoient inventés ou perfectionnés par lui. Il appela des coopérateurs, soit pour observer, soit pour calculer, qu'il entretint à ses frais, & qu'il instruisit lui-même. C'est là, & depuis 1577, qu'il fit toutes ses observations, tant des étoiles que des planetes & des cometes, jusqu'à Mercure, que Copernic n'avoit jamais pu voir. Il regarde toutes les observations qu'il a faites avant cet établissement, comme des observations de l'enfance & de la jeunesse; celles qu'il a faites dans cette île, avec des instrumens proportionnés à ses vues, lui paroissoient propres à fonder la science; ce sont des observations d'homme (*a*).

§. IX.

Nous sommes forcés d'interrompre le récit des travaux de Tycho, pour parler d'une nouvelle institution civile à laquelle l'astronomie eut la plus grande part; c'est la réformation du calendrier. Lorsque Sosigènes & Jules César réglerent l'année romaine, ils établirent que l'année civile seroit de 365 jours précisément, & que pour tenir lieu du quart de jour, dont l'année vraie est plus longue, on ajouteroit un jour à chaque quatrieme année nommée bissextile. Sosigènes n'ignoroit pas sans doute que, suivant les observations d'Hypparque, l'année vraie, la révolution du soleil étoit plus courte d'environ 5′: il a pu croire que cette erreur ne méritoit pas qu'on y fît attention; mais elle est bien plus grande qu'il ne l'avoit pensé. La révolution du soleil embrasse à-peu-près $365^{j}\ 5^{h}\ 49'$; elle est donc plus courte d'environ 11′ que l'année julienne; à chaque quatrieme année on ajoutoit 44′ minutes de trop; & le com-

(*a*) *Astron. instaur mecanica.*

mencement de l'année vraie précédoit toujours de plus en plus le commencement de l'année civile. L'équinoxe du printems avoit été fixé au 21 Mars, l'an 325, par le concile de Nicée. Depuis cette époque jusques vers l'an 1582, l'équinoxe vrai étoit arrivé tous les 132 ans, un jour plutôt que l'équinoxe civil réglé par le concile; il tomboit dans ce siecle au 11 Mars. Cette anticipation avoit été remarquée par les plus savans hommes des siecles passés; Bede le vénérable, Sacro Bosco, Roger Bacon l'avoient annoncée. Deux cardinaux, Pierre d'Ailli & de Cusa, représenterent, l'un au concile de Constance, l'autre au concile de Latran, la nécessité d'une réformation. Sixe IV, en 1474, forma le projet de s'en occuper; c'est dans cette vue qu'il manda Regiomontanus à Rome, & le récompensa d'avance, en le nommant à l'évêché de Ratisbone. Une mort prématurée enleva l'astronôme à ce travail, & comme il n'eut point alors de successeur, le projet fut suspendu. Cependant la nécessité de la réformation étoit évidente, car si on eût laissé s'accumuler les erreurs, le calendrier auroit à la fin indiqué le solstice d'hiver dans le tems de l'équinoxe du printems, & la saison des glaces, lorsque la terre auroit été couverte de fleurs. Ce n'étoit pas le seul inconvénient : nous avons dit que le concile de Nicée avoit réglé qu'on célébreroit la pâque des chrétiens le premier dimanche après la pleine lune, qui tombe le jour de l'équinoxe, ou qui le suit. Il étoit donc essentiel, pour la célébration de ce jour solemnel, de connoître les jours où doivent tomber les pleines lunes dans le cours de chaque année. Le concile de Nicée adopta la période de Méton, pour régler cette partie du calendrier. On supposoit alors, comme Méton l'avoit cru, que 19 années solaires font précisément 235 lunaisons. Mais ces 19 années sont plus longues de $1^h\ 32'$, & après seize périodes,

ou plus exactement, après 312 ans & demi, les vraies phases de la lune précedent déjà d'un jour celles qu'indique le calendrier. En 1250 ans elles devoient donc précéder de quatre jours; c'est en effet ce qui étoit arrivé à l'époque où nous sommes. Avec le tems, le calendrier seroit venu à annoncer la pleine lune dans le tems où elle est nouvelle, & à faire célébrer la pâque dans une phase contraire à celle qui a été réglée par l'église.

§. X.

L'ÉVIDENCE de ces abus & de ces écarts du calendrier tourna tous les esprits vers la réformation; plusieurs écrivains en montrerent la nécessité, & proposerent différens plans de réforme. Egnace Dante éleva dans l'église de Sainte Petrone à Bologne un gnomon, pour montrer à tous les yeux la marche du soleil, & en même tems les erreurs du calendrier. Dans les institutions civiles, dans les choses d'un usage général, il faut parler à la multitude, il faut instruire ceux qui ne lisent point, ceux qui ne connoissent pas les principes, mais qui jugent les opérations. Enfin cette réformation tant desirée, sollicitée par tant d'ouvrages publiés sur cette matiere, projetée par plusieurs papes & plusieurs conciles, fut exécutée par le Pape Grégoire XIII, qui en eut l'honneur. Aloïsius Luilius, médecin & astronôme de Verone, lui présenta un plan, qui fut examiné par les plus habiles mathématiciens du tems, & dont l'exécution fut trouvée facile. Le Pape envoya ce projet à tous les princes chrétiens, pour avoir leur avis; il fut loué & approuvé universellement; l'auteur n'en vit pas l'exécution, il mourut, & son frere fut admis à la congrégation que le Pape nomma pour examiner la chose en dernier ressort. Cette congrégation étoit composée de plusieurs prélats, d'Egnace Dante,

de quelques autres savans, & de Clavius, qui depuis expliqua dans un grand ouvrage la forme & les usages du nouveau calendrier.

§. XI.

Voici en quoi consisterent les réformations : la plus aisée étoit celle qui devoit corriger l'anticipation de l'équinoxe. Puisque l'équinoxe vrai ou solaire, au bout de 132 ans, précede d'un jour l'équinoxe civil, il doit le précéder de trois jours en 400 ans. On régla qu'au lieu de faire, comme on avoit coutume, chaque centieme année bissextile, on ne feroit qu'une seule bissextile dans quatre centenaires de suite. Le calendrier grégorien a donc trois jours de moins dans 400 ans que le calendrier julien. C'est précisément la correction que demandoit ce calendrier. Quant à la partie de la réformation qui concernoit la lune, elle étoit plus difficile, & l'explication abrégée & claire que nous devons en donner ici a les mêmes difficultés. Il s'agissoit de remédier à l'erreur des nouvelles ou des pleines lunes, qui anticipoient d'un jour en 312 ans & demi. Les 19 années de la période de Méton ont chacune un caractere distinctif que Luilius eut l'habileté de saisir ; c'est l'épacte. On appelle ainsi l'âge de la lune, le nombre de jours écoulés depuis la derniere lune commencée, au jour où l'année finit. Supposons une année, où la nouvelle lune soit arrivée le premier Janvier, Luilius dit que l'épacte est nulle, ou zero, parce qu'en effet la derniere lune a fini avec l'année précédente. Comme douze lunes ne font que 354 jours, la premiere nouvelle lune ayant commencé avec l'année, elle se renouvelera pour la treizieme fois le 355e jour, & lorsque l'année finira, au bout de 365 jours, l'âge de la lune, le nombre de jours écoulés depuis son dernier renouvelement, enfin l'épacte sera de

de 11 jours : c'est l'épacte de la seconde année. Chaque année l'épacte augmentera de 11 jours ; mais comme la durée d'une lunaison n'excede jamais 29 jours & demi, on conçoit que l'âge de la lune à la fin de l'année, l'épacte ne doit jamais passer 30 jours. Il faut donc toujours retrancher 30 de l'épacte lorsqu'elle surpasse ce nombre. C'est ainsi que l'on forme la suite des 19 épactes du cycle lunaire, 0, 11, 22, 3, 14, 25, 6, 17, 28, 9, 20, 1, 12, 23, 4, 15, 26, 7, 18 (*a*). Ces 19 nombres répondent, suivant leur ordre, aux 19 années de la période de Méton.

Si cette période étoit parfaitement exacte, ce seroit le nombre de toutes les épactes possibles ; mais cependant tous les jours de l'âge de la lune depuis 0 jusqu'à 29 peuvent y passer & devenir épactes à leur tour. Luilius eut l'idée simple & heureuse d'écrire ces trente nombres dans leur ordre naturel, 0, 29, 28, 27, &c. dans le calendrier, en commençant au premier Janvier, à côté de chaque jour du mois. Ces nombres répétés douze fois, feroient 360 jours, comme chaque lunaison n'est que d'environ 29 jours & demi, & les douze lunaisons de 354 jours, tous les deux mois il y a un jour où on place deux nombres, pour que la totalité n'excede pas 354, & que l'épacte se trouve juste à la fin de l'année. Nous ne nous étendrons pas davantage sur cet artifice, dont on peut s'instruire plus à fond dans les traités sur cette matiere. Cela posé, dans la suite des nombres que nous avons exposée, le quantieme de la période métonienne indique l'épacte correspondante, & cette épacte annonce les nouvelles lunes pour

(*a*) La derniere année a 18 épactes, on en ajoute 11, ce qui ne fait que 29 ; mais comme la lune intercalée de cette dix-neuvieme année n'a que 29 jours, on retranche 29 au lieu de 30 ; c'est ce qu'on appelle le saut de la lune, on devroit dire plutôt le saut de l'épacte, & l'on revient à l'épacte zero, qui est la premiere.

tous les jours auxquels elle est associée. Ensuite pour remédier à l'anticipation d'un jour que les nouvelles lunes ont au bout de 300 ans, il suffisoit d'augmenter l'épacte d'un jour. C'est l'effet de cette anticipation : la nouvelle lune étant arrivée un jour plutôt dans une année quelconque, son âge, l'épacte est augmentée pareillement d'un jour lorsque l'année finit. Il suffisoit donc au bout de 300 ans, de changer la suite qui répond aux 19 années de Méton, & au lieu de celle que nous avons écrite ci-dessus, de prendre celle-ci qui répondra aux mêmes années pour 300 ans : 1, 12, 23, 4, 15, 26, 7, 18, 29, 10, &c. Cet arrangement étoit simple & ingénieux ; mais il fut troublé par les bissextiles que l'on retranchoit chaque centieme année pendant trois siecles de suite. L'ordre & la suite des lunes, leur renouvelement étoit dérangé : l'année ayant un jour de moins, toutes ces phases arrivoient un jour plus tard, & l'épacte, à la fin de l'année, diminuoit par conséquent d'un jour. Mais comme cette suite n'étoit interrompue qu'une fois en 100 ans, & restoit ensuite constante pendant un siecle entier, Luilius imagina qu'on pouvoit employer la même suite d'épactes, en les diminuant toutes d'une unité ; alors cette suite seroit pour le siecle subséquent. Luilius apperçut que malgré toutes ces variations il n'y avoit que trente suites possibles de ces nombres. En effet, en augmentant ou diminuant les 19 épactes que nous avons marquées, la premiere par exemple 0, elle ne peut subir que 30 changemens depuis 0 jusqu'à 29, puisqu'au-delà de ce nombre, on revient à 0 ; il suffisoit donc d'indiquer par une table, laquelle de ces trente suites devoit servir pour chaque siecle, en ayant égard au jour dont on doit augmenter les épactes tous les 312 ans & demi, à cause de l'irrégularité de la méthode métonienne ; & aux trois jours qu'on doit retrancher des épactes, dans le

cours de quatre siecles, pour avoir égard à la correction de l'année solaire. Voilà sur quoi est établie la regle de l'église, & ce qui compose le fameux calendrier grégorien, 1°. une table de 30 suites chacune de 19 épactes; 2°. Une table pour montrer celle de ces suites dont on doit faire usage dans le siecle où on se trouve; 3°. enfin le quantieme de la période de Méton, ou le nombre d'or, pour indiquer celle des 19 épactes qui appartient à l'année.

§. XII.

Grégoire XIII, ayant consulté les princes de sa communion pour s'assurer de leur consentement, abolit par un bref, au mois de Mars 1582, l'usage du calendrier Julien, & substitua l'usage du nouveau calendrier, nommé depuis, & en son honneur, le calendrier grégorien. Il ordonna qu'on retrancheroit dix jours de l'année alors courante, pour se retrouver d'accord avec le ciel, & ramener l'équinoxe au 21 Mars, au jour fixé par le concile de Nicée. Le mois d'Octobre n'eut que 21 jours; on passa tout de suite du 4 au 15. Le Pape ordonna à tous les ecclésiastiques de se conformer à cette maniere de compter, & il exhorta les princes chrétiens à la faire recevoir dans leurs états. Mais tous les princes protestans s'y refuserent. La religion réformée étoit nouvelle, le zele étoit ardent, & les haînes vigoureuses; on ne voulut point d'une chose utile, émanée du parti contraire. Ce qui prouve que sur une partie de la terre, également habitée & civilisée, malgré les liaisons de la politique & du commerce, les communications peuvent encore être difficiles. De là naquit une différence dans les dates; il y eut le vieux & le nouveau style, la moitié de l'Europe comptoit 10 ou 11 jours de moins que l'autre. Les états protestans ne font point usage encore de la partie de ce

calendrier qui regle la pâque ; ils se servent du calcul astronomique pour la régler. Mais les Anglois ont adopté le nouveau style en 1752, après l'avoir rejeté pendant 170 ans. L'Europe entiere l'a reçu, à l'exception de la Russie, qui seule s'y refuse encore. Le préjugé ne résistera pas sans doute long-tems dans un pays gouverné & éclairé par l'Impératrice Catherine II.

§. XIII.

Le calendrier grégorien eut beaucoup de contradicteurs ; il fut attaqué par Mœstlin, par Scaliger, par Viete. Luilius mort ne pouvoit plus le défendre ; mais Clavius, qui avoit été chargé de tous les calculs nécessaires à la perfection de ce calendrier, composa un grand ouvrage pour l'expliquer, & combattit victorieusement tous ses adversaires. Ce n'est pas que ce calendrier soit sans défaut ; dans le tems de la réformation, les nouvelles lunes anticipoient de quatre jours, on n'en retrancha que trois. Les lunes astronomiques anticipent encore d'un jour, & quelquefois plus sur celles du calendrier. Clavius montroit que cette imperfection avoit été laissée à dessein. On a voulu que les nouvelles lunes astronomiques précédassent celles du calendrier, afin que la vraie pleine lune précédât également, & qu'on ne fût pas exposé à célébrer la pâque avant cette phase. M. Cassini & M. Bianchini ne sont pas contens de cette raison. Ces deux adversaires étoient plus redoutables que tous les autres.

Le second défaut du calendrier, c'est que l'équinoxe qu'on a voulu fixer au 21 Mars, n'y est presque jamais ; l'équinoxe vrai comme l'équinoxe moyen s'en écartent également. On entend par l'équinoxe moyen, celui qui auroit lieu, si le soleil avoit un mouvement uniforme ; c'est le moment où un soleil fictif, qui parcourroit l'écliptique d'un pas égal dans la même

durée de l'année, traverſeroit l'équateur. L'équinoxe vrai eſt le moment où le ſoleil marchant, inégalement, ſe trouve réellement dans l'équateur. Or l'équinoxe moyen peut varier, ſuivant M. Caſſini (*a*), depuis le 21 Mars, deux heures après midi, juſqu'au 23 Mars ſept heures après midi; & l'équinoxe vrai précédant toujours l'équinoxe moyen d'environ 46 heures, varie depuis le 19 Mars 4^h après midi, juſqu'au 21, 9^h heures après midi. L'équinoxe vrai s'éloigne donc toujours en précédant le 21 Mars, jour fixé par le calendrier grégorien, & l'équinoxe moyen s'en éloigne également en le ſuivant. M. de Montucla (*b*) remarque avec raiſon que les réformateurs du calendrier, en choiſiſſant le 21 Mars, ſemblent avoir établi un équinoxe fictif, qui tient le milieu entre l'équinoxe vrai & l'équinoxe moyen. Il n'oublie pas de remarquer que l'intercalation des Perſes, dont nous avons parlé (*c*), eſt beaucoup plus parfaite; elle ne permet pas ces grandes excurſions : au bout de 33 ans, l'équinoxe revient dans le calendrier à la place qui lui a été aſſignée. Mais les Perſes ne ſongeoient qu'à l'année ſolaire; il a fallu concilier ici les mouvemens du ſoleil avec ceux de la lune. Ce fut dans tous les tems, comme nous l'avons dit, le chef-d'œuvre des mains les plus habiles; d'ailleurs le calendrier grégorien a l'avantage, malgré ces défauts, de ſervir de regle & de loi pendant un grand nombre de ſiecles. La tâche de cette réformation étoit difficile; les réformateurs n'avoient que le choix des inconvéniens & des défauts: ils ont préféré les moins conſidérables, & nous devons leur pardonner ceux qu'ils ont été forcés de conſerver, en conſidération de ceux qu'ils ont eu l'adreſſe d'éviter.

(*a*) Mémoires de l'Acad. des Scienc. Tom. VIII, p. 356.

(*b*) Hiſt. des Math. Tom. I, p. 593.

(*c*) *Suprà*, p. 251.

§. XIV.

Nous revenons aux travaux de Tycho. Ce n'eſt pas ſans raiſon qu'il entrepriz de poſer l'aſtronomie ſur de nouveaux fondemens. Hypparque, qui fit le premier catalogue d'étoiles, avoit manqué ſon objet, ou du moins l'aſtronomie avoit acquis, dans les mains de Tycho, une perfection, qui rendoit inſuffiſantes toutes les anciennes déterminations. Tycho détaille avec beaucoup de ſoin & de ſagacité les défauts des inſtrumens des anciens, ceux de leur maniere d'obſerver, particulierement dans la recherche du lieu des étoiles, où ils ſe ſervoient de la lune pour faire une obſervation intermédiaire (*a*). Ainſi le lieu qu'ils obtenoient étoit affecté de l'erreur de quatre obſervations faites avec des inſtrumens défectueux, de l'erreur du lieu du ſoleil pris dans les tables, de celle du mouvement de la lune ſuppoſé connu dans l'intervalle, & du changement de la parallaxe, aſſez mal déterminé par Ptolémée (*b*). Vénus avoit un mouvement plus lent, & une parallaxe plus petite; Tycho, n'ayant pas de moyen de comparer directement les étoiles au ſoleil, imagina en 1582 de choiſir Vénus pour faire l'obſervation intermédiaire (*c*). Il paroît s'en féliciter; il ignoroit que Waltherus avoit eu la même idée cent ans avant lui.

§. XV.

On avoit alors la méthode d'obſerver l'azimuth d'une étoile, & le tems auquel elle y paſſe, pour en déduire ſa longitude & ſa latitude (*d*). Tycho en fit d'abord uſage (*e*); mais le point

(*a*) *Suprà* p. 106.
(*b*) *Progymnaſmata*, Partie Ire, page 106.
(*c*) *Ibid.* p. 111.
(*d*) *Suprà*, p. 374.
(*e*) *Progym.* P. I, p. 109.

difficile de cette méthode, une des causes de son incertitude étoit la détermination de ce tems. Après Waltherus, le Landgrave de Hesse eut des horloges; Tycho en possédoit trois ou quatre, faites avec art, & qui marquoient les minutes & les secondes. Mais il ne pense pas que leur marche fût assez réguliere pour indiquer précisément l'instant d'un phénomène (*a*). Il remarque qu'elles sont sujettes à varier par les changemens de l'atmosphere & des vents; même en les tenant l'hiver dans des étuves dont la température étoit uniforme. Ce n'étoit pas assez que la révolution du soleil à l'égard du méridien, ou à l'égard d'une même étoile, se fît exactement en vingt-quatre heures, on n'étoit pas encore à l'abri des erreurs; les roues, les dents pouvoient avoir des défauts, & produire des inégalités dans la durée des heures. Tycho imagina de construire une clepsidre avec du mercure, placé dans un vase de verre, percé d'un petit trou. Ce mercure, au poids de plusieurs livres, avoit été revivifié plusieurs fois, pour en séparer toutes les impuretés. Tycho pesoit la quantité écoulée dans l'intervalle d'un jour, & ensuite il faisoit une table des quantités & des poids qui devoient s'écouler dans une heure, dans une minute, dans une seconde. Il est remarquable qu'il employoit le moyen que nous avons indiqué comme ayant appartenu aux anciens, pour rendre le tems de la chûte toujours égal; il avoit un autre vase plein de mercure, qui distiloit dans le premier, & servoit à l'entretenir toujours à la même hauteur. Il faisoit la même chose avec du plomb calciné, réduit en poudre. Il ne manque pas de faire, à cette occasion, des réflexions sur les propriétés astrologiques & chimiques de Mercure & de Saturne, considérés comme planetes ou comme

(*a*) *Progymnasmata*, Part. I, p. 109.

métaux (*a*). Cette mesure du tems par le vif-argent confirme, dit-il, l'apophtegme des philosophes alchimistes : *ce que cherchent les sages est dans le mercure* (*b*).

Tycho cependant ne se fioit pas à ses horloges & à ses clepsidres, il eut une meilleure méthode pour déterminer l'heure des observations : une méthode dont on retrouve quelque trace dans Ptolémée (*c*). Au moment de l'observation, il prenoit sur ses armilles équatoriennes de douze pieds de diametre, la distance de quelque belle étoile au méridien (*d*). Par la révolution toujours égale de l'équateur, il savoit combien il s'écouleroit de tems avant que l'étoile passât au méridien, ou combien il s'en étoit écoulé depuis qu'elle y avoit passé. Mais le soleil y étant toujours à midi, la différence de son lieu à celui de l'étoile indique à quelle heure elle y doit paroître. Cette heure pouvoit donc être toujours connue par le calcul, & au moyen de la distance observée de l'étoile au méridien, Tycho déterminoit le tems de l'observation.

§. XVI.

Tycho avoit commencé par se servir de la méthode des azimuths ; mais il l'abandonna bientôt pour celle de Waltherus, qui consiste à déterminer la position d'un astre dans le ciel, en observant sa distance à deux autres astres connus. Cette méthode, qui n'employe point le tems comme celle des azimuths, sera d'autant plus exacte que les instrumens seront meilleurs. Tycho imagina le sextant, dont l'arc n'a que 60 degrés, au lieu que le quart de cercle en a 90. Ces instrumens étant supposés de

(*a*) Les chimistes sont convenus de désigner les sept métaux par le nom des sept planetes. Mercure représente le vif-argent, Saturne, le plomb, &c.

(*b*) *Progymnasmata*, Partie Ire, page 110.

(*c*) *Infrà*, Eclaire. Liv. I, §. 25.

(*d*) Tycho, Histoire céleste, page 801.

la

la même grandeur, le degré a plus d'espace sur le sextant, & souffre des subdivisions plus petites & plus exactes. Nous disons que Tycho est l'inventeur du sextant, du moins en Europe ; car il n'avoit sûrement pas entendu parler de celui que les Arabes avoient fait construire 500 ans avant lui, & il paroît être le premier des modernes qui s'en soit servi. L'instrument étoit attaché sur un globe mobile, qui plaçoit l'arc du sextant dans un plan céleste quelconque (*a*). Cette disposition est nécessaire pour observer les distances des étoiles qui se rencontrent dans toutes les positions & dans tous les plans possibles. Il étoit garni de deux alidades qu'on pouvoit diriger aux deux astres, & il falloit deux observateurs, afin que l'observation fût instantanée (*b*).

§. XVII.

Un progrès de l'art d'observer, c'est le soin de vérifier l'instrument. Tycho ne le négligea pas, peut-être à l'exemple du Landgrave ou de ses astronômes. Quel (*c*) qu'en soit l'auteur, ce progrès appartient au tems où nous sommes (*d*). Il n'est point d'opération mécanique, qui atteigne à une exactitude absolue; la main ne suit point la pensée. L'artiste le plus habile, chargé d'exécuter un instrument, s'il fait un arc de 60 degrés, le fera tant soit peu plus grand, tant soit peu plus petit, les subdivisions auront la même incertitude & des inégalités différentes. Ces différences sont toujours petites, & à proportion de l'industrie de l'artiste, mais elles devenoient sensibles sur les grands instrumens de Tycho ; elles n'étoient plus compatibles avec la perfection qu'il introduisoit dans l'astronomie. Il falloit donc que la pensée revînt sur l'instrument qu'elle avoit conçu, pour en

(*a*) *Infrà*, Eclairc. Liv. VIII, §. 21.
(*b*) *Progymn.* p. 173.
(*c*) *Infrà*, Eclairc. Liv. VIII, §. 17.
(*d*) *Observ. hassiaca*, pag. 7, an. 1572.

vérifier l'exécution : & comme l'exactitude eſt hors de toutes nos œuvres, comme nous n'aurions en nous-mêmes que des moyens imparfaits de juger ces imperfections, il fallut chercher dans le ciel un type, un modele de perfection, qui n'exiſte que dans les ouvrages de la nature. Tous les cercles céleſtes ont très-préciſément 360 degrés; on imagina de choiſir pluſieurs étoiles, qui ſe partageaſſent le contour du ciel, & le plus près des cercles de l'équateur ou de l'écliptique. On meſura les diſtances mutuelles de ces étoiles, & ces diſtances étant rapportées par le calcul à l'équateur, ou à l'écliptique, leur ſomme devoit faire 360 degrés : ce qu'il y avoit de plus ou de moins, étoit l'erreur de l'inſtrument.

§. XVIII.

TYCHO attribue lui-même une partie du mérite de ſes obſervations à l'excellence de ſes inſtrumens, dont quelques-uns donnoient une préciſion de 10 ſecondes. Mais il avoit un autre avantage; c'eſt celui des méthodes qu'il inventa. Il commença tous ſes travaux à Uranibourg, par l'obſervation qui doit précéder toutes les autres; c'eſt celle de déterminer la poſition des cercles de la ſphere à l'égard de l'horizon du lieu. Il ſuffit pour cela de connoître la hauteur de l'équateur, ou, ce qui revient au même, celle du pôle ſur cet horizon. Juſqu'alors on avoit obſervé la plus grande hauteur du ſoleil en été, & ſa plus petite hauteur en hiver; la hauteur de l'équateur tient préciſément le milieu de leur différence. Cette eſpece d'obſervation avoit l'inconvénient d'exiger un intervalle de ſix mois, & après ce tems écoulé, la ſeconde obſervation pouvoit être manquée par le mauvais tems. Tycho trouva le moyen de faire cette obſervation dans une ſeule nuit, en employant les étoiles qui ſont peu éloignées du pôle, & qui ne ſe couchent pas. Ces étoiles paſſent deux fois en vingt-

quatre heures au méridien, une fois au-dessus, une fois au-dessous du pôle : en observant les deux hauteurs méridiennes, on a la hauteur du pôle, qui tient le milieu de leur différence, on a la hauteur de l'équateur, qui est toujours à 90 degrés du pôle (*a*).

§. XIX.

Cette espece d'observation, outre l'avantage d'être très-commode, puisqu'on peut la faire quand on veut, & très-exacte, parce qu'elle peut être répétée autant qu'il est nécessaire, valut encore à Tycho une découverte importante, c'est celle de l'effet de la réfraction. En comparant la hauteur de l'équateur, trouvée par l'observation des solstices, à cette même hauteur, déterminée par les étoiles circumpolaires, il vit que ces hauteurs différoient constamment de 4′, quoiqu'elles eussent été toutes prises avec des instrumens, qui étoient bien éloignés de permettre cette erreur. Il savoit que la réfraction naît des loix de l'optique; mais jusqu'à lui tous les astronômes en avoient négligé l'effet : il le croyoit réellement négligeable, & n'imaginoit pas qu'il pût produire une si grande différence. Il s'en assura par un moyen très-ingénieux, qui lui mit sous les yeux, dans un seul jour, la différence que la réfraction pouvoit introduire dans les observations des hauteurs du soleil au solstice d'été & au solstice d'hiver. Il fit construire un cercle de dix pieds de diametre, qui tournoit sur son axe, dirigé aux pôles du monde, & qui pouvoit décrire un parallèle quelconque à l'équateur. Le jour du solstice d'été, il plaça à midi l'instrument sur le parallèle du soleil, &, en suivant cet astre jusqu'à son coucher, il put remarquer qu'en descendant vers

(*a*) *Progymn.* Part. I, p. 5.

l'horizon, le ſoleil quittoit le plan de l'inſtrument, & s'élevoit tant ſoit peu au-deſſus. Enfin quand le ſoleil fut à la hauteur de 11°, qui eſt à Uranibourg celle du ſolſtice d'hiver, il eſtima que le ſoleil étoit écarté du plan du cercle de l'inſtrument, & par conſéquent de ſon vrai parallèle d'environ 9′.

Tycho a donc la gloire d'être le premier, qui a déterminé l'effet de la réfraction, & le premier qui l'a employée pour corriger les obſervations ; il détermina aſſez bien la réfraction horizontale, c'eſt-à-dire, celle qui éleve les aſtres lorſqu'ils ſe montrent à l'horizon : c'eſt la plus grande. Tycho la faiſoit à peu-près comme nous de 34′ (*a*). Mais il ne fut pas ſi heureux ſur la cauſe phyſique de ce phénomène ; il ſe trompa dans ſon explication. Tycho avoit détruit pour jamais les ſpheres de criſtal que Purbach avoit rétablies ; c'eſt lui qui remarqua que les cometes ſe mouvant en tout ſens, traverſant tous les cieux des planetes, ces cieux ne pouvoient être ſolides, ni les orbites matérielles (*b*). Il remit l'éther des anciens dans tous ſes droits. Mais il ne lui donna point le pouvoir de faire les réfractions ; & en faiſant la remarque fine & vraie, que ce phénomène pouvoit être un peu différent ſous d'autres horizons, à cauſe de quelque différence dans la conſtitution de l'air (*c*), il attribua la cauſe excluſive des réfractions aux vapeurs groſſieres, qui nagent dans l'atmoſphere. Ce ſont toujours les obſervations, les ſens qui nous trompent ; il ne trouvoit plus de réfraction au-delà de 45° de hauteur. Tycho penſoit que ſi la réfraction étoit cauſée par le paſſage de l'éther à l'air, elle s'étendroit juſqu'au zénith. Quoique ces fluides ſoient de nature différente, l'air va toujours en diminuant de denſité, & lorſqu'il touche l'éther, il en differe ſi peu, ſelon Tycho, qu'il n'y a pas lieu à une

(*a*) *Progymnaſmata*, Partie Ire, page 39.

(*b*) *Ibid.* p. 51.

(*c*) *Ibid.* p. 39.

réfraction ſenſible (*a*). Ce qui eſt encore plus ſingulier, c'eſt qu'il n'en fit point une cauſe générale; il eut l'idée extraordinaire, que les réfractions des étoiles n'étoient pas les mêmes que celles du ſoleil, elles étoient toujours plus petites de $4'\frac{1}{2}$ & ceſſoient à 20° de hauteur, au lieu que celles du ſoleil s'étendoient juſqu'à 45°. Ces limites, que la nature n'a placées qu'au zénith, étoient reſſerrées & ramenées juſqu'à 20 ou 45° de hauteur, parce qu'il imaginoit que les vapeurs, toujours trop peu élevées, cauſoient ce phénomène, qui, comme nous l'avons expliqué, tient à la denſité de l'air lui-même, à l'atmoſphere, & non aux vapeurs. Tycho penſoit que les réfractions des étoiles pouvoient être appliquées aux planetes, excepté à la lune, qui, à cauſe de ſa proximité, étoit ſuſceptible des mêmes réfractions que le ſoleil, & peut-être encore de plus grandes. Ainſi ſon opinion étoit que la diſtance des aſtres influoit dans cette affaire, & que la proximité faiſoit les grandes réfractions (*b*). Il ſe méprenoit ſur la cauſe & ſur les effets. Voilà comment on n'eſt pas un grand homme ſur tous les points, & comment l'erreur ſe trouve à côté de la vérité, pour s'aſſocier avec elle.

§. XX.

Tycho ayant obſervé l'obliquité de l'écliptique, ayant déterminé l'excentricité du ſoleil, & la longueur de l'année, conſtruiſit de nouvelles tables de cet aſtre, pour être en état de pouvoir calculer à tous momens ſon lieu dans le ciel. Il ſe ſervit de ce lieu connu, & de l'obſervation intermédiaire de Vénus, pour fixer le lieu de quelques belles étoiles, dont les poſitions lui firent trouver celles de toutes les autres,

(*a*) *Progymn.* P. I, p. 39. (*b*) *Ibid.* p. 216.

en obſervant avec le ſextant, leurs diſtances réciproques. C'eſt par des obſervations répétées, par un travail énorme, qu'il parvint à dreſſer un catalogue de 777 étoiles dont les poſitions ont été établies avec le plus grand ſoin, & ſont aſſez exactes pour le tems. Le Landgrave avoit auſſi entrepris le même travail, mais avec moins d'étendue & un peu moins d'exactitude (*a*); ſon catalogue ne contient que 400 étoiles. Tycho ſe félicite d'être le premier qui, depuis Hypparque, ait exécuté la reſtitution exacte du lieu des étoiles (*b*). On n'avoit alors aucune connoiſſance des ſciences orientales, & le catalogue d'Ulugbeg étoit inconnu en Europe. Ces déterminations conduiſirent Tycho à chercher le mouvement des étoiles en longitude, ou la quantité de la rétrogradation des points équinoxiaux; il la trouva de 51 ſecondes par an, ou d'un degré en 71 ans, par la différence des années ſidérales & tropiques, & par la comparaiſon des poſitions nouvelles des étoiles à celles de Ptolémée, d'Albategnius & de Copernic (*c*). Tycho n'admit point l'inégalité que Copernic attribue à la préceſſion, pour concilier les déterminations de Ptolémée & d'Albategnius avec les ſiennes. Il penſe avec beaucoup de juſteſſe que l'on ne peut admettre cette grande inégalité, non plus que celle de l'année; les obſervations s'y refuſent. Il penſe qu'on doit en rejeter les apparences ſur l'erreur des obſervations, & que s'il y a réellement une inégalité dans cette préciſion, elle ne peut être que fort petite; ce qui eſt très-vrai : au reſte il s'en remet au tems pour éclaircir ces queſtions (*d*); c'eſt le flambeau des aſtronômes, & l'organe de la vérité.

Ces travaux amenerent encore une importante découverte. Tycho s'apperçut que les latitudes des étoiles, que Ptolémée

(*a*) *Progymn.* B. I, p. 210.
(*b*) *Ibid.*
(*c*) *Ibid.* p. 175.
(*d*) *Ibid.* p. 176.

regardoit comme immuables, avoient changé depuis le tems de cet aſtronôme, & encore plus ſenſiblement depuis Tymocharis & Hypparque. Il attribue avec raiſon ce changement à la variation de l'obliquité de l'écliptique, parce qu'il eſt très-conſidérable dans les étoiles voiſines des ſolſtices, & preſque nul dans celles qui ſont près des équinoxes (*a*). Il remarque que les configurations des étoiles n'ont point varié; tout eſt dans le ciel dans le même état, les étoiles, qui étoient les unes à l'égard des autres dans une même ligne droite, y ſont encore, comme au tems des plus anciens aſtronômes. Ces étoiles n'ont donc pas quitté leur place, c'eſt le plan, l'écliptique auquel on les rapporte, qui a varié de poſition (*b*).

§. XXI.

Tycho s'occupa beaucoup de la théorie de la lune, & y fit pluſieurs découvertes. Nous avons dit que les anciens, Hypparque & Ptolémée avoient apperçu dans les mouvemens de cette planete deux inégalités; l'une qui n'alloit jamais qu'à 5° dans les ſizigies, c'eſt-à-dire, dans les nouvelles & dans les pleines lunes; l'autre qui s'ajoutant à celle-ci dans les quadratures, la portoit juſqu'à 7° 40′. Tycho en découvrit une troiſieme; celle-ci étoit la plus grande, dans la moitié de l'intervalle entre une nouvelle ou une pleine lune & la quadrature (*c*): elle va juſqu'à 40′ ½. C'eſt ainſi que les inégalités de cette planete, bizarre & rebelle au calcul, ſe découvroient ſucceſſivement. Tycho eut donc la gloire d'avoir ajouté cette connoiſſance à celle des anciens; mais ce n'eſt pas tout. Juſqu'à lui on avoit connu le mouvement égal & uniforme des nœuds, qui s'accomplit à-peu-près en 19 ans. Il s'apperçut que dans

(*a*) *Progymnaſmata*, Partie 1re, page 163.

(*b*) *Ibid.* p. 164.

(*c*) *Ibid.* p. 70.

le cours de cette révolution le mouvement des nœuds n'étoit pas toujours égal. On avoit cru que l'inclinaison de l'orbite étoit constamment de 5°; il vit qu'elle étoit variable, la plus petite dans les sizigies, & de 4° 58′ 30″ la plus grande dans les quadratures, & de 5° 17′ 30″, la moyenne de 5° 8′ est déterminée fort exactement; ce qui prouve l'adresse de ce grand observateur. Ces deux découvertes sont importantes. Il eut l'idée ingénieuse de représenter ces variations des nœuds & de l'inclinaison par un seul mouvement du pôle de l'orbite lunaire dans un petit cercle (*a*). Mais Tycho, tout grand homme qu'il étoit, voyoit mieux les effets que les causes; il ne paroît point avoir été doué de la faculté de généraliser ses idées. Il avoit admis des réfractions différentes pour la lune & pour les étoiles; il admit également une équation du tems différente pour les mouvemens du soleil & de la lune (*b*). L'équation du tems, ou l'inégalité des jours naît, comme nous l'avons dit (*c*), de l'inégalité même du mouvement du soleil, de sa marche oblique à l'équateur, & presque toujours inégale sur ce cercle, qui fait la durée des jours. Le soleil changeoit-il son cours, quand il s'agissoit d'observer la lune? Souvent les hommes ont pris leurs erreurs pour des inégalités du ciel: mais ici Tycho ne se trompoit que sur la cause, le tems mesuré par le mouvement du soleil ne changeoit pas, c'étoit celui de la lune, qui étoit accéléré & retardé dans le cours d'une année. Nous dirons la cause de cette équation, elle est réelle & la quatrieme équation de la lune; elle a été reconnue également par Kepler (*d*), par Horroxe & par tous les astronômes, qui depuis ont examiné les inégalités de la lune:

(*a*) *Progymnasmata*, Part. I, pag. 88 & 89.
(*b*) *Ibid.* p. 71.
(*c*) *Suprà*, p. 90.
(*d*) Epist. Kepl. & Berneg. p. 72. M. de la Lande, Astron. art. 1449.

c'est

c'eſt celle que nous nommons aujourd'hui équation annuelle. Le tort de Tycho fut de l'appliquer au tems, qui eſt le même pour toutes les planetes.

Au reſte, on juge bien que ſi Copernic, malgré la ſimplicité de ſon ſyſtême, fut obligé de conſerver les épicycles & les cercles entaſſés les uns ſur les autres, pour repréſenter les mouvemens de la lune, Tycho, qui avoit découvert une nouvelle inégalité dans ces mouvemens, ne put rien changer, & fut même obligé d'ajouter à cette complication. Il rendit le centre de l'excentrique mobile ſur un petit cercle, comme Ptolémée, & établit deux épicycles roulans l'un ſur l'autre, comme avoit fait Copernic. Le centre du premier de ces épicycles eſt mobile dans une certaine étendue, & dans le ſens du diametre, par un mouvement alternatif & libratoire, ſemblable à celui d'un pendule, pour repréſenter la nouvelle inégalité (*a*). Nous croyons en dire aſſez ſur toutes ces explications fauſſes des phénomènes; ceux qui ſont inſtruits de ces choſes nous entendront aſſez, & les autres ne perdront rien à ne pas connoître ces erreurs avec plus de détail.

Voilà ce que Tycho a fait pour la lune, & trois découvertes de cette eſpece honorent aſſez ſon travail. Il paroît qu'il comptoit donner une théorie du mouvement des planetes, qui auroit completé ſon ouvrage intitulé *Progymnaſmata*. Elle auroit eu pour baſe vingt-cinq années d'excellentes obſervations. Il ne reſtoit que les tables à conſtruire; & Tycho diſoit lui même que s'il ne terminoit pas cette entrepriſe, il ne falloit que des calculateurs pour l'achever (*b*).

§. XXII.

Ce grand ouvrage des *Progymnaſmata*, qui a l'objet le plus

(*a*) *Progymn.* p. 70.

(*b*) *Aſtron. inſtaur. mecanica.*

vaste, qui embrasse l'astronomie presque entiere, a deux parties; la premiere traite de la nouvelle étoile de 1572; la seconde, de la comete de 1577. Tycho apperçut cette comete vers le couchant, le 13 Novembre au soir; elle parut jusqu'à la fin de Janvier 1578.

Tycho observa soigneusement cette comete, & il s'occupa, ce semble, le premier de fixer le sens de la route de ces astres à l'égard de l'écliptique. Il chercha dans quels points & sous quel angle cette route coupoit l'orbe annuel (*a*). Il lui trouva une parallaxe de 20′ (*b*); elle étoit le tiers de celle de la lune, & elle enseigne que la comete, le jour où cette parallaxe fut observée, étoit environ trois fois plus loin que la lune.

Tycho donnoit aux cometes le même mouvement que les anciens Egyptiens avoient donné à Vénus & à Mercure (*c*). En faisant tourner ces astres autour du Soleil, il pouvoit mieux représenter quelques-uns de leurs phénomènes. Mœstlin & Cornelius Gemma mettoient aussi les cometes en mouvement autour du Soleil, suivant l'hypothèse de Copernic, mais ils supposoient une orbite circulaire, & Tycho ne trouve point que ces suppositions répondent aux apparences. En effet ces deux astronômes avoient été obligés d'imaginer un épicycle, dans lequel se mouvoit la comete, & dont le centre étoit porté sur l'orbe de la comete autour du Soleil, précisément à la maniere de Ptolémée. Cet épicycle avoit cela de singulier, qu'il présentoit l'apparence d'une ovale; non qu'il eût réellement cette figure, mais parce que son cercle étoit perpendiculaire au plan de l'orbite de la comete. La perspective, qui, comme on sait, projette les cercles en forme d'ovale, lorsqu'ils sont vus obliquement, nous montroit l'épicycle sous cette

(*a*) *Progymnasmata*, Partie II, page 46

(*b*) *Ibid.* p. 109.

(*c*) *Ibid.* p. 107.

figure, à nous, qui placés dans le plan de l'écliptique, & hors du plan de l'orbe de la comete, ne le pouvions voir qu'obliquement. Tycho avoit raison de rejeter cette hypothèse compliquée, quoiqu'ingénieuse. En supposant, comme eux, que la comete enveloppoit le soleil, dans un orbite également circulaire, il faisoit tourner cet astre lui-même autour de la terre; d'où il pouvoit résulter des positions & des distances de la comete, fort inégales & suffisantes, du moins suivant Tycho, pour satisfaire au mouvement observé (*a*).

§. XXIII.

Plusieurs observateurs, tels que Thadée Hagécius & Nolthius donnoient à cette comete une parallaxe de 5 à 6°, & la plaçoient par conséquent fort au-dessous de la lune (*b*). Beaucoup d'autres s'accordoient à la croire dans la sphere élémentaire. Ces parallaxes, si grossierement défectueuses, font voir comme on observoit alors, & montrent la supériorité de Tycho sur les astronômes de son siecle. L'exactitude qu'il avoit introduite dans les observations & dans les résultats, étoit une véritable révolution dans l'astronomie.

Il prouva que cette comete, bien loin d'être sublunaire, étoit dans une région très-élevée; d'abord parce que sa route suivoit très-exactement un grand cercle de la sphere, ce qui n'arriveroit pas à un feu, allumé & abandonné au hasard dans le mouvement & dans le vague des airs; ensuite, parce que les distances de la comete aux mêmes étoiles, observées le même jour à différentes hauteurs, & observées le même jour dans différens lieux, lui ont toujours donné une parallaxe beaucoup plus petite que celle de la lune.

(*a*) *Progymn.* p. 141 & 150.

(*b*) *Ibid.* p. 156, 165 & 198.

Tycho se félicite d'avoir résolu une grande question. Il étoit indubitable jusqu'à son tems, que les cometes étoient des astres produits & allumés tout-à-coup. Mais il s'agissoit de savoir si cette production pouvoit avoir lieu dans la région éthérée, ou si, comme le pensoit Aristote, elle ne pouvoit s'opérer que dans la région élémentaire & sublunaire. Tycho ayant démontré que l'étoile nouvelle de 1572 avoit sa place dans la région même des étoiles, ayant prouvé que la comete de 1577 étoit née fort au-delà de l'orbe de la lune, il s'ensuivoit que quelque chose pouvoit être produit dans ces régions élevées, contre l'opinion d'Aristote, qui pensoit que le ciel n'admettoit aucuns corps nouveaux, & qu'il étoit également incapable de génération & de corruption (*a*).

Tycho dût en effet se féliciter ; il avoit fait deux grands pas vers la connoissance des cometes. Regiomontanus fut le premier qui les observa, qui inventa des méthodes propres à découvrir leur distance & leur grandeur. Tycho croyoit que ces astres s'allumoient tout-à-coup; il les regardoit comme des météores, par un préjugé dont la fin n'étoit pas encore venue; mais il leur assigna leur vraie place, en les établissant au-dessus de la lune, & leur véritable cours, en les faisant marcher autour du soleil.

§. XXIV.

Regiomontanus, persuadé de l'opinion d'Aristote, que les cometes étoient engendrées dans la partie supérieure de l'air, au-dessous de l'élément du feu qui touche à l'orbe de la lune, a cru que la substance de la queue des cometes ne différoit de leur corps que par la rareté ; & comme les opinions guident

(*a*) *Progymn.* Part. II, p. 54.

ou trompent les yeux, il croyoit voir ces queues toujours dirigées à l'opposite de la terre. Pierre Appien, qui vit mieux à cet égard, montra qu'elles étoient opposées au soleil. Sa remarque fut confirmée par tous les observateurs, & par Tycho lui-même, avec cette différence cependant que ce dernier crut y remarquer une déflexion. La queue & la tête de la comete lui parurent dans un grand cercle avec la planete de Vénus, & la queue plutôt opposée à Vénus qu'au Soleil. Tycho étoit trompé par ses observations (*a*), Appien en avoit mieux jugé à la vue simple.

§. XXV.

Après cette longue suite de travaux & les éloges qui leur sont justement dûs, nous avons un reproche à faire à Tycho, c'est de n'avoir point admis le systême de Copernic. Si Kepler n'eût pas suivi Tycho, si la nature n'eût pas placé un grand homme après lui, son autorité n'eût pas été balancée; son influence auroit entraîné les générations suivantes, & le vrai systême du monde eût pu retomber dans l'oubli, où il a été enseveli pendant tant de siecles. Tel est le sort des grandes vérités, qui ne peuvent être tout-à-coup familieres, il faut des esprits de même ordre pour les propager, & si un anneau manque à la chaîne, la transmission est interrompue. Bacon ne fut pas entendu de son tems, & Copernic trouva plus de contradicteurs que de partisans.

Tycho s'étoit convaincu de la fausseté du systême de Ptolémée par une observation, où il trouva Mars plus près de nous que le Soleil; ce qui est impossible dans l'ordre des planetes, établi par l'astronôme d'Alexandrie. Cette vérité de fait

(*a*) *Progymn.* Part. II, p. 87.

détruisoit donc l'hypothèse. Il se persuada également de l'erreur du systême de Copernic, parce qu'il crut appercevoir que les cometes observées en opposition avec le soleil, n'étoient point affectées du mouvement de la terre, comme cela devoit être dans le systême nouveau (*a*). Mais on pouvoit lui dire : les cometes sont des astres encore plus nouveaux pour vous que ce systême ; comment osez-vous prononcer ? Dans le cas que vous supposez, le mouvement apparent de la comete est le résultat de son mouvement propre, combiné avec le mouvement de la terre : vous connoissez celui-ci, mais l'autre le connoissez-vous ? Dans cette position, les planetes supérieures sont rétrogrades, parce que leur marche est moins rapide que celle de la terre ; la terre les dévance & les laisse derriere elle. Mais si la comete a un mouvement encore plus rapide, il peut arriver qu'elle dévance elle-même la terre ; elle aura le même cours que les planetes, & le systême ne sera point ébranlé, quoique les phénomènes soient différens.

§. XXVI.

Tycho rend cependant à Copernic la justice qui lui est due : il convient que son systême, qui n'a rien contre les principes des mathématiques, corrige avec adresse les absurdités que Ptolémée avoit introduites dans l'ordre de l'univers ; mais il l'attaque du côté physique. Il ne pense pas qu'un corps massif & lourd comme la terre, fût propre à se mouvoir & à être agité en même tems par un triple mouvement (*b*). Tycho voyoit cependant Jupiter se mouvoir ; Jupiter, dont le globe propre à nous réfléchir la lumiere du soleil, doit être opaque

(*a*) Epist. Astron. p. 149. Astron. la Lande, art. 1085.

(*b*) *Progymnasmata*, Partie II, page 95.

& maſſif comme la terre, Jupiter qu'il eſtimoit lui-même quatorze fois plus gros que notre globe (*a*). Comment concevoit-il le mouvement de cette maſſe, en niant celui de la terre? Ces deux idées étoient faites pour être comparées; mais l'art des rapprochemens manquoit à Tycho. Une autre difficulté qui ſuffiſoit, ſelon lui, pour détruire le ſyſtême de Copernic, c'eſt l'eſpace immenſe & inutile qu'il ſuppoſe entre la région de Saturne & celle des fixes. Aujourd'hui les cometes répondent à cette objection; elles voyagent dans ces eſpaces qui ſeroient déſerts ſans elles. Mais d'ailleurs qui a dit à ces philoſophes que Dieu avoit également peuplé tous ces cantons de l'eſpace? La variété eſt l'ornement du monde, nous voyons le ciel inégalement parſemé d'étoiles; ici leurs globes ſont preſſés & ſerrés, là des parties vides ſemblent des ombres, pour faire valoir la lumiere; & dans l'ordre des planetes, la main qui a diſpoſé toutes choſes, en a mis trois, Mercure, Vénus & la Lune, dans la diſtance du Soleil à la terre, tandis qu'il n'y en a qu'une dans celle de la terre à Jupiter, qui eſt quatre à cinq fois plus grande; tandis que dans la diſtance de Jupiter à Saturne, égale à cette derniere, il n'y en a point du tout. La nature n'eſt connue que par la nature; il eſt abſurde de l'oppoſer à elle-même.

Tycho faiſoit une objection plus forte contre le ſyſtême de Copernic. (*b*). Si, diſoit-il, la diſtance des étoiles à la terre eſt ſi grande que notre globe eſt abſolument inviſible, que l'eſpace enfermé par l'orbe que nous parcourons, n'eſt même qu'un point inſenſible pour un ſpectateur, qui ſeroit placé dans une étoile; comment ſe fait-il que nous appercevions cette étoile, comment peut-elle avoir un diametre ſenſible pour

(*a*) *Progymn.* Part. I, p. 337, Part. II, p. 95.

(*b*) Hiſtoire des mathématiques, Tome I, p. 566.

nous ? Elle occupe donc un espace plus considérable que le grand orbe de la terre, dont le diametre a plus de soixante millions de lieues : le diametre des étoiles est donc au moins cinquante mille fois plus grand que celui du soleil. Cette conclusion paroît absurde, non qu'une masse semblable ait été impossible à l'auteur de la création ; mais l'imagination humaine, déja étonnée, accablée de la masse du soleil, se refuse à la multiplier un si grand nombre de fois, pour former le globe des étoiles. Tycho avoit raison, l'objection étoit très-forte de son tems. Les télescopes ont fourni la solution de cette difficulté. Plus ces télescopes grossissent les objets, plus le diametre des étoiles diminue ; elles ne deviennent enfin que des points étincelans sans aucune étendue sensible à l'œil ; s'ils sont visibles, c'est à cause de leur éclat. C'est ce qui prouve que les étoiles ont une lumiere à elles. La lumiere réfléchie s'affoiblit, & peut cesser d'être sensible à une distance médiocre. Les corps lumineux par eux-mêmes, ont par leur nature une lumiere si vive, qu'elle se propage à des distances infinies, & qu'elle a encore de l'éclat lorsque le corps n'a plus aucune grandeur apparente.

§. XXVII.

Enfin Tycho, après avoir détruit le systême de Ptolémée, & cru détruire celui de Copernic, fut obligé de proposer le sien. Il plaça la terre immobile au centre des mouvemens de la lune & du soleil, qui accomplissent leurs révolutions autour d'elle, & au centre de la sphere des étoiles, qui tournant rapidement sur elle-même en vingt-quatre heures, entraîne toutes les étoiles, le soleil, la lune, les planetes, & fait la succession du jour & de la nuit. Les cinq planetes & les cometes tournent autour du soleil, & c'est avec ce cortege qu'il circule autour de

la

la terre, c'eſt avec ce cortege que la ſphere des étoiles l'entraîne tous les jours. Tycho avoit donc ſenti le mérite de la ſimplicité des explications de Copernic; il ne pouvoit nier que cet aſtronôme philoſophe n'eût bien vu la cauſe des ſtations & des rétrogradations. Mais abandonnant la ſimplicité que ce grand maître lui avoit enſeignée, il aima mieux attribuer au ſoleil qu'à la terre le mouvement, qui produiſoit ces apparences illuſoires. Il fit mouvoir ces lourdes maſſes des globes de Saturne & de Jupiter, autour de la maſſe plus lourde encore du Soleil; & cet aſſemblage de corps peſans circule autour de la terre, petite & legere, placée au centre du monde, dont elle ne fait qu'une partie infiniment petite, & ſemblant régir tout, malgré ſon peu d'importance (*a*). Cet atôme ne ſe meut pas ſeulement ſur lui-même, pour préſenter ſes différentes parties à l'aſtre qui l'échauffe & l'éclaire; c'eſt la ſphere des étoiles qui ſe meut avec une rapidité infinie pour lui rendre ce ſervice: toutes ces maſſes la ſuivent, & participent à cette rapidité: le mouvement ſe communique, & l'ordre ſe conſerve, ſans qu'on diſe où eſt le lien qui unit tous ces corps, qui les empêche de s'écarter, & par quelle raiſon la providence divine, limitée par ce ſyſtême, a tout créé, tout mis en mouvement pour la terre, & fait tant de grandes choſes pour une ſi petite (*b*)!

§. XXVIII.

Tycho, il faut l'avouer, eut cependant un motif louable; c'eſt ſon reſpect pour la religion, & cette raiſon n'étoit point ſimulée; il avoit réellement beaucoup de piété. Il ſe perſuada que les livres ſaints étoient contraires à ce ſyſtême, en prenant

(*a*) *Voyez* la derniere planche, où ſont repréſentés ces trois ſyſtêmes.

(*b*) *Progymnaſmata*, Partie II, page 97.

à la lettre quelques expressions où l'écriture parle le langage vulgaire. Mais la religion, qui se propose uniquement de conduire l'homme à Dieu, n'a point pour objet de l'éclairer sur les sciences humaines. Quand elle cite leurs vérités & leurs opinions, ce sont celles du tems; ce sont celles qui peuvent être entendues. Elle ne prévient point la postérité, & Dieu n'a employé dans ce genre d'autre révélation que celle du génie. C'étoit dès-lors le jugement de Paul III, du cardinal Schomberg, de plusieurs Evêques. On s'est étonné que Tycho eût jugé autrement que ces prélats, on a pensé qu'il avoit voulu donner son nom à un systême, & se faire chef de parti. Tycho en effet avoit la plus haute opinion de lui-même. Cette estime de soi est toujours liée à l'ambition, elle en est l'aliment. Dès les premiers pas dans la carriere, on voit qu'il aspiroit à une réputation éclatante; il sentoit ses forces, & voyoit en lui le réformateur de l'astronomie. Il a donc pu concevoir quelque dépit de se trouver prévenu par Copernic. Le même desir de gloire, qui lui eût fait renouveler ce systême s'il avoit été oublié, le lui fit combattre dès qu'il le trouva établi. Mais qu'on n'imagine pas que Tycho fut de mauvaise foi, & parla contre sa pensée; né avec une ame noble & généreuse, il nous paroît incapable de cette bassesse. Ces deux causes ont concouru sans doute à le précipiter dans l'erreur; mais il en est une troisieme, une plus forte, qui lui a fermé les yeux. C'est qu'alors la philosophie n'étoit pas assez avancée, & Tycho, doué de tant d'autres talens, n'a pas précédé son siecle à cet égard. Il n'avoit point une idée juste, même pour son tems, de ce qui est vraiment physique; il n'avoit point l'esprit de rapprochement & d'analogie, qui apprécie la nature par sa comparaison avec elle-même. Nous pensons que toutes ces causes ont contribué à décider Tycho; rarement l'action la plus simple suit

un ſeul motif : agités par des deſirs, par des intérêts divers, ſouvent contrariés par la nature, croiſés par nos ſemblables, nous obéiſſons à des forces qui ſe combinent, qui ſe combattent & ſe détruiſent en partie ; la volonté n'eſt qu'un réſultat. Tycho, meilleur phyſicien, eût penſé comme Paul III & comme Copernic ; mais étranger à la bonne phyſique, la ſimplicité des explications ne le toucha point : il ne fut pas ému à l'aſpect de la vérité. Alors le ſcrupule eut plus de force dans un eſprit prévenu ; un doute ſe joignit à l'autre. Ces reſſorts ont plus de réſiſtance que d'activité, mais leur force négative ſervoit ici l'ambition. La gloire du titre d'architecte du monde que Copernic avoit méritée après Ptolémée, & plus juſtement que lui, frappa Tycho ; ſes doutes lui parurent en conſéquence plus forts & plus raiſonnables, & il tenta de briſer l'autel de ſon prédéceſſeur, pour conſtruire le ſien.

§. XXIX.

Tycho a cherché dans quel lieu on pouvoit placer les cometes, & il s'eſt déterminé à les faire circuler autour du ſoleil, au-delà des orbes de Mercure & de Vénus. Il remarqua qu'elles doivent avoir une plus grande vîteſſe apparente, quand elles ſont dans la partie inférieure de leur orbite, & près de nous, que lorſqu'elles ſont dans la partie ſupérieure, au-delà du ſoleil. Si l'examen des obſervations ne donne pas les mêmes apparences que l'hypothèſe le demande, c'eſt, dit-il, que ces corps n'ont pas un mouvement auſſi régulier que les planetes. Ce ſont des aſtres créés pour s'éteindre ; l'uniformité, la conſtance, eſt un attribut de la durée. Ce qui eſt très-ſingulier, c'eſt qu'il ajoute que cette différence dans le mouvement de la comete peut venir de ce que ſon orbite n'eſt pas circulaire & réguliere comme celle des planetes ; il conçoit que ſa figure

peut être ovale & reſſembler à celle d'un œuf. On verra par la ſuite que cette idée, jetée ici au hazard, étoit une eſpece de divination (*a*).

Au reſte Tycho n'a point détaillé l'explication de ſon ſyſtême général, ni la maniere dont les ſuppoſitions répondent aux apparences, comme a fait Copernic. Il comptoit en faire un ouvrage ſéparé. *Lorſque je traiterai des mouvemens céleſtes*, » écrivoit-il à Rhotman, aſtronôme du Landgrave, *je ferai voir que mes hypothèſes ſatisfont exactement aux apparences, qu'elles ſont de beaucoup préférables à celles de Ptolémée & de Copernic, & s'accordent mieux avec la vérité* (*b*).

§. XXX.

Tycho décrivit avec ſoin, dans un ouvrage particulier, les magnifiques inſtrumens qu'il avoit raſſemblés; il y donne leur conſtruction & leur uſage: il en a fait graver les deſſeins. Il y a joint le plan & la poſition du château, qui lui ſervoit d'obſervatoire. Ces détails ſont utiles & intéreſſans, mais on voit, en étudiant Tycho, qu'il étoit curieux de paſſer tout entier à la poſtérité. Ce livre offre, par exemple, une planche où eſt repréſenté un grand quart de cercle; le milieu de cette planche eût été vide, Tycho y a fait graver, & ſeulement, dit-il, pour le remplir, ſa propre figure dans ſon habillement ordinaire, dans une attitude qui indique ſes travaux. On y voit ſes globes, ſes pendules, ſes principaux inſtrumens; le Roi & la Reine de Dannemarck, ſes bienfaiteurs; on y voit ſes éleves, obſervant ou calculant pour lui: enfin il a fait graver ſon chien, pour immortaliſer tout ce qui lui appartenoit. Nous croyons

(*a*) *Progymnaſmata*, Partie II, page 99.

(*b*) Tycho, Epiſt. Aſtron. p. 147. La Lande, aſtron. 1088.

pouvoir nous permettre ces traits qui peignent le caractere. L'histoire éclaire par les progrès des sciences, elle instruit par les mœurs des hommes. Cette attention de Tycho sur lui-même n'est pas une foiblesse ; s'il s'est cru digne d'intéresser, il intéresse en effet la postérité. On blâme les prétentions ridicules, on rit d'une importance sans motifs ; on applaudit à l'homme supérieur qui se rend justice.

§. XXXI.

Tycho dévoué à tant d'importans travaux, roi d'une isle entierement consacrée au ciel, fixoit les regards de l'Europe : les savans faisoient le voyage pour le consulter, les grands alloient le voir par une curiosité, qui est un véritable hommage rendu aux talens. En 1590, Jacques VI, Roi d'Ecosse, venu pour épouser la sœur de Fréderic, Roi de Dannemarck, passa dans l'isle d'Huene avec toute sa cour, & visita Tycho, qui rendoit cette petite cité plus célebre que les capitales des empires. Il se fit honneur de faire des vers à la louange de cet homme célebre, & associa les deux noms pour l'immortalité. Mais ces honneurs n'eurent qu'un tems. Tycho passa vingt années dans la paix de la solitude. Occupé de ses méditations, éloigné de la demeure du souverain, défendu par les tempêtes de la mer, dont l'effort & le bruit venoient mourir sur le rivage, il se croyoit inaccessible aux orages de la cour. Celui qui n'a de prétention que sur le ciel, pense ne faire ombrage à personne sur la terre. Les muses sont des vierges, qui n'ont point d'appas pour les courtisans. On ignore le prix de leurs faveurs ; & le bonheur de leurs amans n'est senti, ni connu de l'ambition & de la cupidité. Mais il n'est point d'asile contre l'envie ; sans doute que la félicité du sage déplaît aux méchans ; le spectacle de la paix importune leur ame agitée,

comme la vue d'un beau jour attriste l'infortuné qui n'en jouit pas. Le Roi de Dannemarck, protecteur de Tycho, mourut. On commença par retrancher les pensions qui lui étoient payées, les fonds qui lui étoient assignés pour ses conquêtes célestes. On fit plus, on osa lui défendre les travaux astronomiques & chimiques (*a*). C'est une étrange entreprise que celle de dire à l'esprit humain, tu t'arrêteras ici, tu resteras oisif, quoique destiné au mouvement par la nature. S'il est une perte irréparable, c'est celle du tems & des talens; car le tems ne revient pas, & les talens supérieurs sont des productions rares, qui fécondent quelques siecles pour compenser les siecles stériles. Parmi les persécuteurs de Tycho, on a cité pour cet abus du pouvoir, un ministre nommé Walchendorp (*b*). On doit l'immortalité aux méchans: qu'ils souhaitent d'être oubliés après la mort, c'est à nous d'intimider ceux qui vivent.

§. XXXII.

Tycho se bannit de sa patrie, & chargeant sur un vaisseau ses meubles, sa famille, ses livres & ses instrumens, qui étoient encore sa famille & ses enfans, il se retira d'abord à Rostoch, puis dans le duché de Holstein, près de Hambourg, chez Henri Rantzow. C'étoit en 1597 (*c*). Le Dannemarck n'a fait tort

(*a*) Weidler, p. 390.
(*b*) *Ibid.*
M. de la Lande, Astr. art. 474.
Gassendi in vitâ Tychonis Opera, T. V, p. 445.
Une querelle pour un chien blessé à la chasse, fut la cause de cette animosité. Les petites choses amenent toujours les grands maux. Les grandes dépenses du Roi pour les travaux de Tycho exciterent aussi l'envie des courtisans; il n'y eut pas jusqu'aux médecins qui furent ses ennemis. Habile dans la chimie, il composoit des remedes, qu'il distribuoit *gratis*. On ne lui pardonna pas les cures qu'il faisoit. (*Gassendi, p.* 444 & 445). Mais de tous ses ennemis, ce ministre fut le plus condamnable, parce qu'un homme d'état doit être sourd à la haîne & à la calomnie: il répond du mal qu'elles lui font faire.

(*c*) Le château d'Uranibourg ne subsista pas longtems après Tycho. Lorsque M. Huet alla en Suede, en 1652, il visita cette isle célebre; mais il n'y avoit plus que le sol, il ne trouva aucuns vestiges des murailles. Quelques habitans & un curé ne connoiss-

qu'à lui-même. Tycho ne pouvoit manquer de patrie, il appartenoit à l'univers. Si l'espece humaine a seule le privilége de vivre dans tous les climats, ce privilége appartient sur-tout à l'homme de bien, qui mérite partout des amis, & à l'homme à talens, qui est accueilli partout comme un bienfaiteur. Malheur donc au pays qui méconnoît les dons du ciel, & qui persécute l'homme de tous les tems & de tous les pays. Tycho fut desiré par l'Empereur Rodolphe. Ce prince lui donna une forte pension, & lui offrit le choix dans plusieurs domaines, pour y établir son habitation & son observatoire. Rodolphe lui fit encore deux présens, en lui donnant deux coopérateurs dignes de lui; Longomontanus & le célebre Kepler, qui venoit apprendre, sous ce grand maître, une science où il devoit se rendre immortel. Tycho resta quelque tems dans un château, près de Prague; puis ne s'y trouvant pas bien, il desira de retourner à la ville. Nous croyons appercevoir dans les dernieres années de la vie de Tycho, l'inquiétude d'un esprit mal à son aise, & qui se sent déplacé. Les hommes tiennent plus à la patrie que la patrie ne tient à eux; leurs concitoyens, composés d'indifférens ou d'envieux, ne les connoissent point, ou les connoissent mal, & ne leur rendent justice qu'après leur mort. Mais l'homme tient aux lieux où il est né, par le souvenir de l'enfance & de la jeunesse; il n'oublie jamais le théâtre de ses premieres affections, la carriere de ses travaux & de sa gloire; il se console de vieillir, par le spectacle des lieux où tout est réminiscence, & où il jouit encore du passé. S'il

---

soient ni Tycho, ni la ville du ciel; ces noms leur étoient absolument étrangers. Un seul vieillard avoit vu Tycho & son observatoire; il se vantoit d'avoir aidé à sa construction. Voilà comment la gloire s'efface & les noms s'ensevelissent. A peine un demi-siecle étoit-il écoulé: un établissement royal, la fondation d'un grand homme, avoient disparu, & les noms mêmes étoient perdus pour les habitans. Demandez à ces habitans où sont les connoissances amassées dans leur isle; c'est un exemple en petit des changemens du monde & des révolutions de l'ignorance.

eſt tranſplanté dans des lieux étrangers, les objets nouveaux n'ont point d'attrait dans l'âge où l'on perd la ſenſibilité : ſon exiſtence, à la fois vieille & nouvelle, lui peſe; il ne jouit plus, & ſa vie ſe conſume par le regret. Tycho fut la victime de la haîne de ſes ennemis; il ne paſſa que deux années auprès de l'Empereur, & quatre ans après ſon départ de Dannemarck, il fut attaqué d'une maladie aiguë, & mourut âgé de 55 ans, le 24 Octobre 1601. Il emporta les regrets de ſes amis & des ſavans, qui s'affligeoient qu'une carriere ſi glorieuſe eût été ſi-tôt bornée. On a recueilli ſes dernieres paroles; elles ſont l'expreſſion d'un ſentiment profond d'eſtime & de juſtice. La nuit qui fut la derniere pour lui, il fut agité d'un tranſport violent; mais le ſouvenir de ſes travaux dominoit ſon imagination égarée, il en voyoit ſans doute le terme: il regarda ſa vie, & ſe conſola de mourir, en répétant pluſieurs fois, *je n'ai pas inutilement vécu* (a).

(a) *Snellius, Obſervationes haſſiacæ*, p. 84.

DISCOURS

DISCOURS

SUR L'ASTROLOGIE

DU TEMS DE TYCHO.

La diverſité des opinions eſt infinie, les conceptions ſont auſſi différentes que les traits des phyſionomies. Sur une matiere donnée, autant d'hommes, autant d'idées. Les idées extrêmes exiſtent à la fois, & les eſprits ſe partagent toutes les nuances. Dans cette multitude où tout diffère, où rien ne ſe reſſemble, comment ſaiſir, comment fixer l'opinion d'un ſiecle? Ce n'eſt pas ſur la croyance des grands, qui ſont plus hommes que les autres, c'eſt-à-dire, plus foibles & plus ſuperſtitieux, parce qu'ils ont plus à perdre; ce n'eſt pas ſur la croyance du peuple, qui eſt ſtupide & crédule, & chez qui preſque toutes les opinions deviennent des erreurs. Avant tout, il faut épurer ce qu'on veut examiner. Si l'on cherche les propriétés de l'air: il faut l'aller prendre ſur les montagnes, & non dans les plaines humides, où il eſt altéré par des vapeurs groſſieres. Quand les liqueurs repoſent, le limon ſe précipite, & les eſprits montent à la ſurface. Il faut donc laiſſer repoſer la maſſe des opinions, comme les fluides que l'on veut purifier. Les idées populaires ne ſont que le ſédiment, qui encraſſe le fond du

vase. La vraie opinion d'un siecle est dans la tête des grands hommes qu'il a produits.

L'opinion du siecle de Tycho ne doit être, suivant nous, que l'opinion de Tycho même; car il faut avouer que ce grand homme fut astrologue & superstitieux : placé entre les astrologues ignorans, ses prédécesseurs, & les astronômes éclairés, que ses travaux devoient former, il avoit encore un pied dans le bourbier de l'ignorance, quoiqu'il se fût agité pour en sortir. La jeunesse de Tycho fut infectée de l'astrologie; mais le premier dans un siecle qu'il élevoit avec lui, il n'a dû garder de cette erreur que ce qu'il a été forcé d'en retenir : sa croyance est celle à laquelle il n'a pu échapper; c'est donc la croyance qui appartient essentiellement au siecle. Il tenoit à l'astrologie par le principe qui l'a fondée, par l'opinion que les choses humaines sont sujettes à des vicissitudes & à des retours, & que les constantes révolutions des astres, qui s'achevent en même tems, peuvent y avoir été liées dans le grand dessein de l'être suprême.

Les tems, qui précéderent Tycho, furent fertiles en fameuses prédictions. Nous avons parlé de celle d'une destruction générale du monde, annoncée par tous les astrologues pour l'année 1186; prédiction, qui répandit la consternation dans l'Europe (*a*).

Stoffler, astrologue Allemand, se hasarda encore à prédire un déluge, qui devoit arriver l'an 1524, en même tems que la conjonction des trois planetes supérieures dans le signe des poissons (*b*). Mais le genre humain échappa, en 1524, à ce prétendu déluge (*c*), comme en 1186 il avoit échappé à la

(*a*) *Suprà*, p. 245.
(*b*) Bayle, Art. Stoffler.
(*c*) La consternation ne fut pas moins grande. Ceux qui habitoient près de la mer & des rivieres, abandonnoient leurs maisons, & vendoient à vil prix leurs champs

destruction générale. Ces prédictions éclatantes, qui ne s'étoient point vérifiées, ne laissoient pas que de dégouter les astrologues. Ils sentirent qu'on peut abuser de la crédulité; ils furent assez prudens pour ne plus hasarder ces prédictions générales. Ceux qui étoient honnêtes garderent le silence, pour ne pas compromettre l'honneur de l'art; & les fripons penserent qu'il y avoit plus de profit & de sûreté à tromper les hommes en particulier & en secret.

Lorsque l'étoile de 1572 parut tout-à-coup dans la constellation de Cassiopée, cet astre nouveau, éclatant, sembloit annoncer à la terre des événemens aussi singuliers, aussi rares que son apparition, & dont l'importance étoit marquée par l'éclat du phénomène. Le Landgrave de Hesse pressoit les astrologues de déclarer les présages de cet astre; la plupart s'en excusoient (*a*): on sentoit le foible de l'art, on en soutenoit la théorie; mais en s'éclairant, on en abandonnoit la pratique. Cependant les imaginations effrayées crurent que cette étoile étoit celle qui jadis conduisit les Mages, & que sa nouvelle apparition annonçoit la fin du monde & la seconde venue du Messie. Théodore de Beze paroît avoir adopté cette opinion. Hainzelius, l'ami de Tycho, pensa que cette étoile pouvoit être la même, qui brilla au tems de Claudien; son apparition fut suivie de grandes calamités, les Goths se jeterent sur l'Europe; & son retour faisoit craindre les mêmes malheurs. Hainzelius a la bonne foi de rapporter qu'un philosophe

---

& leurs meubles. Les acheteurs étoient donc moins crédules; les opinions & les frayeurs varioient suivant les têtes. Le grand chancelier de Charles-Quint consulta Pierre Martyr, qui lui répondit que le mal ne seroit pas aussi grand qu'on le faisoit, mais que sans doute ces conjonctions des planetes produiroient beaucoup de désordres. Le Duc d'Urbin eut besoin qu'un philosophe, Paul de Middelbourg, prouvât dans un ouvrage imprimé que la crainte de ce déluge étoit mal fondée. Beaucoup de gens avoient préparé des bateaux pour se sauver; d'autres se retirerent sur les montagnes. (*Bayle, art. Stoffler. Rem. B.*

(*a*) Tycho, *Progymn.* Part. I. pag. 388.

d'Italie (*a*) se mocquoit de ces présages & de l'influence des astres pour changer les choses humaines. La terre est si vaste qu'elle est toujours fertile en événemens. Les guerres s'allument en même tems que d'autres guerres finissent; la prospérité & la décadence arrivent à la fois sur ce grand théâtre. Dans le nombre des princes du monde, chaque année en voit naître & mourir; il n'y a donc rien que de naturel si ces vicissitudes suivent l'apparition d'une comete ou d'une étoile. Les Rois meurent, les cometes se montrent; c'est l'accomplissement des loix de la nature. Alors les princes avoient des astrologues gagés (*b*), le peuple étoit plongé dans des craintes absurdes & des superstitions grossieres, la classe moyenne, celle que sa médiocrité éloigne des écarts & rapproche de la raison, étoit persuadée de la réalité de l'astrologie, de la vérité de ses prédictions, & sur la foi de vains calculs, se livroit à la crainte & à l'espérance; & lorsque Tycho, l'homme le plus distingué de son siecle, étoit assez superstitieux pour prévoir que la troisieme septenaire, la vingt-unieme année de son séjour dans l'isle d'Huene, seroit l'époque de quelque changement (*c*); lorsque parmi les raisons, qui le déterminerent à fixer le lieu des étoiles, il place la raison de leurs effets astrologiques (*d*), un philosophe seul, ou presque seul, s'élevoit en Italie contre ces erreurs. Elles sont la misere de

(*a*) Il se nommoit Guilandini.

(*b*) Il y a mille exemples de la faveur des astrologues auprès des princes & des grands. Cette faveur dura jusques dans le siecle suivant & dans les commencemens du regne de Louis XIV. M. de Chavigni, secrétaire d'état, suivoit les conseils de Morin, astrologue de ce tems, connu aussi par la prétendue découverte des longitudes. Ce ministre partoit pour ses voyages à l'heure & à la minute que l'astrologue avoit réglées. Desservi près du cardinal, ce fut encore Morin, qui lui indiqua l'heure qu'il devoit choisir pour être bien reçu. Enfin Vautier, médecin de Louis XIV, forma le projet de faire créer en faveur de Morin une charge d'astrologue du Roi, & de le donner sous ce titre pour adjoint aux médecins de la cour. La chose n'eut pas lieu, mais elle fut projetée. (*Bayle. art. Morin, Rem. F & G*).

(*c*) *Astron. instaur. mecanica.*

(*d*) *Progymnasmata*, Part. Ire, p. 105.

l'esprit humain ; elles doivent consoler la médiocrité humiliée, & modérer l'orgueil du génie. Mais Tycho n'écoutoit pas le philosophe, & Hainzelius répondoit à ses raisons avec une piété, qui méritoit d'être mieux employée (*a*). L'aveuglement de ces hommes estimables étoit tel qu'ils employoient la religion pour soutenir une erreur née du matérialisme, pour faire admettre une science, qui va contre la providence, si l'influence des astres a une force irrésistible; une science vaine & ridicule, si l'homme a le pouvoir de modifier cette influence, & d'en détourner les effets.

Sans doute que Tycho s'étoit apperçu du discrédit des prédictions ; sans doute que l'astrologie étoit menacée, puisqu'il entreprit de la défendre. C'est une fâcheuse nécessité que celle des apologies ; mais Tycho étoit si persuadé de la vérité de l'astrologie, que faisant un éloge public de cette science prétendue dans un discours sur les sciences mathématiques, il ose la placer parmi elles (*b*). Ses pensées nous montreront comment cette erreur pouvoit séduire alors, & ce qu'elle offroit de plus raisonnable aux bons esprits. C'est un spectacle intéressant, de considérer un grand homme aux prises avec la raison.

Il n'entreprend pas seulement de reconcilier l'astrologie avec la religion, il se propose de l'établir par la foi & par la raison, qui sont les guides de l'homme sur la terre. Nier la force & l'influence des astres, c'est, dit-il, détruire la sagesse & la providence de Dieu, c'est contredire l'expérience ; Dieu n'a rien fait envain, ses ouvrages sont utiles autant que magnifiques. L'homme dans ses œuvres petites & bornées, a toujours un but ; que deviendroit la sagesse suprême, si Dieu avoit jeté

(*a*) *Progymnasmata*, P. I. p. 331.

(*b*) Tycho, *Orat. de discipl. mathem.* Ce discours fut prononcé dans l'université de Coppenhague, en 1574.

les aſtres ſans néceſſité & ſans deſſein dans les eſpaces de l'univers. Le ciel eſt une horloge conſtante & perpétuelle : le ciel enveloppe la terre, & dans l'hypothèſe de Tycho, il tournoit autour d'elle, pour meſurer les jours ; la lune renouvelle ſes phaſes pour indiquer les ſemaines ; le ſoleil & la lune parcourent leurs orbes pour faire les mois & les années. Mais les cinq autres planetes, qui accompliſſent leurs révolutions, avec la même régularité & la même conſtance ; cette multitude d'étoiles dont le ciel eſt orné avec luxe, quels ſont leur utilité & leur uſage, ſi les vues de Dieu ſont remplies par les deux grands luminaires, qui éclairent le jour & la nuit, & par leurs révolutions ſucceſſives & enchaînées, qui déterminent les tems? Hé quoi ! Les minéraux, les métaux ont leurs propriétés ; les inſectes, les reptiles ont leurs vertus ; il ne croît pas un brin d'herbe inutilement ſur la terre : tout y eſt lié par une dépendance, par des beſoins réciproques ; les êtres naiſſent & meurent enſemble, ils vivent les uns pour les autres, & tout marche vers l'accompliſſement d'un grand & unique deſſein, à l'exception de ces corps énormes, qui roulent ſur nos têtes, & qui par leur maſſe & leur éclat ſont les produits les plus conſidérables de la création ! Les plantes, les animaux, compoſés d'élémens deſtructibles, ſont diſſous plus tôt ou plus tard, mais néceſſairement ſuivant leur deſtinée. Tout ce qui eſt utile périt, il n'y a de permanent & de durable que ces corps céleſtes qui ſont inutiles ; tout naît, tout exiſte pour produire, eux ſeuls ſont oiſifs & inféconds dans la nature (*a*).

Mais on pouvoit répondre à Tycho, c'eſt votre ſyſtême erroné qui vous égare ; vous avez placé la terre au centre du monde, vous voulez également que l'homme, qui habite cette

(*a*) Tycho, *in Oratione*, p. 16.

terre, soit le but de toutes les choses créées. Le ciel & les astres ont été faits pour lui, puisqu'il en jouit : mais toutes les parties de la nature ont été faites ainsi les unes pour les autres. Nous rendons à ces astres la lumiere que nous en recevons ; qui vous a dit que leurs globes ne sont pas peuplés comme le nôtre ? Voilà leur utilité : elle multiplie les actes de la divinité, en même tems qu'elle étend son empire ; elle aggrandit l'idée de Dieu, qui vous est permise, elle aggrandit le monde qui est son ouvrage, elle aggrandit votre esprit qui la conçoit. Cette opinion n'est pas nouvelle ; c'est celle de Démocrite & des anciens philosophes : mais cette opinion, qui ne peut être démontrée que par l'analogie, fût-elle aussi fausse qu'elle est vraisemblable ; ces globes fussent-ils déserts ; il est sur la terre des especes qui semblent n'exister que pour elles-mêmes, des êtres qui passent sans vous avoir été utiles : c'est que l'homme, à qui Dieu a livré la nature, ne l'a pas encore assujettie toute entiere. N'est-ce pas une démence, de suppléer une utilité inconnue par une utilité imaginaire!

Dieu, continue Tycho, a posé les astres dans le ciel comme des signes, non pas de ses desseins secrets, de ses vengeances, ni des châtimens extraordinaires dont il afflige l'humanité. Les astres, dont nous étudions les mouvemens, ont une marche réglée, toujours semblable à elle-même ; ce sont les témoignages de sa volonté permanente, de sa bonté, & non de sa colere ; ils annoncent les vicissitudes ordinaires des choses. Doués par lui de cette vertu, dès le commencement du monde, l'enchaînement de leurs aspects n'en est que l'expression. Dieu pouvoit tout faire par lui-même dans l'univers, éclairer la terre sans soleil, arroser les plaines sans pluies, nourrir l'homme sans alimens, & le défendre du froid, quoique nud & sans vêtemens ; mais il a voulu que les êtres agissent, il a donné

les besoins & les ressources; tout s'opere par les causes secondes; & si Dieu n'agit pas toujours immédiatement, pourquoi la terre ne pourroit-elle pas être gouvernée par le ciel (*a*)? Pourquoi ce ciel ne seroit-il pas un grand livre, où l'histoire complette du monde seroit écrite?

Nous répondrons à Tycho : sans doute cela n'est pas impossible; Dieu a pu le faire, mais ce n'est pas une raison pour qu'il l'ait fait. Il a pu écrire de même l'histoire & la destinée du genre humain dans l'ordre des cailloux, qui sont semés au hazard dans les campagnes, dans le nombre & l'arrangement des feuilles des arbres, dans le tissu de leurs fibres? vous ne prétendez cependant pas que cela soit. La raison vous enseigne que tout est possible à Dieu; mais dans les choses, qui ne sont pas révélées, l'expérience seule peut vous apprendre ce qu'il a fait; c'est donc l'expérience qu'il faut consulter : Tycho la croyoit également favorable à ses principes.

En effet le soleil est la source de la chaleur & de la vie : c'est sa présence, sa hauteur sur l'horizon, sa marche oblique dans le zodiaque, qui regle & distingue les saisons. La lune, dit l'astronôme, trompé par l'expérience, influe sur la cervelle des animaux, sur la moëlle de leurs os, sur la séve des arbres, sur les chairs des écrevisses & des coquillages; ces substances croissent & décroissent avec elle (*b*). Puis s'élevant à la vérité par une observation plus sûre, il ajoute que le flux & le reflux de la mer dépendent du mouvement de la lune; les eaux liées, comme par une chaîne, aux pas de cette planete, s'élevent lorsque la lune monte sur l'horizon; elles s'arrêtent quand l'astre arrive au méridien; elles retombent quand il s'abaisse & descend vers l'occident.

(*a*) Tycho, *in orationes*, p. 18.

(*b*) C'étoit un préjugé de ce tems-là.

Cette

Cette viciſſitude ſe renouvelle lorſque la lune paſſe au méridien dans l'hémiſphere oppoſé. Ces phénomènes ſont plus ſenſibles quand la lune agit avec le ſoleil (*a*) dans les nouvelles & pleines lunes ; ils ſont plus foibles & plus lents dans les quadratures. L'action des aſtres ſur la terre eſt donc ici marquée; le gonflement de l'Océan eſt une ſuite de leur empire; le mouvement du ſoleil, les deux mouvemens de la lune ſe propagent & pénetrent dans les profondeurs de la mer ; mais ce n'eſt pas tout. Les matelots & les laboureurs ont remarqué par des obſervations répétées, que le lever & le coucher de certaines étoiles amenoient des ouragans & des tempêtes (*b*). Des gens plus inſtruits & plus réfléchis, tombés dans l'erreur, où ils entraînoient Tycho, ont prétendu reconnoître que les conjonctions mutuelles des planetes, leurs conjonctions avec les deux luminaires, ou leur rencontre avec les étoiles produiſoient d'autres phénomènes. Les conjonctions de Vénus & de Mars cauſent les pluies & les tonnerres ; Jupiter & Mercure, unis, élevent les vents & les tempêtes ; le Soleil, joint à Saturne, rend le ciel nébuleux & triſte (*c*). De-là naît la prodigieuſe variété des choſes d'ici-bas ; c'eſt pourquoi les ſaiſons des années conſécutives ne ſe reſſemblent point. Le ſoleil recommence la même marche tous les ans, & ramene conſtamment la chaleur & la végétation ; les étoiles ſe levent & ſe couchent à-peu-près aux mêmes jours des mêmes ſaiſons ; les phénomènes de leur influence ſéparée doivent avoir la même conſtance. Voilà donc, d'une année à l'autre, tout ce qu'il y a de ſemblable. Mais la rencontre du ſoleil & de la lune ne ſe fait pas

(*a*) *Infrà*, Tom. II.

(*b*) Il eſt queſtion du lever & du coucher héliaque, dont il a été parlé dans l'aſtronomie ancienne, pag. 14.

(*c*) Toutes ces prétendues remarques ne ſont rien moins que vraies. Il paroît conſtant que le ſoleil & la lune agiſſent ſur notre atmoſphere comme ſur la mer : mais l'effet des petites planetes eſt auſſi inconnu par l'expérience que par la théorie.

aux mêmes jours des mêmes saisons ; en conséquence les phénomènes sont différens. La marche plus lente des autres planetes, la combinaison de leurs aspects avec la multitude des étoiles, fait varier à l'infini tous les phénomènes qui en dépendent : ils ne peuvent donc être semblables & revenir les mêmes qu'après des périodes très-longues. Tycho, en attribuant quelque vertu aux étoiles fixes, pensoit qu'elles avoient besoin d'être stimulées par les planetes ; & en usant d'une comparaison très-extraordinaire, il les regardoit comme des femelles que les planetes, comme les mâles, fécondoient à leur passage ; les produits de ces amours étoient continuellement versés sur la terre (*a*).

Mais parmi ces conjonctions, les plus puissantes sont celles des planetes lourdes & massives ; elles causent de grandes calamités sur le globe. Aussi celle de 1563 étant arrivée près de la nébuleuse de l'écrevisse, amas d'étoiles dont l'influence, suivant Ptolémée, est suffocante & pestilentielle, cette conjonction fut suivie d'une peste, qui se répandit dans toute l'Europe, & enleva un grand nombre de ses habitans. Ainsi cet événement funeste devenoit pour Tycho la preuve trop certaine de l'influence des astres (*b*).

C'est par une infinité d'observations vaines & de remarques puériles, par le concours fortuit des événemens humains & des phénomènes célestes, que l'astrologie s'appuyoit de l'expérience. Tout homme vante son expérience ; la vieillesse se console avec elle : c'est tout ce qui lui reste du tems, des années écoulées & de sa vie presque éteinte. Mais il ne suffit pas aux vieillards d'avoir beaucoup vu pour connoître ;

(*a*) Tycho, *Progymnasmata*, Ire Partie, p. 105.

Oratio de disciplinis Mathemat. p. 22.

(*c*) *Oratio ibidem.*

il en eſt tant parmi nous, à qui la terre & le ciel offrirent en vain leurs beautés & leurs phénomènes, à qui le monde prodigua ſans fruit ſes exemples & ſes leçons : le flambeau de l'expérience luit pour tous les hommes ; mais tandis qu'il guide le petit nombre par une lumiere forte & vive, il ne répand pour tous les autres qu'une lumiere incertaine & trompeuſe. Remarquons que la marche du raiſonnement de Tycho confirme pleinement ce que nous avons conjecturé dans notre premier diſcours ſur l'aſtrologie. C'eſt par l'aſtrologie naturelle qu'on eſt arrivé à l'aſtrologie judiciaire ; de quelque cauſe que vienne l'influence du ſoleil & de la lune ſur les eaux de la mer, cette influence eſt évidente. Si ces aſtres, par leur maſſe & par leur gravité, agiſſent ſur ce fluide, pourquoi n'agiroient-ils pas ſur le fluide de l'air, qui par ſa nature eſt plus compreſſible? Déjà pluſieurs phénomènes du cours & des retours des vents obéiſſent à l'action de ces aſtres (*a*). Cette action étant une fois admiſe, celle des autres planetes, quoique moins ſenſible, n'en eſt pas moins réelle ; mais la multitude, la complication des phénomênes, rend la recherche des cauſes infiniment difficile. Il faut ſéparer ces cauſes, en déterminer l'intenſité ; ce ſera le travail des ſiecles & le fruit des obſervations ſuivies & répétées. En attendant, quoiqu'il n'y ait peut-être point d'erreur dans les principes, les prédictions, deſtituées de tout fondement, ſont fauſſes & inſenſées.

Mais l'homme, demandera-t-on à Tycho, eſt-il aſſujetti à ces influences pénétrantes ? Tycho (*b*) n'héſite pas : il parvient à cette idée par le paſſage naturel d'une aſtrologie à l'autre, & de la maniere que nous avons déjà expoſée. L'homme eſt

(*a*) M. d'Alembert, *Recherches ſur les cauſes des vents.*

(*b*) *In Oratione de diſciplin. mathemat.* p. 22.

formé de terre & des autres élémens : si les parties qui le constituent obéissent au pouvoir des astres, comment n'y seroit-il pas soumis lui-même ? Il est debout au milieu de l'atmosphere, il est entouré, pressé, nourri par elle; la chaleur le brûle, le froid le glace, le poids de l'air l'accable : des sensations si puissantes ne modifieroient-elles pas son être ? Il n'est point d'aliment dont l'homme use plus fréquemment que de l'air. Cet air entre par tous ses pores, il entretient la vie, il porte dans les poumons un baume, qui répare le sang apauvri dans son cours. Les anciens philosophes ont cru que par une raison secrette, l'homme dépendoit plus du ciel que de la terre; ils ont été jusqu'à dire que les ames étoient une portion du ciel même. En effet, ajoute Tycho, la structure du corps humain est si analogue aux propriétés des sept planetes, que la nature répete en petit, dans cette machine abrégée, les grandes opérations qu'elle exécute dans l'espace, où elle fait mouvoir les planetes. C'est pour cette raison que l'homme a été appelé *microcosme* ou *petit monde*. Nous avons comme l'univers, sept ressorts principaux; le cœur, source des esprits vitaux, est comparé au soleil, d'où procede la chaleur vivifiante; le cerveau est assimilé à la lune; il croît & décroît avec elle. Ces deux visceres ont dans le corps humain le même rang & la même importance que les deux grands luminaires ont dans les choses celestes. Le cœur, d'où nait le mouvement, le cerveau, d'où partent les idées, ont la liaison la plus intime, comme le soleil & la lune, qui se suivent & s'atteignent pour recommencer ensemble leurs cours. Le foie & les reins, visceres moins considérables, mais non moins utiles, se rapportent à deux planetes bienfaisantes. Le foie, où se prépare le sang, qui fait la vie, est soumis à Jupiter, planete sanguine & vitale; les reins, où est le réservoir de la

réproduction, dépendent de Vénus, planete prolifique & mere des générations. La rate & le fiel (*a*), destinés à des fonctions moins nobles, sont abandonnés à des planetes inférieures & moins bienfaisantes ; la rate, le dépôt de la bile, subit la loi de Saturne, astre sombre & mélancolique, & le fiel, domicile de la colere, est sous l'empire de Mars, astre impétueux & courroucé. Il reste le poumon, qui, agile comme Mercure, est sujet aux mêmes vicissitudes ; placé dans une agitation continue au milieu de la poitrine, où il enveloppe le cœur, il pompe l'air pour le ranimer ; semblable à Mercure, qui préside au vent, & qui, errant autour du soleil, se transporte de tous côtés pour exécuter ses ordres : on s'étonne qu'un homme d'un mérite rare & reconnu, comme Tycho, ait débité sérieusement de pareilles inepties. Il enchérit encore, ce semble, en ajoutant, pour achever la comparaison, que le poumon sert à la voix & au langage, comme Mercure, parmi les planetes, fait la fonction d'orateur, & préside à la parole (*b*). Peut-on voir un mélange plus complet de la mauvaise physique des anciens, de leur mythologie fabuleuse, de la manie de trouver partout des rapports & des ressemblances, & du préjugé absurde, que les astres ressentoient avant nous les passions humaines, & les versoient sur nos têtes.

Nous ne suivons point Tycho dans le détail des configurations des planetes. La Lune, jointe à des astres malfaisans, fait les cerveaux foibles ; & lorsque Mercure ne la regarde pas, les enfans naissent stupides. Saturne, la plus élevée des planetes, donne l'imagination & le génie. Le Soleil, qui tient le premier rang, fait les ambitieux, &c. (*c*). On conçoit

(*a*) C'est de la vésicule du fiel dont il est ici question.

(*b*) Tycho, *Oratio*, p. 23.

(*c*) Tycho, *Ibid.* p. 25.

comment, suivant ces hypothèses, les astres, en s'approchant, en mêlant, en tempérant leurs influences, produisent la diversité des caracteres & des fortunes. Mais on demande à l'apologiste de l'astrologie comment les jumeaux, nés presqu'au même tems, & ce qui est plus pressant, comment deux enfans, qui voyent le jour au même instant, ont des passions diverses & des fortunes si peu semblables? Comment une multitude d'hommes, qui périssent ensemble par la peste, par la guerre, ou par quelque calamité, peuvent avoir ainsi le même sort, quoique nés en différens tems & sous des astres divers? Les philosophes objectent que cet art ne peut avoir des principes certains. Il est impossible de connoître le vrai moment de la naissance, encore moins celui de la conception. On ajoute que les oracles de cet art, fussent-ils vrais, sont inutiles & toujours fâcheux, en affligeant le présent des maux de l'avenir, ou en ôtant aux biens futurs cette arrivée imprévue, qui les rend plus touchans. On dénonce la science même; elle est impie, elle est condamnée par l'écriture, elle détourne les hommes de la connoissance de Dieu (*a*). Tycho, hardi & fort, comme s'il eût eu raison, au milieu de cette foule de difficultés, n'est pas embarrassé de les résoudre. Il ne faut point juger, dit-il, de ce qu'on ne connoît pas; l'écriture n'a pas interdit la science de l'astrologie; elle en a condamné l'abus. On cherche à connoître l'avenir pour s'y préparer, ou pour le changer, comme on use des remedes de la médecine pour se guérir. Ce n'est point aller contre la providence, ce n'est point manquer de confiance en Dieu; il veut lui-même que l'on use des ressources qu'il a données. La morale demande que l'avenir ne soit pas imprévu; cette connoissance modere les passions, elle partage

(*a*) Tycho, *Oratio*, p. 28.

la douleur, le désespoir, la joie sur un espace de tems plus considérable; l'ame n'a plus de secousses violentes, elle persévere dans cette situation constante & tranquille, qui fait la sagesse. Après ces sophismes, Tycho avoue que les principes de l'astrologie ne sont pas faciles à comprendre comme ceux de la géométrie & des sciences mathématiques. Les prédictions astrologiques n'ont point la certitude des annonces astronomiques, parce que l'influence des astres, quoiqu'aussi réelle, est moins sensible que leur mouvement. On saisit plus aisément ce qui est apperçu par les sens que ce qui ne peut être conçu que par l'intelligence. L'astrologie tire ses principes de l'expérience, & semblable à la médecine, elle établit des conclusions générales sur un nombre d'observations particulieres. Il est déjà assez singulier que le sort d'un homme soit déterminé & connu par l'instant où il a vu le jour; il paroît assez difficile de déduire tant de conséquences différentes d'un fait unique? Mais Tycho va plus loin : les événemens de la vie sont tellement liés à ce moment, que les astrologues le déterminent avec la plus grande certitude par ces événemens mêmes. On dit à un homme : vous avez eu telle fortune, vous êtes né tel jour, à telle heure; & cette heure trouvée fait connoître son sort futur. Les hommes, emportés par une calamité générale, cedent à une destinée universelle, plus forte que leurs destinées particulieres. Les jumeaux, les enfans nés dans le même instant, subissent un sort différent, parce que le ciel n'agit pas dans un seul & même tems, d'une seule & même maniere; ses influences varient suivant les sujets; l'éducation, les liaisons, les amitiés, les connoissances acquises, les réflexions sages, peuvent détourner ou modifier ces influences. L'homme renferme en lui une force plus grande que celle des astres; il surmontera leurs influences s'il vit selon la justice : mais s'il

ſuit ſes aveugles penchans, s'il deſcend à la claſſe des brutes & des animaux, en vivant comme eux, le roi de la nature ne commande plus, il eſt commandé par la nature (*a*).

Ici l'erreur ſe montre à découvert : qu'eſt-ce qu'un pouvoir qui peut être ſuſpendu; une ſcience dont les principes ſont ſi difficiles & les prédictions ſi incertaines; une cauſe dont une autre cauſe, auſſi variable que la volonté, peut arrêter les effets? Eſt-il rien de ſi abſurde que la prédiction d'un avenir, qui peut ne pas arriver? Comment concevoir des ſignes évidens & ſenſibles d'une choſe, qui ne ſera jamais? Si Dieu avoit placé dans le préſent des indices de l'avenir, ces indices reſteroient infaillibles, il ne ſeroit pas au pouvoir de l'homme de les rendre vains. La ſcience devient donc auſſi inutile qu'abſurde. La deſtinée univerſelle eſt une excuſe inventée pour cacher le foible de l'art, elle en annonçoit la décadence. Avec cette reſſource, on expliquoit, on excuſoit tout; ou plutôt le vrai réſultat devoit être de tout ignorer & de ne rien prédire. L'homme inſtruit d'une deſtinée douteuſe, n'a point d'avantage ſur l'homme livré à la nature, & guidé par la prudence humaine ſous la main de Dieu. La véritable aſtrologie eſt l'étude de la morale & de la ſageſſe; des progrès plus ou moins grands nous préſagent un avenir plus ou moins heureux. On voit, ſans le ſecours des aſtres, une route tranquille & fleurie s'ouvrir ſous les pas de la vertu, & le crime marcher vers un précipice. L'expérience tardive des vieillards, & l'expérience prématurée d'une jeuneſſe raiſonnable, montrent les malheurs après les imprudences, l'opprobre à la ſuite du vice, & les grands naufrages, comme le terme ordinaire des grandes paſſions. Le livre des aſtres n'a rien de ſi ſenſible que ces leçons.

(*a*) Tycho, *in Oratione*, p. 29 & ſuiv.

Tycho

Tycho finit cette défense de l'astrologie, en plaignant les savans qui s'y refusent, en disant que la seule ignorance de l'art peut les excuser. Pic de la Mirandole fut, dit-il, le seul qui, instruit de l'astrologie, tenta de la combattre; mais sa mort, prédite & annoncée par les astres, prouva d'une maniere trop certaine, l'influence qu'il avoit méconnue (*a*).

Tycho luttoit ainsi contre la raison, la philosophie & la religion même; il parloit en homme convaincu: ses yeux étoient fermés pour la vérité; son front baissé devant un préjugé, qui atteignoit par ses racines les profondeurs de l'antiquité, & qui couvroit encore de son ombre les hommes les plus élevés par le pouvoir & par le génie. Mais cette conviction de Tycho ne s'étendoit pas au-delà de la théorie; il est remarquable qu'il ne s'est jamais hasardé à faire aucune prédiction; il ne vouloit compromettre ni l'art, ni lui-même. Cette croyance dépare sans doute les travaux de ce grand homme; mais il n'est pas donné au même esprit de voir tout dans la nature. Il est des yeux pour les effets, il en est pour les principes & pour les causes. Tycho eut l'industrie de perfectionner les instrumens; il augmenta leur grandeur, afin qu'elle répondît à ses vues: il avoit une idée prématurée de l'exactitude astronomique, il y porta son siecle & les siecles suivans. Il doit ses principales découvertes à cette précision; des observations mieux faites lui dévoilerent des effets qui avoient été cachés jusqu'à lui; cette précision lui a valu une autre gloire, c'est celle de laisser un dépôt précieux d'observations fondamentales. Tant de mérites de sa part, tant d'obligations avouées de la nôtre, laissent le droit de le juger sur le reste; il n'eut point l'esprit philosophique. Un homme, qui

(*a*) *In Oratione*, p. 39.

n'a point entendu la voix de Copernic, qui n'a point saisi son systême, un homme partagé entre les travaux de l'alchimie & les veilles astronomiques, un homme dominé par le prestige de l'astrologie, se montre imbu de tous les préjugés de son tems. Il étoit assis sur les confins de deux siecles; il tient aux ténebres qui l'ont précédé, & à la lumiere qui l'a suivi. Ce contraste, cette étrange association de l'erreur & de la vérité trouve une image sensible & physique dans le spectacle du matin; l'empire du ciel paroît divisé, le cercle de la nuit fugitive est encore tracé dans le vague des airs, les rayons de l'aurore viennent se briser à cette barriere, & les ombres, en reculant, semblent combattre contre les premiers traits d'un jour pur.

Fin du premier Volume.

ECLAIRCISSEMENS,

DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE PREMIER.

De l'Ecole d'Alexandrie & des Astronômes, qui ont précédé Hipparque.

§. Premier.

Les Grecs établis à Alexandrie ont profité des obſervations chaldéennes; mais ils ont recommencé l'aſtronomie. Il eſt clair qu'ils avoient recueilli ces obſervations, puiſque Conon avoit raſſemblé toutes les éclipſes conſervées, dit-on, en Egypte, où on n'obſervoit point. Nous avons fait voir que ces obſervations n'ont pu être que celles des Chaldéens (*a*). Hypparque ni Ptolémée n'en rapportent aucune, qui ait été faite en Egypte; ils citent continuellement celles des Chaldéens; ils établiſſent les révolutions & les moyens mouvemens du ſoleil, de la lune & des planetes avec une préciſion qui ſuppoſe derriere eux un amas & une longue ſuite d'obſervations, & ces obſervations ne pouvoient être que celles de Babylone. Ils ont tout recom-

(*a*) Aſtronomie ancienne, p. 410.

mencé, puisqu'ils ont observé de nouveau l'obliquité de l'écliptique, les positions des étoiles, les distances, les révolutions des planetes, &c.

§. II.

Les observations d'Aristille & de Timocharis furent sans doute peu exactes, c'étoit l'enfance de la véritable astronomie; cependant Hypparque en fit usage 150 ans après, & c'est par elles qu'il reconnut le mouvement des fixes (*a*). On lit dans l'Almageste que Timocharis, établi à Alexandrie, trouva que l'étoile, appelée l'Epi de la Vierge, précédoit l'équinoxe de 8°; c'étoit l'an 454 de Nabonassar, ou 294 ans avant J. C. (*b*). La même année il vit le bord septentrional de la lune toucher l'étoile β, qui est la plus boréale au front du scorpion (*c*). L'année suivante il observa l'occultation de l'Epi de la Vierge par la lune; il observa encore l'an 466 de Nabonassar, la lune toucher la même étoile. La treizieme année du regne de Philadelphe, il fit une observation rare & curieuse, Vénus éclipsa la premiere des quatre étoiles, qui sont à l'aîle gauche de la Vierge (*d*). Ces deux astronômes déterminerent encore la déclinaison de quelques-unes des plus belles étoiles du ciel. Voilà des observations d'un genre nouveau; nous n'avons point de connoissance que les anciens en ayent fait de pareilles: c'est la premiere fois qu'il est question de déclinaisons dans l'histoire de l'astronomie. Aristote avoit apperçu quelques occultations des étoiles par les planetes (*e*): mais il y a grande apparence que ces observations étoient dues au hazard; on voit ici qu'elles sont faites avec dessein, & qu'elles ont été cherchées.

§. III.

Quoique Ptolémée ne parle des armilles qu'à l'occasion d'Eratosthenes, on ne peut douter qu'Aristille & Timocharis n'eussent des instrumens circulaires & divisés. Nous avons fait voir que ces instrumens n'avoient pu manquer, même à l'astronomie primitive (*f*); elle n'auroit point fondé, sans leur secours, les déterminations qu'elle nous a laissées. Nous retrouvons encore la nécessité de ces instrumens dans des tems postérieurs & dans des faits authentiques. Nous avons dit (*g*) que, suivant Eudoxe, le soleil avoit un mouvement d'aberration, par lequel il s'éloignoit de l'éclip-

(*a*) Ptolémée, Almag. *Lib. VII*, *c.* 1, 2, 3.
(*b*) *Ibid.* c. 2.
(*c*) *Ibid.* c. 3.
(*d*) *Ibid. Lib. X*, *c.* 4.
(*e*) Astron. anc. p. 244.
(*f*) *Ibid.* p. 43 & 51.
(*g*) *Ibid.* p. 240 & 242.

tique *ad latera* ; que cette aberration soit un phénomène réel, ou une erreur des observations, cela ne fait rien à la question présente. On ne se seroit point apperçu que le soleil s'écartoit de sa route, que cette route s'élevoit ou s'abaissoit sur l'horizon, si la trace invisible de cet astre n'avoit pas été marquée dans le ciel, si ce plan du cercle, décrit par le soleil, n'avoit pas été fixé relativement à l'horizon par un instrument circulaire. Alors l'idée de cette aberration sera née, ou d'un phénomène réellement observé, ou peut-être de ce que l'instrument aura baissé par son poids. On peut dire encore que, suivant les Indiens & suivant quelques anciens Grecs, l'obliquité de l'écliptique a pu être jadis de 25° (*a*). Au tems d'Eudoxe, on ne la faisoit plus que de 24°. La différence étoit assez grande pour être remarquée, mais elle exige un instrument. On pourroit objecter contre l'existence des instrumens d'Aristille & de Timocharis, que ces astronômes déterminoient le lieu des planetes par des alignemens aux étoiles, & qu'ils estimoient les petites distances en diametres de la lune : mais Timocharis répond lui-même à cette objection, & d'une maniere qui résout toutes les difficultés, par l'observation de la déclinaison des étoiles. Il avoit observé celle de Regulus de $21^{\circ}\frac{1}{3}$, celle de l'étoile, qui est à la tête des gemeaux, de 33° (*b*), ces déclinaisons, trop grandes pour avoir été estimées en diametres de la lune, ont dû être mesurées avec un instrument circulaire ; cela est de toute évidence. On peut concilier tout cela en accordant à Timocharis, comme on ne peut s'en dispenser, l'usage des armilles pour les grands arcs, tels que ces déclinaisons d'étoiles ; mais en supposant que cet instrument étoit peu commode, peu exact pour mesurer les petites distances, & qu'il a préféré de les estimer à la vue en diametres de la lune. Il est encore évident qu'Aristarque devoit avoir un instrument propre à prendre des angles, sans quoi il n'auroit pu déterminer l'élongation de la lune dichotome. Il étoit également indispensable qu'il eût un instrument pour mesurer les diametres du soleil & de la lune ; Archimede le dit positivement (*c*). On rapporte qu'Eratosthènes avoit mesuré par le moyen du dioptra, qui étoit une espece de quart de cercle, la hauteur d'une montagne ; il l'avoit trouvée de 10 stades (*d*), lesquels, suivant la valeur du stade, employé dans la mesure de la terre, donnent à cette montagne une hauteur de 855 toises.

(*a*) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 333.

(*b*) Almag. *Lib. VII, c.* 2.

(*c*) *Suprà*, p. 20.

(*d*) Commentaire de Théon sur l'almag. *Lib. I*, p. 41.

On peut conclure de ce qui vient d'être rapporté ici, que non seulement Eratosthènes & Aristarque, mais que même Aristille & Timocharis avoient des armilles & des instrumens circulaires.

§. IV.

Les écrits de Timocharis & d'Aristille existoient encore il n'y a pas longtems chez les Arabes, & peut-être pourroit-on les retrouver dans l'Asie. Du moins ils sont marqués dans la notice, communiquée par M. Melot en 1749, des livres orientaux qu'il falloit chercher dans le levant pour la bibliothèque du Roi. On trouve dans cette notice, n° 331, les observations astronomiques faites par Taoun (sans doute Aristille) dans l'oservatoire d'Alexandrie, l'an 921 avant l'hégire, ou l'an 299 avant J. C.; & n° 234, les observations de Taoumaris (Timocharis), faites aussi à Alexandrie l'an 925 avant l'hégire, ou 303 ans avant J. C. (*a*).

§. V.

Aratus, auteur de l'ouvrage intitulé *les phénomènes* n'est pas le premier qui ait écrit dans ce genre, on nomme Eudoxe, Lasus Magnes, Hegesianax, Hermippe, Aristophane de Bizance; il les avoit tous surpassés; c'est pourquoi son ouvrage a survécu. Ptolémée parle d'Hegesianax & d'Hermippe. *Omnia Hegesianax & Hermippus ætherea astra, & plures hæc phenomena libris commiserunt, sed à scopo aberrarunt. Verùm subtilis scriptoris principatum Aratus obtinet* (*b*).

§. VI.

Aratus a conservé dans ce poëme les noms anciens des étoiles connues dans la Grece & dans l'Egypte. Ce poëte n'étoit point observateur; il a suivi les deux ouvrages d'Eudoxe, qu'il a fondus dans le sien. M. Weidler (*c*) se trompe, lorsque, se croyant fondé sur le témoignage d'Hypparque, il dit qu'Aratus y avoit inséré plusieurs choses tirées de ses observations. Il fait dire à Hypparque précisément le contraire de ce que cet astronôme a dit très-clairement. M. Weidler se fonde sur ce qu'Hypparque, dans son commentaire sur Aratus, le nomme, dans le titre de l'ouvrage, avant Eudoxe. Mais il est visible qu'Hypparque, relevant les prétendues erreurs du poëme d'Aratus, a mis le nom de ce poëte dans le titre de son com-

(*a*) Mss. de M. de Lisle, N. 13, 9. B.
(*b*) *In vitâ Arati, Uranologion*, p. 270.
(*c*) *Historia Astronomiæ, Paginâ* 124.

mentaire, parce que son poëme étoit plus généralement connu que les ouvrages d'Eudoxe; il ne lui a associé Eudoxe que pour rendre l'ouvrage à son véritable auteur, & mettre tout de suite en cause l'astronôme, qui étoit le garant du poëte. Comment M. Weidler n'a-t-il pas pris garde aux passages suivans d'Hypparque, qui sont décisifs, & qui prouvent qu'Aratus n'a fait autre chose que copier Eudoxe? *Sed non est fortassè quod Aratum accusemus, si quid ei erroris oblatum sit; quippe qui Eudoxi commentarium secutus*, NON OBSERVATIONE FRETUS, *phænomena conscripsit* (a); & un peu plus loin: *Aratum igitur Eudoxi de phænomenis commentarium esse secutum, cùm ex pluribus constare potest, si quis cum illius opere poëtico per capita singula, verba Eudoxi conferre voluerit: tùm hoc loco commemorare breviter haud inutile videtur: quod ea res à nonnullis vocetur in dubium, &c.*, & puis il en donne un grand nombre d'exemples. Cicéron, qui le regardoit comme un ignorant, a tranché le mot. Il dit: *constare, inter doctos hominem ignarum astrologiæ, ornatissimis atque optimis versibus Aratum de cœlo stellisque dixisse* (b). Cicéron, en rendant justice au poëte, a fait le procès à l'astronôme. Si Aratus est convaincu d'avoir seulement copié Eudoxe, nous avons vu (c) que cet astronôme avoit lui-même copié ses prédécesseurs, ou, pour mieux dire, n'avoit donné à la Grece que d'anciennes descriptions, faites dans l'orient quatorze siecles avant J. C. Il est certain que jusqu'à l'époque dont nous faisons l'histoire, l'astronomie d'Europe, & peut-être du monde alors connu, n'avoit été que des lambeaux conservés de la plus haute antiquité, & arrachés aux mysteres de l'orient.

§. VII.

Nous avons un commentaire d'Hypparque en trois livres sur les phénomènes d'Aratus & d'Eudoxe; nous en parlerons ailleurs: une introduction aux phénomènes d'Aratus par Achilles Tatius, & une autre intitulée Elémens d'astronomie par Geminus. Nous avouons que nous ne voyons pas ce qui les a fait regarder comme commentaire, ou comme introduction relative aux phénomènes d'Aratus: le titre, ni l'ouvrage, n'en disent rien.

Enfin nous avons un commentaire faussement attribué à Eratostènes, dont l'auteur est inconnu. Le P. Petau a réuni ces différens commentaires dans son *Uranologion*. Ce poëme a eu beaucoup d'autres commentateurs dont on ne nous a conservé que les noms (d).

(a) *Uranologion*, p. 172.
(b) *De Oratore*, I, 16.
(c) Astron. anc. p. 243.
(d) *In Uranologion*, p. 267.

§. VIII.

Nous avons dit que suivant Aristarque, la distance du soleil étoit environ 19 fois plus grande que celle de la lune à la terre; c'est ainsi que Pline le rapporte (*a*). Dans l'exactitude, Aristarque affirma que la distance du soleil n'étoit pas plus de 20, & moins de 18 fois plus grande que la distance de la lune à la terre. Il étoit parvenu à ces résultats par la mesure de l'angle d'élongation; ces résultats supposent qu'il avoit mesuré deux fois cet angle, & qu'il l'avoit trouvé depuis 86° 49′ jusqu'à 87° 8′; car ces deux mesures donnent les deux rapports de 18 & de 20. Il y avoit donc dans ces observations une incertitude de 19′; l'erreur de chaque détermination étoit par conséquent de 9 à 10′. Mais nous observerons qu'il falloit pointer à deux astres à la fois, ce qui double l'opération & l'erreur; ainsi cette considération nous donne un peu moins de 5′ pour l'incertitude des observations anciennes.

§. IX.

On ne nous dit point si Aristarque avoit déterminé, ou du moins estimé les distances absolues du soleil & de la lune à la terre. On ne trouve rien de positif à cet égard dans ce qui nous reste de lui; mais Plutarque (*b*), après avoir cité le rapport des distances du soleil & de la lune d'Aristarque, cite aussi-tôt une détermination de la distance de la lune de 56 demi-diametres de la terre, qui pourroit bien être d'Aristarque. Nous verrons qu'elle ne peut être d'Hypparque, qui la faisoit beaucoup plus grande; elle n'est point non plus de Possidonius, qui la faisoit de 52 $\frac{1}{8}$ demi-diametres terrestres. Elle est trop près de la vérité, pour n'être pas attribuée à un astronôme aussi ingénieux qu'Aristarque. C'est d'après ces déterminations, que les anciens avoient estimé que la longueur du cône d'ombre étoit à peu près de 60 diametres de la terre (*c*).

Aristarque établit que le diametre du soleil est à celui de la terre dans une proportion plus grande que 19 à 3, & plus petite que 43 à 6; celui de la lune dans une proportion plus grande que 43 à 108, & plus petite que 19 à 60 (*d*). Le rapport du diametre de la lune à celui de la terre est assez exact; celui du diametre du soleil est beaucoup trop petit; ce diametre est environ

(*a*) Pline, *Lib. II*, c. 21.
(*b*) *De facie in orbe lunæ*, §. 7.
(*c*) Macrob. *Somn. Scip.* Lib. I, c. 20.
(*d*) *De magnitudine solis & lunæ.*

107 fois plus grand que celui de la terre ; mais cette détermination dépend de la diſtance du ſoleil, ſur laquelle Ariſtarque, en approchant plus près qu'on n'avoit encore fait, s'étoit cependant fort trompé. Ce rapport eſt ſi difficile à déterminer, qu'à peine ſommes-nous sûrs aujourd'hui de le connoître avec exactitude. L'obſervation du ſolſtice, faite par Ariſtarque la cinquantieme année de la période callippique, qui répond à l'an 281 avant J. C. (*a*), indique l'époque des travaux d'Ariſtarque.

§. X.

Censorin (*b*) nous apprend qu'Ariſtarque faiſoit la grande année de 2484 ans, ſans nous dire quelles révolutions étoient renfermées dans cette grande année. Le même auteur fait encore mention d'une correction faite à la longueur de l'année par Ariſtarque. *Calippus autem CCCLXV* (*adde & quadrantem*) *& Ariſtarchus Samius tantumdem & præterea diei partem* 1623, ou 1533 (*c*). Qu'eſt-ce que cette correction de $53'' \; 12'''$, ou de $56'' \; 24'''$, ajoutées à la longueur de l'année de $365^j \; 6^h$? On n'en fait rien, & il faut convenir qu'il n'y a aucune vraiſemblance que l'idée d'Ariſtarque ſoit ici fidelement rendue. Mais ſi l'on ſuppoſe qu'il y ait une faute, ſi au lieu du ſingulier *partem*, on lit le plurier *partes*, & que l'on prenne la diviſion du jour en 60^h, l'heure en $60'$, la minute en $60''$, telle qu'elle étoit uſitée en Egypte, alors les 1623 & 1533 parties de jour donneront $10' \; 49''$, & $10' \; 13''$, ſuivant notre maniere de compter. Ariſtarque auroit donc ajouté ces deux quantités à l'année tropique, qui devient une année ſidérale de $365^j \; 6^h \; 10' \; 49''$, ou de $365^j \; 6^h \; 10' \; 13''$, avec une incertitude de $36''$: détermination de l'année ſidérale, qui eſt preſque égale à celle que nous avons attribuée aux Chaldéens (*d*), de $365^j \; 6^h \; 11'$. Nous donnons tout ceci comme une conjecture, mais nous avouons qu'elle nous paroît fort vraiſemblable.

Appuyés ſur cette conjecture, nous pouvons peut-être en former une autre, qui nous inſtruira de l'objet de la période de 2484 ans. Nous pouvons ſuppoſer qu'Ariſtarque connoiſſoit les mouvemens du ſoleil & de la lune, auſſi bien que les Chaldéens les ont connus. Puiſque nous avons des preuves que leurs obſervations ont été portées en Egypte, nous avons lieu de croire que les réſultats y avoient également paſſé. Nous avons dit que la révolution de la lune à l'égard du ſoleil étoit établie chez les Chaldéens de

(*a*) Ptol. Almag. Lib. III, c. 2.
(*b*) *De die natali*, c. 18.
(*c*) *Ibid.* c. 19.
(*d*) Aſtron. anc. p. 149.

$29^j\ 12^h\ 44'\ 7''\frac{1}{2}$ (*a*) : voilà donc la révolution de la lune que nous devons supposer connue à Aristarque. Alors 30724 lunaisons font $907299^j\ 10^h\ 56'\ 30''$, qui divisés par 2484 ans, donnent pour la longueur de cette année $365^j\ 6^h\ 10'\ 42'\frac{1}{2}$. Ainsi c'étoit une année astrale, qui se trouve être à très-peu près une des deux années déduites de la conjecture précédente ; l'autre s'en déduiroit également, en supposant la révolution de la lune plus courte de $3''$; & la grande année de 2484 ans, est une période qui ramene le soleil & la lune en conjonction avec la même étoile. Nous croyons que ces deux conjectures se prêtent mutuellement beaucoup de vraisemblance.

§. XI.

On peut demander d'où naissent cette incertitude & cette différence de $36''$ entre ces deux années, l'une de $365^j\ 6^h\ 10'\ 42''$, l'autre de $365^j\ 6^h\ 10'\ 06''$? Cette question nous fait naître une troisieme conjecture. Ces deux longueurs de l'année, déduites également de la période de 2484 ans, peuvent être attribuées à deux différentes révolutions de la lune ; la premiere suppose cette révolution de $29^j\ 12^h\ 44'\ 7''\frac{1}{2}$, la seconde de $29^j\ 12^h\ 44'\ 4''\frac{1}{2}$; d'où nous inférons que les Chaldéens avoient en effet ces deux révolutions de la lune, l'une plus ancienne, & qu'ils devoient à l'astronomie primitive, l'autre plus moderne, établie sur la continuité de leurs observations. On peut croire que la plus exacte, celle de $29^j\ 12^h\ 44'\ 4''\frac{1}{2}$, étoit la plus ancienne, 1°. parce qu'on ne voit point cette révolution employée dans les périodes que les Chaldéens nous ont laissées (*b*) ; 2°. parce qu'elle se rapproche davantage de la révolution lunaire que M. Cassini a supposée dans l'examen de la période de 600 ans. M. Cassini l'a prise telle qu'elle est aujourd'hui, de $29^j\ 12^h\ 44'\ 3''$, & il en a déduit la longueur de l'année de $365^j\ 5^h\ 51'\ 36''$. Si M. Cassini l'eût supposée plus grande d'une seconde & demie, il auroit eu une année plus longue seulement de $18''$; 3°. en supposant l'accélération du mouvement de la lune, nous trouverons le moyen de confirmer ces conjectures, & de les enchaîner d'une maniere heureuse & singuliere. Si l'on suppose que cette ancienne révolution de $29^j\ 12^h\ 44'\ 4''\frac{1}{2}$ a été établie dans le même tems que la période de 600 ans, dans le tems où fut exécutée la division du zodiaque, & comme nous l'avons supposé par conjecture vers 4600 ans avant J. C. (*c*), il s'ensuit que depuis

(*a*) *Ibid.* p. 381.
(*b*) *Ibid.*
(*c*) Histoire de l'astronomie ancienne, p. 74.

cette époque jusqu'à celle de 1750 après J. C., il s'est écoulé 6350 ans, pendant lesquels la révolution de la lune a diminué d'une seconde & demie; mais cet intervalle de tems renferme 78550 de ces révolutions : chaque révolution a donc été plus courte que la précédente de 0″, 0000191; c'est l'accélération menstruelle du mouvement de la lune. Si l'on veut avoir la somme de ces accélérations dans un siecle, on fera usage du quadrilatere ABC*a* (*fig.* 16), dans lequel le nombre des révolutions est représenté par AB, & leurs accroissemens correspondans par les lignes A*a*, BC, la somme de toutes les accélérations sera donc l'aire du quadrilatere ABC*a*, lequel, sans erreur sensible, peut être confondu avec le triangle ABC, dont l'aire est égale à AB multipliée par $\frac{1}{2}$ BC; mais si A*a* est l'augmentation de la révolution dans le tems d'une certaine époque, BC, qui est l'augmentation de la révolution au bout d'un nombre de révolutions exprimées par AB, sera égale à A*a*, multipliée par le nombre de ces révolutions, ou par AB. L'aire du triangle ABC, la somme de toutes les accélérations pendant le tems AB, sera donc égale à $\frac{1}{2}$ A*a* multiplié par le quarré d'AB. Pour avoir la quantité totale de cette accélération, dans un siecle, par exemple, comme cet intervalle renferme 1237 révolutions, il faut multiplier la moitié de 0″ 0000191, ou 0″0000955 par le quarré de 1237, & l'on aura 14″ 40‴ de tems pour l'accélération de la lune dans un siecle. Mais dans ce petit intervalle, la lune parcourt 8″ de degré : c'est d'après nos suppositions, l'équation séculaire du moyen mouvement de la lune. Feu M. Mayer, célebre astronôme de Gœttingue, s'est appliqué à déterminer cette équation; il a varié sur sa quantité. Dans ses premieres tables il la faisoit de 7″, dans ses dernieres, il l'a augmentée jusqu'à 9″ (*a*) On ne s'éloigneroit donc pas beaucoup de la vérité, en prenant un milieu entre ces deux déterminations, & en faisant l'équation séculaire de 8″. C'est précisément le résultat que nous venons de déduire de nos suppositions; d'où résulte la confirmation & la vérité de ces suppositions mêmes. On peut donc regarder comme très-probable : 1°. que l'ancienne période de 600 ans étoit fondée sur une année solaire de $365^j\ 5^h\ 51'\ 54''$, & sur une révolution de la lune de $29^j\ 12^h\ 44'\ 4''\frac{1}{2}$; 2°. que ces déterminations étoient très-exactes dans le tems où elles ont été faites; 3°. que depuis cette époque la révolution du soleil a diminué de 3′ 9″, & celle de la lune

(*a*) M. de la Lande, Astr. Tom. II, art. 1484.

de $1'' \frac{1}{2}$ (*a*) ; 4°. que les progrès de l'accélération du soleil, ceux de l'accélération de la lune, les conjectures sur le tems de la division du zodiaque, concourent également à placer ces déterminations importantes dans le même tems & à une époque antérieure d'environ 46 siecles à notre ère. Ce concours de trois probabilités différentes est une preuve assez forte que l'astronomie a été réellement cultivée à cette époque ; 5°. que les Chaldéens, qui ont eu la connoissance de la période de 600 ans, ont pu connoître également la révolution de la lune de $29^j\ 12^h\ 44'\ 4'' \frac{1}{2}$; ils n'y ont point eu de confiance, parce qu'elle étoit ancienne, & ils en ont établi sur leurs observations une autre moins exacte & plus longue de $3''$.

§. XII.

Nous lisons dans le traité d'Aristarque *de magnitudinibus & distantiis solis & lunæ* (*b*), que le diametre de la lune étoit de deux degrés, ou, comme on s'exprimoit sans doute de son tems, de la quinzieme partie d'un signe. Mais il y a apparence qu'il avança cette assertion par une premiere estimation, & qu'ayant fait des observations plus exactes, il rectifia depuis, & dans un autre ouvrage, son opinion à cet égard : car, selon Archimede, Aristarque affirmoit que le diametre du soleil étoit à-peu-près la 720e partie du zodiaque, c'est-à-dire, d'un demi-degré ; il est donc probable qu'il avoit changé d'avis. Aristarque pouvoit n'avoir point vu d'éclipses totales de soleil, qui prouvent que le disque apparent de la lune est aussi grand que celui du soleil, mais une éclipse partielle suffisoit à un observateur aussi intelligent que lui, pour reconnoître que la courbure des deux astres est la même. D'ailleurs il dit lui-même que leurs diametres, ou leurs grandeurs réelles sont en raison de leurs distances, ce qui suppose que les diametres apparens sont égaux : & puisqu'il faisoit le diametre du soleil de 30′, il n'a pu faire celui de la lune plus grand.

§. XIII.

Aristarque, dit Archimede (*c*), établit pour hypothèse que les étoiles fixes & le soleil lui-même sont immobiles, que la terre décrit une orbite

(*a*) On apperçoit encore l'accélération du mouvement de la lune dans la révolution synodique, telle qu'elle résulte des périodes d'Hypparque ; elle étoit de $29^j\ 12^h\ 44'\ 3'' \frac{1}{4}$, plus longue d'un quart de seconde que nous ne l'établissons aujourd'hui. Comme Hypparque l'avoit conclue de périodes qui embrassent un grand nombre de révolutions, on peut croire qu'elle avoit une certaine exactitude (*Infrà* Eclairc. Liv. II.

(*b*) Œuvres de Vallis, Tom. III, p. 569.

(*c*) *In Arenario.* Vallis, T. III, p. 514.

autour du soleil, placé au centre; que la sphere de ces étoiles est si étendue, leur distance de la terre si grande, que le cercle que la terre décrit est à cette distance dans la même raison que le centre de la sphere à sa superficie; ce qui est impossible, ajoute Archimede, car le centre n'ayant aucune étendue, ne peut avoir aucune proportion avec la superficie. Archimede explique ainsi la pensée d'Aristarque. Les anciens appeloient le monde tout ce qui s'étend du centre de la terre jusqu'au soleil, la sphere de ce rayon étoit le monde: & ici Aristarque veut dire, selon Archimede, que la terre avoit à l'égard du monde, ou de la sphere du soleil, la même proportion que celle-ci à la sphere des étoiles fixes. Archimede affoiblit la pensée d'Aristarque par cette explication. Il compare les rapports de quatre quantités finies, mais il en ôte l'idée de l'infini qu'Aristarque y avoit voulu mettre. Il est sûr qu'il n'y a point de proportion entre le centre, qui n'est qu'un point mathématique, & la superficie d'une sphere, qui a une étendue finie; mais Aristarque vouloit dire précisément qu'il n'y a point de proportion entre le cercle que décrit la terre autour du soleil, & la distance des fixes. Nous ne devons pas dissimuler qu'Aristarque dit ailleurs (*a*), que la terre est comme un point en comparaison de la sphere de la lune, ce qui se rapprocheroit assez de l'explication d'Archimede. Remarquons encore que Geminus dit positivement que la terre est comme un point à l'égard de la sphere des étoiles (*b*); Geminus dit beaucoup moins qu'Aristarque. Il est cependant vraisemblable que cette opinion affoiblie, &, pour ainsi-dire adoucie, avoit passé d'Aristarque à Geminus, qui vivoit 200 ans après lui. Mais nous croyons que dans l'origine, l'opinion d'Aristarque étoit aussi hardie que celle de Copernic & des modernes.

§. XIV.

Le seul ouvrage qui nous reste d'Aristarque est celui *de magnitudinibus & distantiis solis & lunæ*, il a été encore traduit & imprimé en latin avec les explications de Pappus, & le commentaire de Fréderic Commandin en 1572. On le trouve aussi dans le troisieme volume des Œuvres de Vallis; dans la bibliothèque du P. Labbe, on indique un manuscrit d'un traité d'Aristarque sous ce titre, *Aristarchi prædictiones mathematicæ de planetis* (*c*). Mais à peine peut-on être sûr de l'existence d'un manuscrit enseveli dans

(*a*) *De magnitudinibus*. Vallis, III, pag. 569.

(*b*) C. XIV, p. 57.

(*c*) P. 116 & 119.

une bibliothèque particuliere ; ce n'eſt peut-être que l'ouvrage de *magnitudinibus* ſous un titre différent, ou mal rendu. Le P. Merſene a inſéré dans le troiſieme volume de ſes obſervations phyſico-mathématiques un ouvrage *de Syſtemate mundi*, qui eſt fauſſement attribué à Ariſtarque ; il eſt de Roberval (*a*).

Ariſtarque inventa, ſelon Vitruve (*b*), l'horloge appelée ſcaphé, qui étoit ſans doute un cadran ſolaire ; les anciens leur donnoient le nom d'horloge. C'étoit un ſegment de ſphere, avec un ſtile, qui marquoit les heures. Martianus Capella en décrit une (*c*), qui pourroit être celle d'Ariſtarque, ou du moins celle des aſtronômes d'Alexandrie, qui l'ont ſuivi ; car il ajoute que la longueur de l'ombre, le jour de l'équinoxe, multipliée 24 fois, étoit égale au double de la circonférence du cercle. On en peut conclure que ce cadran étoit réglé pour une latitude de $31^{\circ}\frac{1}{2}$; ce qui eſt aſſez exactement celle d'Alexandrie (*d*). Vitruve lui attribue encore un autre cadran, appelé le diſque, qui paroît avoir été un cadran horizontal (*e*)

§. XV.

Nous avons dit qu'Eratoſthenes avoit trouvé la diſtance des tropiques de 47° avec plus de $\frac{1}{3}$ & avec moins de $\frac{3}{4}$; il diſoit encore que cette diſtance étoit au cercle entier comme 11 à 83 (*f*) ; rapport, qui tient le milieu entre les deux déterminations précédentes. Remarquons en paſſant que l'on connoiſſoit alors aſſez bien le calcul des fractions, pour avoir vu que $\frac{11}{83}$ de la circonférence du cercle étoient le milieu entre $47^{\circ}\frac{2}{3}$ & $47^{\circ}\frac{3}{4}$, du moins à $\frac{1}{19000}$ près. Remarquons auſſi l'erreur de Riccioli, qui en a conclu que les anciens avoient une diviſion du cercle en 83 parties (*g*) : comme ſi on avoit pu adopter un diviſion ſi bizarre, & qui ne ſeroit fondée ſur aucune raiſon. Nous trouvons que Muller avoit déjà fait cette remarque (*h*).

Il s'agit maintenant d'examiner la préciſion de cette obſervation ; en conſéquence, il ſuffira d'apprécier celle de l'inſtrument. Ptolémée ne nous en apprend point la grandeur, il dit ſeulement qu'elle doit être médiocre (*i*) ; mais Proclus, qui emploie à-peu-près les mêmes termes que

(*a*) Notes de Menage ſur Diogene Laerce, *Lib. VIII*, 85.
(*b*) Architect. *Lib. IX*, *c.* 9.
(*c*) *In nuptiis philol.* Lib. VI, p. 194.
(*d*) Elle eſt de 31° 11′.
(*e*) *Suprà*, p. 73.
(*f*) Ptolémée, Almag. *Lib. I*, c. 11.
(*g*) Riccioli, *Almag. nov.* Tome I, pag. 8.
(*h*) Notes de Muller *in Aſtron. inſtaur. Copernici*, p. 67.
(*i*) Ptolémée, Almag. *Lib. V*, *c.* 1.

Ptolémée ; ajoute que le diametre de cet instrument ne doit pas être moindre d'une demi-aune (*a*). Nous n'en sommes gueres plus avancés ; nous connoissons peu la valeur de l'aune chez les anciens. On trouve chez les Persans deux aunes différentes, la *gueze* royale de 2 pieds 10 pouces 11 lignes, (*b*) & la *gueze monkelser*, ou accourcie, qui étoit les $\frac{2}{3}$ de la gueze royale (*c*). Ces deux aunes donneroient à l'instrument une dimension trop petite. Shah Cholgius paroît confondre l'aune avec la coudée (*d*) ; mais en prenant la plus grande coudée que nous connoissions, celle de 20 pouces $\frac{1}{2}$, l'instrument n'auroit eu que 5 pouces de rayon, ce qui n'est nullement vraisemblable ; les anciens ont dû en avoir de plus grands. Quelle raison auroient-ils eue de les faire si petits ? Il est aisé de sentir que leur exactitude est proportionnée à leur grandeur, & l'on ne doit mettre de bornes à cette grandeur, que celles qui naissent de la difficulté de les exécuter, ou de les mouvoir. Servius prétend que l'aune étoit la longueur des deux bras étendus ; Flamsteed, en conséquence, l'estime de 6 pieds (*e*). L'instrument avoit donc 3 pieds de diametre, & répondoit à nos quarts de cercle de 18 pouces de rayon. Or sur un pareil quart de cercle un degré répond à trois lignes trois quarts, & l'espace de 5′ à environ $\frac{1}{3}$ de ligne, qui doit être sensible ; c'est le degré de précision auquel s'arrête Flamsteed. M. de la Lande, un peu moins favorable aux anciens, mais sans doute pour ne pas risquer de s'écarter de la vérité, borne cette précision à 10′ ; ainsi dans cette supposition même, quand on soupçonneroit une erreur de 10′ en excès, & une pareille erreur en défaut sur les deux observations d'où l'on conclut la distance des tropiques, il faudroit diminuer cette distance de 20′, en la réduisant à 47° 22′ $\frac{1}{2}$, & l'observation donneroit l'obliquité de l'écliptique au moins de 23° 41′ 15″, pour le siecle d'Eratosthenes, ce qui seroit suffisant pour constater la diminution de cette obliquité.

§. XVI.

Mais nous ne croyons même pas que l'erreur de l'observation pût aller à 10′, parce que 1°. L'observation d'Eratosthenes semble donner les limites de l'erreur, en marquant une incertitude de 5′. 2°. L'observation faite par

(*a*) *Hypothypoſis*, c. 2, p. 383.

(*b*) Chardin dit que la gueze de Perse est de 34 pouces, T. V, p. 219 ; plus loin p. 245 il dit 35 pouces de roi.

(*c*) Encyclopédie, art. aune.

(*d*) *Aſtronomica quædam*, &c. Greaves, 1652, p. 95.

(*e*) *Hiſtor. cœleſt. in prolegomenis*, p. 19.

Ariſtarque de l'élongation de la lune dichotome, ſemble ſuppoſer une pareille incertitude (*a*). 3°. L'obſervation du diametre du ſoleil par Archimede eſt à peu près dans les mêmes limites (*b*). 4°. Enfin, parce que ſi l'on examine les obſervations de la déclinaiſon des étoiles, faites par Ariſtille & par Timocharis (*c*), on verra que ces déclinaiſons ſont exprimées en degrés & en parties de degrés de 12, 15, 20, 24, 30, 45, 48 & 50′. Si l'inſtrument avoit été diviſé en tiers, en quarts, en douziemes de degrés, on nous auroit conſervé les fractions telles que l'inſtrument les donnoit, au lieu que ces nombres n'ayant de commun diviſeur que l'unité, font penſer que l'inſtrument étoit diviſé en minutes, ou du moins de deux minutes en deux minutes. Proclus, qui donne une demi-aune au moins de diametre à ſes armilles, dit qu'elles étoient diviſées en 360°, & chaque degré en 60′ (*d*); ce qui ſuppoſe au moins un rayon de ſept à huit pieds.

Une autre conſidération peut nous faire penſer que les inſtrumens des anciens avoient cette grandeur, & peut-être plus; c'eſt que les deux inſtrumens, l'un inventé par Hypparque, le dioptra (*e*), l'autre par Ptolémée, le triquetron (*f*), avoient chacun quatre coudées, ou, ſuivant notre évaluation de la coudée d'Alexandrie (*g*), près de ſept pieds de rayon. Ces inſtrumens n'étoient point fixés; ils étoient faits pour être tranſportés, remués; ils étoient d'ailleurs exécutés par des particuliers; ceux que renfermoit le *Muſæum*, les armilles avoient été conſtruites aux dépens du Prince; elles pouvoient être d'un grand poids ſans aucun inconvénient, parce que fixées ſuivant l'inclinaiſon de la ſphere, elles n'avoient, comme elle, de mouvement que ſur leurs pôles; ces inſtrumens pouvoient donc & devoient avoir ſept à huit pieds & plus de rayon.

On a encore quelques indices de la grandeur de ces inſtrumens. Auguſtin Riccius, en rapportant les raiſons, qui faiſoient héſiter Hypparque ſur le mouvement des étoiles en longitude, dit que les obſervations de Timocharis avoient été faites avec un inſtrument peu commode par ſa grandeur; *inſtrumentum, ob nimiam molis vaſtitatem, ineptum fuit* (*h*). Dans l'édition latine de l'Almageſte de 1541, on lit, *quòd ſimpliciter nimiùm obſervationes captæ fuerint*. Riccius a-t-il mal entendu le texte de Ptolémée, ou avoit-il pris

(*a*) *Suprà* p. 448.
(*b*) *Suprà*, p. 21.
(*c*) Ptolémée. *Almag. Lib. VII, c.* 3.
(*d*) *Hypothypoſis*, c. 2, p. 383.
(*e*) *Suprà*, p. 99.
(*f*) *Suprà*, p. 175.
(*g*) *Suprà*, p. 146.
(*h*) Riccius, *de motu octavæ ſphæræ*, p. 35.

ces

ces mots dans une édition greque ou arabe, plus correcte que les nôtres ? C'eſt ce que nous ne pouvons décider, mais Riccius paroît perſuadé que ces inſtrumens avoient une grandeur conſidérable, puiſqu'il penſe que les cercles des armilles pouvoient plier & perdre la figure circulaire ; ce qui ne ſeroit point à craindre dans des inſtrumens d'une grandeur médiocre. On peut ajouter encore qu'Eratoſthenes, dans la meſure de la terre, ne ſe ſeroit pas ſervi du puits de Syene, ſi ces inſtrumens n'avoient pas été difficiles à remuer ; il les auroit déplacés & tranſportés pour obſerver hors d'Alexandrie, dans une ſeconde ſtation.

Il nous paroît donc évident que les inſtrumens d'Alexandrie ont dû être d'une grandeur conſidérable, qu'ils étoient diviſés de minute en minute ; mais, malgré ces ſubdiviſions, les trois obſervations citées, d'Ariſtarque, d'Eratoſthenes & d'Archimede, nous portent à croire que l'exactitude des obſervations anciennes, par une infinité de cauſes inutiles à détailler ici, ne ſurpaſſoit pas 5′. Ainſi l'évaluation de Flamſteed eſt fort exacte. Il étoit important de fixer les idées ſur la préciſion des inſtrumens des anciens.

Certaines obſervations ſemblent annoncer une préciſion plus grande. On ſait que les hauteurs obſervées avec le gnomon ſont trop grandes de tout le demi-diametre du ſoleil, & de même la hauteur de l'équateur, qui en eſt conclue ; par conſéquent la latitude, ou la hauteur du pôle, qui en eſt le complément, eſt trop petite de la valeur du demi-diametre du ſoleil : or Hypparque obſerva la hauteur du pôle de 30° 58′ à Alexandrie (*a*) ; ſi on y ajoute le demi-diametre du ſoleil de 15′, on aura 31° 13′. On la trouve de 31° 11′ par les obſervations modernes (*b*) ; c'eſt donc une erreur de 2′. Mais nous penſons que cette préciſion pouvoit être celle des gnomons, celle des armilles n'étoit pas ſi grande.

§. XVII.

Nous avons fixé le degré meſuré par Eratoſthenes à 59442 toiſes. Eratoſthenes avoit trouvé que la diſtance céleſte, compriſe entre le zenith de Syene & celui d'Alexandrie, étoit la cinquantieme partie de la circonférence, ou de 7° 12′, la diſtance ſur la terre étant de 5000 ſtades ; il en réſulte que le degré étoit de $694\frac{4}{9}$ ſtades. Nous devons eſtimer l'exactitude de cette obſervation ; il ne s'agit que de ſavoir la valeur du ſtade employé par

(*a*) *Suprà*, p. 83.

(*b*) Mém. l'Acad. des Sc. T. II, p. 142.

Eratosthenes. Les deux stades les plus connus, les plus avoués, sont le stade grec de 94 toises $\frac{833}{1000}$, & le stade égyptien ou alexandrin, de 114 toises $\frac{4}{30}$ (*a*). En supposant le plus petit de ces stades, c'est-à-dire le stade grec, il en résulteroit encore un degré de 65796 toises, trop grand de près de 9000 toises; & comme Eratosthenes n'a pas déterminé seulement un degré, comme sa mesure embrasse à la fois 7° & $\frac{1}{5}$, il faudroit qu'il eût commis une erreur de 64 à 65000 toises; en attribuant 7 à 8000 toises d'erreur à la mesure itinéraire, il resteroit encore une erreur d'un degré sur la mesure de l'arc céleste : ce qu'on ne peut supposer, puisque nous avons fait voir que la précision des instrumens étoit d'environ 5'. Le stade d'Eratosthenes est un stade cité par Strabon, pour estimer l'étendue de la Gaule, M. Cassini l'évalue à 85 toises (*b*); nous retrouverons ce stade dans la Perse (*c*). Nous croyons que sa valeur exacte est de 85 toises 3 pieds 7 pouces 2 lig. (*d*). Ce stade n'a point sans doute été porté de la Perse dans la Gaule, sans avoir passé auparavant en Egypte. Les arpenteurs royaux, envoyés par Alexandre, étoient peut-être Persans; ils se servirent des mesures de leur pays : d'ailleurs Hérodote, en donnant les dimensions géographiques de quelques parties de l'Egypte, se sert aussi de ce stade; ce qui prouve évidemment qu'il n'y étoit pas inconnu, même avant le tems d'Eratosthenes & d'Alexandre. Dès qu'on ne peut contester l'existence de ce stade, dès qu'il a été connu en Egypte, il seroit absurde & injuste de supposer qu'il n'est pas celui d'Eratosthenes. C'est de ce stade que résulte le degré de 59442 toises.

On a douté si la distance de Syene à Alexandrie étoit réellement de 5000 stades, mais elle est donnée ainsi par plusieurs auteurs; par Martianus Capella, (*e*) par Strabon, qui dit qu'en descendant le Nil elle est de 5300 stades (*f*); Pline assure que cette distance étoit de 570 milles (*g*). Si ce sont des milles romains, comme on n'en peut gueres douter, ces milles sont de 756 toises, ou de 754 toises (*h*). Les 570 milles valent donc 431120 ou 429980 toises. 5000 stades, tels que nous venons de les évaluer, font 427998 toises; la différence n'est que de 3122, ou même de 1982 toises.

(*a*) M. Freret, Académie des Inscriptions, Tom. XXIV.
M. Leroy, *Ruines de la Grece*, p. 95.
(*b*) M. Leroy. *Ibid.*
(*c*) Mém. Acad. Sc. 1701, p. 19.
(*d*) *Infrà*, Liv. III, §. 6.
(*e*) Liv. VI, p. 194.
(*f*) Strabon, *Geog. Lib.* 17.
(*g*) *Lib. II*, c. 72.
(*h*) Il étoit de huit stades grecs.

elle prouve 1° que la mesure itinéraire n'avoit pas été mal faite ; 2°. que les stades employés étoient vraiment tels que nous les supposons.

§. XVIII.

On ne peut pas attendre une grande exactitude de cette détermination ; le mérite est de l'avoir imaginée, exécutée, & la gloire d'Eratosthenes est que les modernes ont adopté sa méthode, & n'ont approché plus près du but que par les progrès des arts, qui ont fourni de nouveaux moyens de précision. Cependant Eratosthenes se trompa, en supposant que Syene & Alexandrie étoient sous le même méridien. Il s'en faut d'un degré & demi, suivant Ptolémée. M. Danville, avec la sagacité & la critique qui le caractérisent, a déterminé que Syene étoit de 1° 40′ à l'est du méridien d'Alexandrie (*a*). Si l'on corrige en conséquence le résultat d'Eratosthenes, on trouvera que la distance itinéraire des deux villes n'étoit, dans le sens du méridien, que de 4889 stades, d'où résulte la circonférence de la terre de 244450 ; le degré de 679 ½ stades est de 58122 toises. On prétend qu'Eratosthenes tomba encore dans une autre erreur ; on croit qu'il s'est servi d'un gnomon, & qu'il ne fit pas attention que l'ombre étant nulle à Syene, le centre du soleil étoit précisément au zenith de cette ville, au lieu qu'à Alexandrie, en mesurant la longueur de l'ombre, & prenant sans doute le terme de l'ombre forte, il diminuoit la distance du soleil au zenith, & la distance des deux villes, de la valeur du demi-diametre du soleil, d'environ 15 à 16 minutes. Nous avouons que nous avons peine à croire qu'Eratosthenes, qui avoit des armilles, n'ait pas fait l'observation avec un de ces instrumens ; nous avons aujourd'hui la latitude d'Alexandrie de 31° 11′ ; & si Syene étoit réellement sous le tropique, fixé à 23° 51′, la distance de ces deux villes étoit de 7° 20′. Eratosthenes ne se seroit donc trompé que d'environ 8′ ; ce qui n'excede que de 3′ les limites que nous avons cru pouvoir assigner aux erreurs des observations anciennes ; d'ailleurs on peut très-bien attribuer quelques minutes à la distance du centre du soleil au zenith de Syene : il n'y avoit point d'ombre à midi dans cette ville le jour du solstice, mais ce phénomène peut avoir lieu, quoique le centre du soleil soit éloigné du zenith de quelques minutes. Enfin l'erreur totale de la mesure du degré par Eratosthenes n'est que de 2400 toises, & en corrigeant son calcul, en réduisant les 5000 stades de la distance de

(*a*) Mém. Acad. Inscrip. T. XXIX, p. 250.

Syene à Alexandrie aux 4889, qui sont dans le sens du méridien, en portant à 7° 20′ la distance céleste, on a 666 stades au degré, lesquels, à raison de 83 toises 3 pieds 7 pouces 2 lignes pour chaque stade, font 57009 toises, ce qui est, à 60 toises près, la valeur du degré telle que nous l'avons trouvée en France.

§. XIX.

M. Danville pense que l'observation d'Eratosthenes avoit été vérifiée au solstice d'hiver, & que de la comparaison des ombres il résultoit que Syene étoit éloignée d'Alexandrie de la cinquantieme partie de la circonférence du méridien (*a*). Mais si, comme nous n'en doutons point, l'observation a été faite avec des armilles, elle n'a pas eu besoin de vérification.

Nous remarquerons (*b*) que, suivant Eratosthenes, Syene avoit 24° de latitude; or, puisqu'elle étoit éloignée d'Alexandrie de 7° 12′, on en conclut la latitude de cette derniere ville de 31° 12′, entierement conforme à celle qui résulte des mesures modernes. Le même Eratosthenes faisoit, comme nous l'avons dit, l'obliquité de l'écliptique de 23° 51′; mais Syene, quoiqu'elle eût une latitude de 24°, parut être sous le tropique, n'eut point d'ombre à midi au solstice, tant que le bord du soleil excéda le tropique du capricorne, ce phénomene a donc pu avoir lieu pendant plus de 3 à 4000 ans; au tems d'Eratosthenes, ce bord excédoit encore de 6 à 7′. Il suit de ces réflexions que les deux observations d'Eratosthenes, de la latitude de Syene de 24°, de la distance solstitiale du soleil au zenith d'Alexandrie de 7° 12′, sont confirmées par la latitude d'Alexandrie, qu'Hypparque avoit observée de 30° 58′, & qui, comme nous l'avons dit (*c*), doit être corrigée & portée à 31° 13′. L'exactitude de ces trois observations anciennes est démontrée par celle de M. de Chazelles, qui fait la latitude d'Alexandrie de 31° 11′. Il y a donc un accord remarquable entre les deux déterminations d'Eratosthenes de la mesure de la terre & de l'obliquité de l'écliptique; les résultats s'appuient & se confirment mutuellement.

§. XX.

Riccioli a tort de vouloir faire influer sur la détermination de l'obliquité de l'écliptique l'erreur qu'Eratosthenes a, dit-on, commise sur la

(*a*) Mém. Acad. Insc. T. XXVI, p. 94.
(*b*) Strabon, *Geog. Lib. II*.
Mém. Acad. Inscr. T. XXV, p. 101.
(*c*) *Supra*, p. 457.

mesure de l'arc céleste, compris entre Syene & Alexandrie ; erreur qui seroit de la valeur du demi-diametre du soleil (*a*). Riccioli suppose qu'Eratosthenes avoit observé la latitude d'Alexandrie de 31° 4′, de laquelle ôtant 7° 12′ pour la distance d'Alexandrie à Syene, on a 23° 52′ pour la latitude de cette derniere ville : & comme elle étoit précisément sous le tropique, Eratosthenes en avoit conclu la distance de ce cercle à l'équateur, ou l'obliquité de l'écliptique de la même quantité. Or, en suivant toujours Riccioli, si l'on corrige la distance de 7° 12′, & qu'on y ajoute les 15′ dont elle étoit trop petite ; si l'on ôte cette distance, ainsi corrigée, de la latitude déterminée par Hypparque de 30° 58′, il restera 23° 31′, obliquité de l'écliptique fort différente de celle qu'on déduit naturellement de l'observation d'Eratosthenes. Mais Riccioli fait ici une infinité de suppositions forcées. 1°. Il dit qu'Eratosthenes s'est servi d'un scaphé, ou cadran à stile, qui ne pouvant être que très-petit, n'étoit susceptible d'aucune précision. Il est vrai que Cléomede (*b*) dit *gnomones horologium*, ce qui signifie sans doute les cadrans à stiles ; mais n'est-il pas possible que Cléomede, venu 200 ans après Eratosthenes, se soit trompé sur cette circonstance : il est de toute évidence qu'Eratosthenes faisoit usage des armilles. 2°. Il est assez singulier que Riccioli regarde la distance de 7° 12′ comme observée par un gnomon, & affectée de l'erreur du demi-diametre du soleil, & qu'en même tems il regarde la latitude 30° 58′ comme exempte de cette erreur. C'est arranger les choses pour arriver à son but, c'est faire prêter les observations aux résultats qu'on veut obtenir. Nous avons pensé au contraire que la latitude 30° 58′ avoit été déterminée par un gnomon, parce qu'elle differe de 13′ de celle qui a été observée par M. de Chazelle, & que cette différence, presque égale au demi-diametre du soleil, semble indiquer elle-même la cause de l'erreur. 3°. Il n'est point naturel qu'Eratosthenes ait commencé par l'entreprise de mesurer la terre, l'obliquité de l'écliptique est le premier élément qu'il a dû vérifier. Avant lui elle étoit établie de 24°. 4°. Puisqu'il avoit su observer la latitude d'Alexandrie, puisqu'il avoit pu déterminer la distance du soleil au zenith dans le solstice d'été, il auroit pu le faire aussi aisément dans le solstice d'hiver, pour conclure la distance des tropiques : alors les deux observations étant également affectées de l'erreur du demi-diametre du soleil, leur différence en auroit été exempte, & le résultat

(*a*) Riccioli, *Almag.* L. III, c. 27, p. 163. (*b*) *De mundo*, Lib. I. c. 10.

seroit exact. 5°. Dans la supposition de Riccioli, Eratosthenes nous auroit donné la quantité de l'obliquité de l'écliptique, & non pas la distance des tropiques. Il auroit dit que celle-là est de 23° & tant de parties, au lieu qu'il nous dit que celle-ci est de 47° avec plus de $\frac{2}{3}$ & moins de $\frac{3}{4}$; ce qui prouve que c'est cette derniere quantité qu'il avoit déterminée. 6°. Hypparque & Ptolémée ont trouvé l'obliquité de l'écliptique précisément comme Eratosthenes; ceux-ci avoient des armilles, on n'en peut douter, puisqu'elles sont décrites dans l'Almageste : si l'observation d'Hypparque & de Ptolémée n'est point affectée de l'erreur du demi-diametre du soleil, celle d'Eratosthenes en est également exempte; on ne peut donc objecter à l'une comme à l'autre que l'erreur de l'instrument, apprécié dans les paragraphes précédens. Nous avons cru cette discussion nécessaire; parce qu'il est du devoir de l'historien de l'astronomie de fixer, aussi précisément qu'il le peut, les connoissances de chaque siecle, & de marquer en même tems le degré de confiance qu'on peut leur accorder.

§. XXI.

Nous avons dit que Conon avoit placé dans le ciel la chevelure de Berenice : en effet cette constellation est postérieure à Aratus, qui n'en parle point. Callimaque avoit fait sur ce sujet un poëme que Catulle a traduit en vers latins. Ces deux poëtes disent que Conon observa le premier la chevelure de Berenice (*a*).

Omnia qui magni despexit lumina mundi,
Qui stellarum ortus comperit atque obitus.
Flammeus ut rapidi solis nitor obscuretur,
Et cedant certis sidera temporibus,
Idem me ille Conon cœlesti lumine vidit,
Et Bereniceo vertice Cœsariem (*b*).

Dosithée de Colones dans l'Attique, vécut vers 200 ans avant J. C. Il fut au nombre des astronômes qui s'occuperent de l'observation du lever & du coucher des étoiles; voilà tout ce que nous avons à en dire. Il est cité par Geminus, Ptolémée & Pline (*c*).

§. XXII.

Nous avons attribué à Apollonius de Perge l'invention des épicycles, Théon (*d*)

(*a*) Achille Tatius, c. 14.
(*b*) Catulle, *Epigr.* 67.
(*c*) Geminus, c. 16. Ptolémée *de Apparentiis*. Pline, *Lib. XVIII*, c. 31.
(*d*) Bouillaud, *Astr. phil. in proleg.* p. 20.

pense cependant qu'ils ont été connus de Platon. Ce philosophe parle, à la fin des livres de sa république, de petits cercles adaptés à d'autres cercles, ce qui ressemble assez aux épicycles; Théon ajoute même que Platon ne pensoit pas que les planetes fussent portées par des spheres, mais seulement par des cercles. Si la premiere idée des épicycles n'est pas due à Apollonius, c'est lui qui en fixa les proportions, & qui en démontra les propriétés; la démonstration est la seconde, & peut-être la véritable invention.

D'après l'idée que nous avons donnée des épicycles, on voit que lorsque la planete décrit la partie inférieure de ce petit cercle, cette planete & le centre de l'épicycle, allant du même sens, la vîtesse est seulement augmentée, mais dans la partie supérieure, la vîtesse paroît diminuée, parce que la planete & le centre de l'épicycle vont en sens contraire. On conçoit qu'il ne s'agit plus que d'établir une certaine proportion entre les diametres de l'épicycle & du déférent, ainsi qu'entre les vîtesses de la planete dans l'épicycle & du centre de cet épicycle dans le déférent, pour expliquer tous les phénomènes des stations & des rétrogradations, qui ont lieu dans les mouvemens des cinq planetes. Apollonius démontra qu'il n'y auroit pas de rétrogradation, si le rayon de l'épicycle n'étoit plus grand par rapport au rayon du déférent, que la vîtesse du centre de l'épicycle, par rapport à la vîtesse de la planete. Par exemple, dans l'orbite de Jupiter, suivant cette ancienne théorie, le rayon de l'épicycle est $\frac{1}{5}$ du déférent, tandis que la vîtesse du centre de l'épicycle n'est que $\frac{1}{12}$ de la vîtesse de la planete. Il suit de-là que dans l'apogée A de l'épicycle (*fig.* 17), où le mouvement de la planete A vers D est contraire à celui du centre C de cet épicycle, les angles ACD, décrits dans un tems quelconque, vus de la terre, seront presque doubles des angles TCE décrits par le centre dans le même tems, & la planete paroîtra rétrograde. Vers le périgée, ces angles *a*C*d* seront presque triples des angles CTE, mais le mouvement de la planete *a* & du centre C étant dans le même sens, elle sera toujours directe. Lorsque vers F, G, dans des positions intermédiaires, les angles *a*C*d*, vus obliquement, pourront paroître égaux aux angles CTE, la planete sera stationnaire, c'est-à-dire sans mouvement. Voilà le théorême fondamental de toute la théorie des épicycles.

Si l'arc AD est de douze degrés, & l'arc CE d'un degré, l'arc AD, vu de la terre T, & d'une distance six fois plus grande que le rayon de

l'épicycle, paroîtra sous un angle CTD de deux degrés, & double de l'angle CTE. Vers *a*, ce même arc de douze degrés sera vu d'une distance quatre fois plus petite que le rayon de l'épicycle, il paroîtra sous un angle C*Td* de 3°, la planete ira du même sens que le centre de l'épicycle, & le précédera avec une vîtesse de deux degrés.

Nous croyons que l'invention des épicycles, ou du moins la méthode de régler leurs proportions appartient à Apollonius, parce que nous ne voyons dans l'école d'Alexandrie aucun astronôme à qui l'on puisse l'attribuer; elle est antérieure à Hypparque & à Ptolémée. Nous connoissons assez les travaux d'Aristarque & d'Eratosthenes, pour croire que si cette invention leur étoit due, il en seroit fait mention dans leurs ouvrages, ou dans Strabon, Pline & Plutarque, qui les ont tant cités; ainsi nous ne voyons qu'Apollonius à qui elle puisse convenir, & le théorême que nous venons de rapporter est une raison de le présumer.

§. XXIII.

Nous avons dit que l'invention des clepsidres étoit de la plus haute antiquité; nous avons fait voir que l'usage de ces horloges devoit être antérieur à l'usage du cercle divisé, qui est lui-même très-ancien; que les clepsidres paroissent avoir été connues à la Chine dès les commencemens de la monarchie; la fable du cinocéphale prouve qu'elles ont été connues en Egypte dans de pareils commencemens, c'est-à-dire, dans le tems des fables. Les Indiens, qui n'ont point d'usages nouveaux, ont un petit bateau percé par le fond, qui est une espece de clepsidre. Si l'on veut des preuves d'un autre genre, il est constant que Platon en introduisit l'usage dans la Grece, & Scipion Nasica dans Rome (*a*). César, lorsqu'il passa en Angleterre, y trouva l'usage des clepsidres assez généralement répandu pour qu'il observât, par le moyen de ces instrumens, que les nuits étoient plus courtes dans ce climat que dans celui d'Italie. (*b*) Il est donc évident que Ctésibius ne peut être l'inventeur de ces horloges: si on lui en a fait honneur, c'est que sans doute il les a perfectionnées, en y appliquant les inventions des mathématiciens de l'école d'Alexandrie,

(*a*) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 235 & 438.

(*b*) Comment. de César. Encyclopédie, art. horloge.

§. XXIV.

§. XXIV.

Les machines ingénieuses que nous avons décrites n'étoient certainement pas communes (*a*). On peut croire qu'il y en avoit de plus simples, qui mesuroient grossierement le tems, & qui étoient pour l'usage particulier & domestique. M. Falconnet (*b*) paroît penser que ces horloges étoient si communes à Athenes, que les particuliers en portoient sur eux. Il se fonde sur un passage d'Athénée : *il regarde si souvent ce qu'il porte, qu'on croiroit qu'il porte une horloge.* Mais nous nous étonnons qu'un si habile critique s'y soit trompé. Ce passage ne signifie point cela, il semble signifier le contraire. Il ne pouvoit y avoir à Athenes que des clepsidres ; comment porter sur soi des horloges d'eau?

Batton, un ancien comique, qui vivoit trente ou quarante ans après Aristote, parle d'une horloge qui se portoit comme une bouteille (*c*); mais il est évident que cette clepsidre ne pouvoit servir à marquer l'heure ; elle avoit sans doute l'usage de nos sabliers ; elle mesuroit de petits intervalles. Une clepsidre, propre à en mesurer de plus grands, comme celui d'un jour, devoit être en repos sur un plan de niveau.

§. XXV.

Voila tout ce que l'antiquité a pu nous fournir de connoissances sur les clepsidres ; on voit qu'elles étoient portées à un certain degré de perfection. Il seroit intéressant de savoir l'usage qu'on en pouvoit faire dans l'astronomie. On a pensé que Ptolémée les avoit rejetées ; mais il faut observer que c'est dans une occasion particuliere. Il s'agit de mesurer le diametre du soleil ; & il dit que l'ancienne méthode des Egyptiens par les clepsidres (*d*) ne vaut rien. On n'en doit pas conclure que les astronômes ne s'en servissent jamais. Il est vrai que l'antiquité ne nous donne aucune lumiere à cet égard ; Ptolémée dans son Almageste, n'en parle qu'à l'endroit que nous venons de citer. Mais s'il ne veut pas qu'on s'en serve pour déterminer le tems que le diametre du soleil employe à s'élever sur l'horizon, c'est que la méthode elle-même est défectueuse (*e*) ; c'est que peut-être ces horloges n'avoient point de divisions assez petites pour mesurer

(*a*) *Suprà*, p. 65 & *suiv.*
(*b*) Mémoires de l'Acad. Inscr. T. XX, p. 447.
(*c*) *Ibid.* Tom. IV, p. 154.
(*d*) *Almag. L. V, c.* 14.
(*e*) Histoire de l'Astron. anc. p. 173.

de si petits intervalles. Mais on peut conclure de la méthode d'Hypparque pour déterminer la différence des méridiens par les éclipses de lune, que les anciens employoient les clepsidres dans l'astronomie. Les cadrans ne servent point pour ces éclipses, qui n'arrivent que la nuit. Comment auroient-ils fixé la différence des méridiens de 3^h entre Arbelle & Carthage (*a*), de 50′ entre Babylone & Alexandrie, si les astronômes de ces deux villes n'avoient pas fait usage des clepsidres. Nous croyons cependant que cet usage fut borné là. Elles indiquoient l'heure des observations; mais le tems n'étoit pas venu, où le mouvement égal & uniforme d'une horloge devoit représenter avec exactitude le mouvement diurne, & mesurer par ses divisions les plus petites parties de l'équateur. Les astronômes d'Alexandrie avoient cependant une autre maniere de déterminer l'heure, c'est par le point de l'écliptique, ou de l'équateur, qui se trouvoit au méridien au moment de l'observation. Ptolémée rapporte qu'il observa le lieu de Saturne, lorsque le Soleil étoit dans 28° 41′, & le dernier degré d'Aries dans le méridien (*b*). Cette circonstance du point de l'écliptique, qui se trouve au méridien, n'est marquée que pour indiquer l'heure par la distance du soleil à ce cercle où il a marqué le milieu du jour. On y reconnoît la méthode dont Purbach, Regiomontanus & les premiers astronômes modernes se sont servis pour avoir l'heure; méthode, qui a été perfectionnée par Tycho (*c*)

§. XXVI.

M. Joachim Heller a publié à Nuremberg, en 1549, un écrit d'un Juif sur les intervalles des regnes, & sur les années & les mois des différens peuples, où l'on trouve (*d*) une division de l'heure en 1080 parties, qui est fort singuliere. Nous trouvons ailleurs (*e*) que l'on attribue aussi cette division aux Perses & aux anciens Arabes. On prétend encore (*f*) que les anciens, pour la commodité du calcul, multiplioient les douze parties du jour par un nombre quelconque, par 30, 60, 90, & le jour avoit, en conséquence, 360, 720, ou 1080 parties. On pourroit croire que c'est de cette pratique qu'est venu l'usage de diviser l'heure en 1080 parties; mais tous les calculs, tous les nombres de ce Juif

(*a*) Ptolém. Geog. *Lib. I*, c. 4.
(*b*) *Almag. Lib. XI*, c. 6.
(*c*) *Supra*, p. 400.
(*d*) *Voyez* cet écrit, c. 1.
(*e*) Scaliger, *de emend. temp.* Lib. I. Riccioli, *Almag.* T. I, p. 8.
(*f*) Scaliger, notes sur Manilius, pag. 221.

ſont donnés conformément à cette diviſion ; & ſi les peuples que l'on cite s'en ſervoient également, un uſage conſtant peut-il être fondé ſur une multiplication auſſi arbitraire que celle dont nous venons de parler. Ce Juif eſt du douzieme ou treizieme ſiecle, & nous avions penſé que les Arabes de cette époque, ayant comme nous le pendule, ils pouvoient avoir eu une diviſion de l'heure, née des vibrations d'un long pendule. Mais chacune de ces 1080 parties de l'heure étant de $3'' \frac{1}{2}$, il faudroit un pendule de 33 ou 34 pieds. Nous avouons qu'il n'eſt pas naturel de ſuppoſer un pareil pendule ; & puiſque nous n'avons point trouvé de rapprochemens à faire pour nous éclairer ſur cette ſingularité, nous nous contentons de l'avoir indiquée.

Quoi qu'il en ſoit de toutes ces diviſions, dont on ne peut pas toujours aſſigner ni l'origine, ni la date, il eſt certain que dans l'école d'Alexandrie on ſe ſervoit, pour l'uſage civil des vingt-quatre heures inégales, & pour le calcul aſtronomique, de la diviſion du jour en 60 minutes, chacune en 60 ſecondes, &c. (*a*).

(*a*) *Voyez* l'Almageſte.

ECLAIRCISSEMENS,

DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE SECOND.

D'Hypparque & de ses Successeurs jusqu'à Ptolémée.

§. I.

Les premieres observations d'Hypparque furent des levers & des couchers d'étoiles. Il ne nous en est rien resté, si ce n'est ce que Ptolémée en a conservé dans son calendrier écrit en grec, traduit par le P. Petau (*a*). Hypparque y est cité pour des observations faites dans les climats de 13, 14 & 15 heures; ce sont les climats de Meroë, ville de l'Ethiopie, d'Alexandrie & de l'Hellespont. Hypparque observa donc vers l'Hellespont, ou vers 40 ou 41°; c'est à-peu-près la latitude de la Bythinie. On sait qu'il observa à Alexandrie, & si on ne veut pas penser qu'il ait passé le tropique, pour aller faire des observations en Ethiopie, on pourra croire qu'il a recueilli celles qui y furent faites de son tems.

Il a été appelé tantôt Bythinien, du nom de sa patrie, tantôt Rhodien, du nom de l'île où il avoit fait quelques observations. On a peine à comprendre comment Riccioli, trompé par ces deux surnoms, a fait deux astronômes du seul Hypparque : par le calcul des observations qu'il leur attribue, il trouve qu'ils étoient contemporains (*b*); c'étoit une raison de croire qu'il n'y avoit eu qu'un seul Hypparque, & il auroit fallu du moins produire les motifs qu'il avoit de penser autrement.

(*a*) Uranologion.

(*b*) *Almag.* Tom. I, p. XXXVI.

§. II.

Hypparque, après avoir déterminé la longueur de l'année, examina les différentes périodes qui lui étoient connues. Il remarqua que celle de Méton, qui, suivant Calippe, étoit en erreur d'un jour au bout de 76 ans, en supposant l'année de $365^j \frac{1}{4}$, étoit par sa nouvelle détermination, en erreur de 5^j au bout de quatre fois 76, ou de 304 ans; & que la période de Calippe, dans le même intervalle, ne s'écartoit du mouvement du soleil que d'un jour seulement: il s'ensuit qu'au bout de six siecles il y auroit eu deux jours de trop; c'étoit l'erreur de la fameuse période de 600 ans, suivant Hypparque (*a*). Nous ne croyons point qu'elle ait été inconnue à cet astronôme, quoiqu'on pense communément le contraire, & nous nous fondons sur un passage de Pline, que nous avons déjà cité. Pline dit qu'Hypparque avoit prédit pour 600 ans le cours du soleil & de la lune (*b*). pourquoi ce compte de 600 années, s'il n'avoit pas fait usage de l'ancienne période, en la corrigeant prr ses nouvelles déterminations, qu'il croyoit plus exactes? On a cru qu'il avoit composé des éphémérides pour cet intervalle de tems, mais Hypparque, ébauchant l'astronomie, étoit trop réservé pour hasarder une pareille entreprise (*c*). M. de Montucla pense avec raison que Pline avoit en vue les tables du soleil & de la lune, dont, par une défiance qui mérite des éloges, Hypparque borna sans doute l'exactitude à l'espace de 600 années.

§. III.

Nous sommes persuadés que cet astronôme n'auroit eu aucune confiance dans la durée de l'année déterminée de $365^j\ 5^h\ 55'\ 12''$ par l'observation des solstices, s'il n'avoit eu quelque autre raison pour la croire bonne. Nous avons été conduits à cette idée par un rapport assez singulier. Les Chaldéens avoient une année sidérale de $365^j\ 6^h\ 11'$; nous avons vu qu'Aristarque la faisoit de $365^j\ 6^h\ 10'\ 13$ ou $49''$ (*d*). Quand Hypparque eut découvert le mouvement des étoiles en longitude, ou la rétrogradation des points équinoxiaux & solstitiaux, il vit qu'il falloit distinguer deux révolutions du soleil, l'une à l'égard des étoiles, qui excede $365^j\ 6^h$, & qu'on peut appeler sidérale, l'autre à l'égard des équinoxes ou des solstices, qui est plus

(*a*) Ptolémée, *Almag. Lib. III*, *c.* 2.
(*b*) *Ibid. Lib. III*, *c.* 12.
(*c*) M. de Montuc. Hist. des mat. T. I, p. 273.
(*d*) *Suprà*, p. 449.

courte que $365^j\ 6^h$, & que nous nommons l'année tropique (*a*). En effet, en supposant le soleil en conjonction avec une étoile placée dans l'équinoxe, après une année, il reviendra à cet équinoxe avant de rencontrer l'étoile, qui s'est avancée le long de l'écliptique. La différence des deux années tropique & sidérale est donc le tems que le soleil emploie à parcourir l'espace dont l'étoile s'est avancée en longitude ; cet espace étoit de $36''$ par an, à raison d'un degré en cent ans, suivant Ptolémée, & sans doute suivant Hypparque. Cet astronôme aura conclu de ce rapport qu'il étoit possible de déterminer l'une de ces années par le moyen de l'autre : il aura pris la plus courte des deux années d'Aristarque, d'où retranchant $14'\ 37''$ que le soleil emploie à parcourir $36''$ de degré, il en aura conclu une année tropique de $365^j\ 5^h\ 55'\ 36''$. Appuyé par cette nouvelle détermination, il s'est cru autorisé à avoir quelque confiance dans celle qu'il avoit établie sur l'observation des solstices, & qui en differe infiniment peu.

§. IV.

Remarquons que Ptolémée, qui rechercha après Hypparque la longueur de l'année, & qui la trouva, comme lui, de $365^j\ 5^h\ 55'\ 12''$, a bien l'air d'avoir arrangé les observations en conséquence ; il auroit dû connoître l'erreur d'Hypparque ; il se sert de solstices éloignés de 571 ans, & d'équinoxes éloignés de 285 ans. Nous abandonnons la détermination par les solstices, comme trop douteuse ; mais en se servant des équinoxes, il n'auroit pas dû se tromper, comme Hypparque, de plus de $6'$: il faudroit supposer une erreur de $30^h\ 52'$ sur les deux observations, ou de $15^h\ \frac{1}{2}$ environ sur chacune. Nous avons peine à croire qu'on pût se tromper ainsi sur l'observation de l'équinoxe, On voyoit alors d'un jour à l'autre une différence très-sensible dans l'ombre projetée sur les armilles, & quand l'équinoxe n'arrivoit pas de jour, il devoit être toujours possible d'en estimer le moment à 6^h près ; c'est la précision que Ptolémée assigne lui-même à cette espece d'observation (*b*). Il ne devoit donc s'écarter tout au plus que de $3'$. Il est vrai que, comme Ptolémée le remarque, la position du cercle équatorial fixe pouvoit changer ; en outre, la réfraction horizontale, toujours variable, pouvoit encore produire quelqu'erreur, en accélérant l'équinoxe du printems, lorsqu'il arrivoit le soir ou le matin ; c'est sans doute en vertu de cette cause qu'Hypparque a vu deux fois éclairée dans

(*a*) Ptolémée. Almag. *Lib. III*, *c.* 2. (*b*) *Ibid.*

un même équinoxe la partie inférieure du cercle des armilles (*a*). Tout cela suffiroit bien pour justifier Ptolémée, si son résultat, sans être exact, étoit différent de celui d'Hypparque; mais il est le même, & on a de la peine à s'empêcher de croire que Ptolémée a fait prêter les observations pour les faire quadrer avec les déterminations d'Hypparque.

§. V.

En observant deux éclipses de lune arrivées près de l'epi de la Vierge, Hypparque crut s'appercevoir que la longueur de l'année n'étoit pas constante. Par l'une de ces éclipses, il trouva que l'étoile précédoit l'équinoxe de 6° 3′, & par l'autre seulement de 5° 5′; il en conclut que cette différence de position étoit due au soleil, dont il se servoit pour déterminer le lieu de l'étoile, & que les retours de cet astre, à la même distance de l'étoile, ne s'étoient pas faits en tems égaux. Cependant il avouoit lui-même, dans son livre *du changement des points équinoxiaux*, qu'il n'avoit jamais trouvé une quantité assez sensible pour établir cette variation. Il dit de plus qu'elle n'a jamais surpassé trois quarts de jour; ce seroit beaucoup : mais Ptolémée fait voir que la différence n'a jamais excédé les bornes des erreurs de l'observation (*b*)

§. VI.

Bouillaud remarque qu'Hypparque & Adraste (nous ignorons ce qu'étoit cet Adraste) ayant rejeté l'hypothèse monstrueuse des homocentriques, s'emparerent des excentriques & des épicycles, & en firent les fondemens de leur calcul. Ce qui fit adopter ces hypothèses à Hypparque, c'est la découverte de l'inégalité du soleil : il la représenta d'abord par un épicycle.

Soit (*fig.* 18) ABP l'orbite du soleil autour de la terre, qui est en C; soit l'épicycle KGS, & le soleil en S; pendant que le centre de l'épicycle A décrit le cercle ABP, le soleil S décrit l'épicycle KGS, & cela dans un tems égal. Le centre A de l'épicycle étant parvenu en B, le soleil est en D, il paroît moins avancé qu'il ne devroit l'être de la valeur de l'arc, ou de l'angle BCD, puisque par son mouvement uniforme, il devoit être vu en B, dans la direction CB. De l'autre côté, le centre de l'épicycle étant en H, le soleil est en M, & sa longitude est augmentée

(*a*) *Almag. Lib. III*, *c.* 2.
(*b*) *Ibid.* Mémoires de l'Académie des Sciences, 1702, p. 43.

de l'angle MCH, comme elle étoit diminuée en B. Il n'y a qu'en S & en N que le soleil soit vu dans le même point, ou dans la même direction où il seroit vu, si sa vîtesse étoit toujours la même; avec cette différence seulement qu'en S, il est plus éloigné de la terre C, qu'il ne l'est en N de toute la quantité du diametre de l'épicycle. Dans les positions intermédiaires, le centre de l'épicycle étant en P, & le soleil en O, l'inégalité, qui diminue, n'est plus représentée que par l'angle OCP. Il est clair qu'il ne s'agit, pour représenter les diminutions & les accroissemens de la vîtesse du soleil, que de déterminer la grandeur de l'épicycle, de maniere que l'angle BCD soit égal à la plus grande inégalité du soleil. Hypparque trouva que le rayon de cet épicycle devoit être au rayon du déférent comme 5 est à 120 (*a*).

Il représenta ensuite cette inégalité par un cercle excentrique.

Soit (*fig.* 19) AEBD l'écliptique, C le centre où est placée la terre; soit HNOM l'excentrique, l'orbite du soleil qu'il décrit uniformément, il est évident que du point C, le soleil rapporté à l'écliptique AEBD, paroîtra décrire la partie DAE, dans un tems beaucoup plus court que la partie DBE, puisque dans la premiere il ne décrira dans son orbite que l'arc MON, tandis que dans la seconde il décrira tout l'arc MHN. On conçoit que la proportion de l'inégalité dépend de la distance des deux centres qu'on appelle l'excentricité.

Il trouva l'excentricité CI de $2\frac{1}{2}$ parties, dont le diametre en contient 120. Il en résulte que la plus grande inégalité du soleil étoit de $2^{\circ}\ 23'$. Ensuite il ne fut pas difficile de distribuer cette inégalité relativement à chaque point de l'orbite du soleil, en supposant que le mouvement égal autour du point I, est vu par un œil placé au point C.

Les points S dans l'épicycle, & le point H dans l'excentrique, où l'inégalité est nulle, où le soleil est le plus éloigné de la terre, est l'apogée, que Ptolémée appelle le point de la plus grande longitude. Hypparque détermina qu'il étoit placé dans $5^{\circ}\ \frac{1}{2}$ des gémeaux, à $24^{\circ}\ \frac{1}{2}$ de distance du solstice d'été. Le point N dans l'épicycle, & le point O dans l'excentrique, où l'inégalité est nulle aussi, mais où le soleil est le plus près de la terre, est le périgée, que Ptolémée appeloit le point de la plus petite longitude (*b*).

(*a*) Ptolémée, *Almageſt*, *L. III*, *c.* 4. (*b*) *Almag. Lib. III*, *c.* 4.

Il

Il eſt bon de remarquer que Ptolémée donne toutes ces déterminations comme les ſiennes, mais elles ſont d'Hypparque; 1°. parce qu'Hypparque s'étant toujours ſervi du lieu du ſoleil comme d'un terme de comparaiſon, auquel il rapporte le lieu de la lune & des étoiles, avoit beſoin de tables où les mouvemens du ſoleil fuſſent repréſentés. 2°. Ptolémée n'y a pas même fait de corrections : ſi cela étoit, il n'auroit pas manqué de le dire, comme il a eu ſoin de le faire dans d'autres occaſions. Au contraire dans celle-ci, il dit expreſſément (*a*) que ſes déterminations ſont conformes à celles d'Hypparque. Elles appartiennent donc à cet aſtronôme.

§. VII.

Nous avons revendiqué en l'honneur d'Hypparque la découverte de l'équation du tems, quoique Ptolémée ne le cite point (*b*). Il nous paroît difficile qu'elle ait échappé à cet habile aſtronôme; nous avons d'ailleurs une raiſon déciſive que nous dirons dans ſon lieu.

Hypparque connut les deux cauſes d'inégalité, qui naiſſent & de l'inégalité même du mouvement du ſoleil dans l'écliptique, & de l'obliquité de ce cercle ſur l'équateur. Il dit que leurs effets ne ſont pas ſenſibles d'un jour à l'autre, mais qu'ils le deviennent, en s'ajoutant les uns aux autres pendant un certain nombre de jours. Il s'étoit fort trompé ſur la quantité de cette équation, qu'il faiſoit de 33′ 20″, ce qui, du tems où elle eſt ſouſtractive, au tems où elle eſt additive, pouvoit faire une différence de 1^h 6′ 40″.

L'équation du tems calculée aujourd'hui rigoureuſement, n'eſt qu'à-peu-près le tiers de cette quantité.

Ptolémée dit, & ſans doute d'après Hypparque, qu'elle eſt négligeable dans les obſervations, excepté dans celles de la lune. En effet dans l'ébauche des théories aſtronomiques, l'incertitude, même d'une heure, ne produiſoit que 2 à 3′ ſur le lieu du ſoleil, & moins ſur celui de quelques autres planetes; quantité à-peu-près équivalente à l'erreur des obſervations de ce tems. Quant à la lune, la différence pouvoit aller à 36′ ſur la longitude; il falloit y avoir égard : auſſi Ptolémée n'y manque-t-il pas dans les calculs qu'il nous a laiſſés.

Cette inégalité des jours ſeroit bien plus grande, ſi on comptoit le jour d'un lever ou d'un coucher du ſoleil à l'autre. Elle ne dépendroit plus de

(*a*) Almag. *Lib. III, c.* 4. (*b*) *Ibid.* c. 10.

l'ascension droite, mais de l'ascension oblique du soleil. Il y auroit encore un autre inconvénient : c'est que les ascensions obliques n'étant pas les mêmes dans les différens climats, & croissant avec l'obliquité de la sphere, l'équation varieroit en conséquence, selon les latitudes ; c'est ce qui décida Hypparque à compter le jour d'un midi à l'autre. *Hâc de causâ*, dit Ptolémée, *diei naturalis principium non ab ortu solis aut occasu, sed à meridie constituimus*, &c. Riccioli (*a*) pense qu'Hypparque commençoit le jour à minuit, ce qui reviendroit au même. Peut-être auroit-il voulu se conformer à l'ancien usage des Egyptiens : mais il est bien plus naturel de commencer le jour astronomique au moment, où on observe plus particulierement le soleil, dont le mouvement regle la durée du jour. Cette raison a dû guider Hypparque ; & d'ailleurs si Ptolémée eût fait quelque changement à cet égard, il n'auroit pas manqué de le faire remarquer.

§. VIII.

Hypparque, passant de la recherche des mouvemens du soleil à celle des mouvemens de la lune, trouva de grandes ressources dans l'astronomie & dans les périodes des Chaldéens. Nous avons vu (*b*) que leurs astronômes avoient deux périodes, l'une de $6585^j \frac{1}{3}$, pendant laquelle la lune faisoit 239 révolutions à l'égard de l'apogée, 242 à l'égard du nœud, & 241 révolutions, plus 10° 40′ dans le zodiaque, ou à l'égard d'une même étoile. La seconde période étoit celle de 19756^j, que l'on avoit obtenue, en triplant la premiere, pour éviter la fraction d'un tiers de jour. Ces périodes n'embrassent que des révolutions moyennes, que les Chaldéens connoissoient assez bien (*c*) ; Hypparque, pour les perfectionner, compara toutes les observations qu'il avoit recueillies avec les siennes, & il trouva que dans l'intervalle de 4267 mois, ou de 126007 jours & une heure, la lune faisoit 4573 révolutions à l'égard de son apogée, & 4712 révolutions moins $7° \frac{1}{2}$ à l'égard du zodiaque, ou des étoiles. Mais la latitude, & par conséquent les éclipses, ne reviennent les mêmes qu'au bout de 5458 mois, pendant lesquels la lune fait 5923 révolutions à l'égard de son nœud. Ce sont ces longues périodes, qui ont fait dire à Dominique Cassini (*d*), qu'Hypparque s'étoit servi d'observations très-anciennes. Hypparque trouva

(*a*) Almag. Tom. I, p. 34.
(*b*) Astron. anc. p. 139.
(*c*) *Ibid.* p. 371.
(*d*) Mém. Acad. Sc. T. VIII, p. 5 & 6.

encore une période de 251 mois pendant lesquels la lune faisoit 269 révolutions à l'égard de son apogée (*a*).

De tout cela on déduit ainsi ces différentes révolutions, telles qu'Hypparque les établissoit.

Révolutions de la lune.	*Suivant Hypparque.*	*Suiv. les modernes.*
A l'égard du soleil.	29 12 44′ 3″ $\frac{1}{4}$	29 12 44 3 (*b*)
De l'apogée.	27 13 18′ 34″ $\frac{2}{3}$	27 13 18 34
Du nœud.	27 5 5′ 35″ $\frac{4}{5}$	27 5 5 35
Du zodiaque.	27 7 43′ 13″	27 7 43 12

On voit qu'Hypparque avoit perfectionné les moyens mouvemens qu'il avoit trouvés établis chez les Chaldéens (*c*), & cet astronôme les avoit aussi bien déterminés qu'ils le sont aujourd'hui. Tout ce que nous avons pu faire sur ce point, a été d'égaler les anciens, qui avoient derriere eux une suite d'observations, laquelle n'existoit plus, ni aucune autre pareille, quand l'astronomie a recommencé chez nous. Observons encore que quelque petites que soient les différences de ces révolutions d'Hypparque aux révolutions que nous observons aujourd'hui, toutes ces différences sont en excès; elles sont par conséquent favorables à l'opinion, déja bien fondée, que le mouvement de la lune s'accélere.

§. IX.

Il est impossible qu'Hypparque ne soit pas l'auteur de la découverte de la parallaxe, quoique Ptolémée ne le dise pas expressément. Il n'auroit pu faire usage des observations de la lune affectées de cette erreur. On a vu que la lune lui servit à déterminer le lieu des étoiles : d'ailleurs il y a un passage de Pline où cet auteur semble avoir cette découverte en vue. *Post eos utriusque sideris cursum in sexcentos annos præcinuit Hypparchus, menses gentium, dies & horas, ac situs locorum, & visus populorum complexus* (*d*). Cette derniere phrase, *situs locorum & visus populorum complexus*, nous paroît évidemment désigner la parallaxe de la lune. De plus, Achilles Tatius (*e*) nous a conservé le titre d'un ouvrage qui confirme ce que nous avançons ici : c'étoit un traité des éclipses de soleil pour chacun

(*a*) Almag. *Lib. IV*, *c.* 2.
(*b*) M. de la Caille, Elémens d'astron, p. 306.
(*c*) Astron. anc. p. 371.
(*d*) Liv. II, c. 12.
(*e*) C. 19, p. 139.

des sept climats. Ces éclipses ne sont différentes, suivant les climats, que par la parallaxe. Quelqu'imparfait que pût être cet ouvrage, il prouve qu'Hypparque est l'inventeur des parallaxes, du moins à l'égard de Ptolémée, car le même passage cite deux autres astronômes inconnus, Orion & Apollinaris. L'ordre même de ces noms, tels qu'il les cite, Orion, Apollinaris, Ptolémée & Hypparque, où Hypparque est nommé le dernier, quoique venu avant Ptolémée, fait croire que cet ordre est renversé, & qu'Hypparque est réellement le premier.

§. X.

Hypparque, pour représenter l'inégalité de la lune, employa un épicycle; le problême étoit ici un peu plus difficile. Dans la théorie du soleil, la différence des intervalles, écoulés entre les solstices & les équinoxes, lui avoit donné tout de suite la plus grande inégalité: dans la recherche présente, chaque éclipse lui donnoit une quantité de cette inégalité, mais il ne pouvoit pas être assuré d'avoir observé la plus grande: voici comment il s'y prit pour y suppléer(*a*).

Il supposa (*fig.* 20) que tandis que le centre de l'épicycle étoit emporté autour de la terre T, & décrivoit le zodiaque en $27^j\ 7^h\ 43'\ 13''$, la lune tournoit dans l'épicycle, & dans le tems où les Chaldéens & lui-même avoient remarqué que l'inégalité se rétablissoit, c'est-à-dire, en $27^j\ 13^h\ 18'\ 34''$; & comme il supposoit ces deux mouvemens uniformes, il pouvoit assigner les arcs décrits dans un tems déterminé. Il choisit trois observations, & il supposa la lune en A, en B & en C. Connoissant le moyen mouvement, il avoit les angles ALB & BLC, qui sont la quantité du mouvement de lune dans l'épicycle entre les deux observations. Il avoit ensuite, par observation, les différences du mouvement vrai au mouvement moyen pour l'instant de ces trois observations: soient les différences représentées par les angles FTA, FTB, FTC, il connoissoit les différences ATB, CTB, & le problême se réduit à ceci. Trois lignes indéfinies TA, TB, TC, qui forment entr'elles deux angles donnés, coupent un cercle en trois points A, B, C, tels que les angles ALB, BLC sont donnés, trouver le rapport du rayon BL de ce cercle à la distance TL de son centre L au point T. Il est aisé de sentir que le problême est déterminé, & qu'il n'y a qu'un seul rapport entre BL & LT, qui puisse satisfaire aux conditions, & que ce rapport étant fixé, la plus grande inégalité est déterminée par l'angle BTL.

(*a*) Almag. *Lib. IV*, *c.* 6 & 11.

§. XI.

Il essaya de représenter aussi cette inégalité par un cercle excentrique. Le problême est à-peu-près le même. Etant donnés (*fig.* 21) les angles ACB, BCD des mouvemens moyens autour du centre C, & les angles AEB, BED des mouvemens vrais, vus du point E, trouver le rapport de l'excentricité CE au rayon du cercle CF.

Ces deux suppositions doivent donner les mêmes résultats; mais Hypparque se trompa dans le calcul. Il trouva par la premiere le rapport de $4\frac{46}{60}$ à 60, & par la seconde celui de $6\frac{15}{60}$ à 60. Il crut que la différence des résultats venoit des suppositions (*a*).; il concluoit en conséquence la plus grande équation de la lune de 4° 34′ par la premiere, & de 5° 49′ par la seconde. Mais Ptolémée fit voir depuis (*b*) qu'Hypparque, en calculant les éclipses qu'il avoit choisies, s'étoit trompé sur les intervalles qui les séparent, & quelquefois aussi sur les lieux correspondans du soleil, qu'il avoit supposés. Ptolémée y fait usage de la différence du tems vrai au tems moyen; & la preuve qu'Hypparque en avoit fait également usage, c'est que Ptolémée ne dit point le contraire; ce qu'il n'auroit pas manqué d'indiquer comme une source d'erreur: donc Hypparque est l'inventeur de l'équation du tems.

§. XII.

Hypparque, comme nous l'avons dit, s'occupa des parallaxes (*c*); il reconnut qu'elles étoient proportionnelles à la distance de l'astre à la terre; il alla même jusqu'à voir que ces parallaxes étoient le seul moyen de découvrir la proportion des distances; *en sorte qu'on ne pourroit connoître* la distance d'un astre, qui n'auroit point de parallaxe, ou pour lequel la terre ne seroit qu'un point. Voilà la base de la doctrine des parallaxes.

Soit (*fig.* 22) AB, le globe de la terre, L la lune, ou tel autre astre qu'on voudra, qui du point B est rapporté en C, & du point A en D dans le ciel étoilé, la parallaxe est l'angle ALB formé au centre de la lune par les deux rayons visuels ALB, BLC. On voit que plus le point L sera près de la terre, plus cet angle sera grand. On démontre qu'il est exactement proportionnel à la distance LE. Si la lune est en F, l'angle AFB de la parallaxe sera beaucoup plus grand que l'angle ALB. En éloi-

(*a*) Ptolémée, Almag. *Libro quarto*, *cap.* 11.

(*b*) *Ibidem*

(*c*) *Suprà*, p. 94.

gnant le point L de la terre, cet angle diminue, & en l'éloignant à une distance infinie, il arrive que les points A & B, vus de cette distance infinie se confondront, le globe AB ne paroîtra plus que comme un point, & tous les rayons visuels AL, BL étant comme parallèles, ne feront plus d'angle sensible. Il n'y aura donc point de parallaxe, & cette distance infinie se refusera à l'industrie humaine.

§. XIII.

Il suit de tout ceci que si l'on a les parallaxes de deux astres, on aura le rapport de leurs distances; ou que si l'on a différentes parallaxes du même astre, dans différentes circonstances, on aura le rapport des différentes distances de cet astre; ou réciproquement, par le moyen du rapport des distances, on aura celui des parallaxes. Il paroît qu'Hypparque n'a pas été plus loin, & qu'il n'a pas connu le moyen de les observer. La méthode nous a paru devoir être réservée & attribuée à Ptolémée (*a*) Faute de pouvoir l'observer directement, Hypparque la chercha, dit-on, par la parallaxe du soleil (*b*); & cela est d'autant plus singulier qu'il doutoit si le soleil avoit une parallaxe. Aussi tous les résultats qu'il obtint étoient-ils fort incertains. Il essaya par quelques conjectures d'estimer la distance du soleil à la terre. Nous présumons qu'il se servit d'une méthode à-peu-près semblable à celle dont Ptolémée a fait usage (*c*), & que cet astronôme a sans doute perfectionnée. Il y a apparence qu'il ne fut pas content de ses déterminations, puisqu'elles ne nous ont pas été conservées: d'ailleurs, il lui manquoit une épreuve nécessaire pour fonder sa confiance; c'étoit de pouvoir comparer les parallaxes, ainsi déduites du calcul, à celles qui affectent réellement les observations. Mais, outre qu'il n'a peut-être pas connu la méthode de les observer, il auroit fallu que la théorie de la lune fût assez avancée pour pouvoir calculer son vrai lieu par les tables, & le comparer à son lieu apparent dans le ciel; or la seconde équation de cette planete n'a été découverte que par Ptolémée: Hypparque laissa trop imparfaite la connoissance des mouvemens de la lune. Cet obstacle étoit insurmontable, & ce fut sans doute ce qui l'arrêta.

§. XIV.

On juge bien qu'Hypparque ne négligea pas l'observation des diametres;

(*a*) *Suprà*, p. 177.
(*b*) Almag. *Lib. V, c.* 2. Riccioli, Almag. Tom. I, 222.
(*c*) *Infrà*, Eclairc. Liv. IV, §. 10.

il faisoit celui de la lune de $33' \frac{1}{4}$, puisque Ptolémée dit qu'il le trouva de la 650e partie du zodiaque (*a*), & le diametre de l'ombre de la terre dans les moyennes distances de deux fois & demi le diametre de la lune. Ce diametre de $33' \frac{1}{4}$ étoit sans doute aussi celui des moyennes distances; car, selon Théon (*b*), il faisoit le diametre de la lune apogée de $30'$, & celui de la lune périgée de $35'$.

Ptolémée ne dit point qu'Hypparque eût mesuré le diametre du soleil; il n'est cependant gueres vraisemblable que cet astronôme y ait manqué, puisqu'il avoit inventé un instrument exprès pour cette espece d'observations. Mais on peut trouver la raison pourquoi il n'est pas question de la mesure de ce diametre. Aristarque avoit établi (*c*) que les diametres du soleil & de la lune sont en raison de leurs distances : ce qu'il faut entendre des diametres vrais, & ce qui suppose que les diametres apparens étoient égaux. Ptolémée dit lui-même que le diametre du soleil ne varie point, & qu'il est le même que celui de la lune dans la plus grande distance. Il y a donc apparence que cette assertion est d'Hypparque, & que, comme il étoit reconnu, depuis Aristarque, que les diametres apparens de ces deux astres étoient les mêmes, il suffisoit d'en mesurer un des deux, ou du moins de rapporter la mesure de l'un des deux. D'ailleurs Cleomede (*d*) dit qu'Hypparque faisoit le soleil 150 fois plus gros que la terre. Il n'étoit pas homme à se former cette opinion autrement que sur des observations. Proclus (*e*) dit formellement qu'il avoit observé l'un & l'autre de ces diametres, en quoi il avoit été suivi par Ptolémée.

§. XV.

L'INSTRUMENT inventé par Hypparque est appelé *dioptra*; c'étoit un angle formé par deux regles, longues de quatre coudées ou de sept pieds environ (*f*), dont l'une (*fig.* 23) AB étoit fixe sur deux autres regles BC, AD, jointes ensemble par une cinquieme regle DE. L'autre regle AC étoit mobile sur le centre A & sur la regle BC. En A, en B & en C étoient trois pinnules, & l'œil placé en A dirigeoit la regle mobile jusqu'à ce que les extrémités du diametre de l'astre fussent vues chacune par une des pinnules B & C (*g*). On voit que l'idée de cet instrument est due à celui

(*a*) *Almag. Lib. IV*, c. 9.
(*b*) Comment. sur l'*Almag.*
(*c*) *Suprà*, p. 452.
(*d*) *De mundo*, Lib. II, c. 1.
Riccioli, *Almag.* T. I, p. 126.
(*e*) *Hypothyp.* p. 397.
(*f*) *Infrà*, Eclairc. Liv. III.
(*g*) Proclus, *Hypothyp.* p. 399.

dont Archimede a fait usage (*a*) pour la même recherche. L'intervalle BC compris entre les pinnules, tient lieu du cylindre, & en regardant à la fois par les trois pinnules, on est sûr que l'angle BAC est celui qui est formé par les deux rayons visuels. Cela nous donne lieu de soupçonner qu'Hypparque pourroit bien être l'inventeur des pinnules. Il paroît certain que les pinnules n'existoient pas au tems d'Archimede, c'est-à-dire, 215 ou 220 ans avant J. C.; sans quoi cet habile homme les eût appliquées à son instrument, & n'eût pas eu besoin de la correction ingénieuse dont nous avons parlé. Hypparque florissoit entre 168 & 129 ans avant J. C.; l'invention des pinnules a donc suivi de près la mort d'Archimede, & peut être par conséquent due au génie d'Hypparque : car dans ce siecle, qui étoit plus capable de donner aux instrumens cette espece de perfection que le fondateur de l'astronomie ?

§. XVI.

Il est certain que les moyens mouvemens des planetes & leurs révolutions ont été bien connus d'Hypparque. Ptolémée ne rapporte point les observations sur lesquelles ces révolutions sont déterminées; & son silence à cet égard nous paroît une preuve que ces déterminations ne sont point de lui, mais d'Hypparque. En combinant les observations anciennes des apparitions, des stations & des rétrogradations des planetes, il reconnut qu'il s'écouloit entre deux apparitions d'une même planete un intervalle de tems, toujours à-peu-près le même, qui étoit la durée de sa révolution à l'égard du soleil. Voilà le résultat de ces combinaisons relativement aux cinq planetes.

	Nombre des révolutions.	Tems écoulé.			Durée de la révolution.		
		ans.	*jours.*	*heures.*	*ans.*	*jours.*	*heures.*
♄	57	59	1	18	1	13	2 $\frac{1}{4}$
♃	65	70	360	4	1	33	21
♂	37	79	3	4	2	49	23
♀	5	7	362	18	1	218	22
☿	145	46	1	1		115	22

Quant à l'autre révolution, pendant laquelle les planetes parcourent le zodiaque entier, tant qu'on a cru que Vénus & Mercure, qui s'écartent

(*a*) *Suprà*, p. 29.

peu

peu du soleil, tournoient autour de la terre, on a dû croire que leurs révolutions dans le zodiaque étoient égales à celle du soleil, c'est-à-dire, précisément d'un an. Ptolémée rapporte que Saturne en 59 ans 1^j 16^h faisoit deux fois le tour du zodiaque, & 1° 45′ de plus; Jupiter en 70 ans 360^j 4^h, six fois, moins 4° 50′; Mars en 79 ans 3^j 4^h, quarante-deux fois, plus 3° 10′ (*a*): d'où on peut déduire tout de suite le tems des révolutions de ces planetes à l'égard du zodiaque, que nous comparons en même tems avec celles que l'on trouve dans les élémens de M. l'Abbé de la Caille.

	Révolutions anciennes.		*Révolutions modernes.*	
♄	10748^j	16^h	10759^j	8^h
♃	4329	7	4332	12
♂	686	23	686	$23\frac{1}{2}$

§. XVII.

On est assez généralement persuadé aujourd'hui que c'est à Hypparque qu'est dû le catalogue des étoiles, conservé dans l'Almageste, & que Ptolémée, comme il le dit lui-même (*b*), n'a fait qu'ajouter, aux positions observées par cet astronôme, les 2° 40′ de différence qu'il y avoit entre ces positions & les siennes; Ptolémée parle à la vérité comme un homme qui a tout fait sur ses propres & seules observations. Il dit seulement qu'il a changé quelque chose aux figures des constellations des anciens, comme ceux-ci en avoient usé à l'égard de ceux qui les avoient précédés. *Formationibus quoque ipsis per singulas stellas, non iisdem penitùs (quibus & prisci) utimur, sicut neque illi antiquissimorum qui ante ipsos fuerunt* (*c*). Ceci prouve, pour le dire en passant, combien les figures des constellations ont subi de changemens par la succession des tems. *Prisci*, ce sont sans doute les premiers astronômes d'Alexandrie, ou peut-être les Chaldéens, qui ont fait des changemens à la sphere qu'ils avoient reçue des *antiquissimi*, qui ont précédé les Chaldéens. Au reste il ne faut pas toujours en croire la vanité de Ptolémée sur sa parole. On peut prouver qu'il s'est approprié, dans son grand ouvrage, bien des choses qui n'étoient point à lui. On voit qu'Hyparque étoit célebre par le dénombrement des étoiles au tems de Pline, qui vivoit 50 ou 60 ans avant Ptolémée; que le travail d'Hypparque y est designé par

(*a*) Ptolémée, Almag. *Libro nono, cap.* 3.

(*b*) *Ibid. Lib. VII, c.* 5.

(*c*) *Ibid.*

des détails qui le caractérisent ; ainsi nous le rendons à son véritable auteur.

Ulug-Beg, qui étoit plus près de la source que nous, n'attribuoit point à Ptolémée la description du ciel. *Ante Ptolemæum observata fixa* 1022, *quas Ptolemæus in suum Almagestum retulit* (*a*) C'étoit au moins l'opinion de ce tems-là. Le commentaire sur Aratus, attribué faussement à Eratosthenes, dit qu'Hypparque compta 1080 étoiles (*b*).

§. XVIII.

Il faut releguer au rang des fables ce que raconte Scaliger (*c*) d'un ancien Chrisipe totalement inconnu, qui compta les étoiles avant Hypparque, & qui en trouva 1058 : Scaliger ne cite aucune autorité. Remarquons que Pline (*d*) dit que les anciens comptoient 1600 étoiles dans les 72 constellations, qui partageoient le ciel. Ce nombre, beaucoup plus grand que celui des étoiles de l'Almageste, est fort singulier; nous ne pouvons rien statuer de positif à cet égard. Peut-être étoit-ce une ancienne tradition de quelque dénombrement des étoiles, fait dans les tems reculés & sous un ciel assez beau pour en distinguer un plus grand nombre. Hypparque, déterminant tout par des observations, ne tenoit aucun compte des traditions. Peut-être aussi Pline n'a-t-il parlé dans cet endroit que par estimation. Il savoit qu'Hypparque, à Alexandrie, ne pouvoit voir le ciel entier : il en a supposé davantage, pour y renfermer la partie du ciel qui n'étoit pas connue ; mais il faut avouer que la différence de 1022 à 1600 est bien considérable.

§. XIX.

Le catalogue de Ptolémée contient 48 constellations ; il paroît que celui d'Hypparque en contient 49. Pline dit (*e*) qu'il y en avoit 72. On a cru trouver une faute dans cet endroit de Pline (*f*). D'abord la correction de Scaliger est suspecte, par une considération fort naturelle. Pline compte 1600 étoiles, Ptolémée 1022 ; & puisqu'ils ne s'accordent point sur le nombre des étoiles, il n'est pas extraordinaire qu'ils ne s'accordent pas sur celui des constellations. En outre, nous ne voyons aucune nécessité de

(*a*) Préface des tables d'Ulug-Beg, p. 2.
(*b*) *In Uranologion*, p. 262.
(*c*) Notes sur Manilius, p. 62.
(*d*) *Lib, II*, c. 41.
(*e*) *Ibid.*
(*f*) Scaliger, *notes sur Manilius*, p. 62.

corriger le texte, parce qu'il y a une maniere simple d'expliquer la chose. Les anciens Chaldéens avoient partagé le ciel en 36 constellations (*a*), il paroît que par une autre division on en établit 48; c'est celle que nous a laissée Ptolémée, soit que cette division appartienne aux anciens Egyptiens, soit à Hypparque lui-même. Mais ces anciens Egyptiens partageoient chaque constellation du zodiaque en trois *decani* (*b*); ils en comptoient donc 36 au lieu de 12, & 36 hors du zodiaque faisoient les 72 dont Pline a fait mention. Comme ces *decani* étoient des subdivisions, Hypparque, ni Ptolémée n'ont point jugé à propos de les comprendre dans le nombre des constellations. Hypparque en comptoit une de plus, c'étoit la chevelure de Bérénice, constellation récente alors, formée par Conon (*c*).

Voici les constellations, suivant Hypparque, telles qu'on les trouve dans Geminus (*d*).

Il y en avoit 21 au nord de l'écliptique; la grande Ourse, la petite Ourse, le Dragon, le Bouvier, la Couronne boréale, Hercule ou l'Agenouillé, le Serpentaire, le Serpent, la Lyre, l'Oiseau ou le Cigne, la Fleche, l'Aigle, le Dauphin, *Præfectio Equi* ou le Cheval, Céphée, Cassiopée, Andromede, Persée, le Cocher, le Triangle ou le Delta, & la Chevelure de Bérénice.

12 Dans l'écliptique; le Bélier, le Taureau, les Gemeaux, l'Ecrevisse, le Lion, la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire, le Capricorne, le Verseau, les Poissons.

16 Au midi, la Baleine, Orion, le Lievre, le Fleuve, qui vient de l'urne du Verseau, le Fleuve d'Orion ou l'Eridan, le grand Chien, le petit Chien, le Navire, l'Hidre, la Coupe, le Corbeau, le Centaure, le Loup, ou, suivant Hypparque, la Lance que tient le Centaure, la Cassolette ou l'Autel, la Couronne australe, nommée aussi Uraniscus, &, suivant Hypparque, le Caducée & le Poisson austral. Dans ces deux planispheres, que nous avons fait graver planches VII & VIII, on trouve 23 constellations boréales, parce que Tycho restitua dans leurs places Antinoüs & la Chevelure de Bérénice, qui dans le catalogue de Ptolémée ne faisoient pas des asterismes à part. Dans l'hémisphere austral on trouve 44 constellations: savoir, les 15 d'Hypparque, en réunissant, comme ont fait les modernes, le Fleuve qui sort du Verseau avec le Verseau même; lorsque les

(*a*) Astron. anc. p. 138.
(*b*) *Ibid.* p. 160 & 496.
(*c*) *Suprà*, p. 43.
(*d*) *Cap. II.*

navigateurs descendirent, il y a deux cents ans au-delà de l'équateur, & vers le pôle austral, ils découvrirent de nouvelles étoiles inconnues aux anciens; les pilotes en formerent douze constellations, que les astronômes ont conservées : savoir l'Indien, la Grue, le Phénix, la Mouche, le Triangle austral, l'Oiseau de paradis, le Paon, le Toucan, l'Hydre mâle, la Dorade, le Poisson volant, le Caméléon; ces constellations furent observées en partie par Americ Vespuce. On y ajouta depuis la Colombe de Noé & la Croix. M. Halley y forma le Chêne de Charles, en mémoire du chêne qui avoit sauvé le Roi Charles II. Enfin comme toutes ces constellations laissoient encore de grands vides, M. l'abbé de la Caille, qui a décrit avec tant de soin cette partie du ciel invisible pour nous, & qui avoit droit d'y faire les innovations nécessaires, forma 14 nouvelles constellations, & il y consacra les instrumens des arts : 1. l'Attelier du sculpteur, 2. le Fourneau chimique avec l'alambic & le récipient, 3. l'Horloge, 4. le Réticule rhomboïde, 5. le Burin du graveur, 6. le Chevalet du peintre, 7. la Boussole, 8. la machine pneumatique, 9. l'Octant, 10. le Compas, 11. l'Equerre & la Regle, 12. le Télescope, 13. le Microscope, 14. une montagne du cap de Bonne-Espérance, nommée la Montagne de la table. Pour ne pas multiplier les planches, nous avons réuni tous ces changemens, qui n'ont été faits que successivement & depuis Hypparque. On compte encore quelques autres constellations, mais qui n'ont point été adoptées généralement; on les trouve indiquées dans l'astronomie de M. de la Lande (*a*). Nous en parlerons peut-être aussi dans les tems des astronômes qui les ont proposées.

§. XX.

On prétend qu'avant les astronômes d'Alexandrie, le Scorpion occupoit dans le zodiaque l'espace de deux signes, & qu'il n'y en avoit en tout que onze dans le zodiaque. Cette opinion est fondée sur quelques passages d'Aratus, d'Hygin, d'Ovide & de Martianus Capella. Ce dernier dit expressément qu'il n'y a que onze constellations, mais que le zodiaque est partagé en 12 parties, le Scorpion en remplissant une par son corps & occupant par ses serres l'espace, qui fait le signe de la Balance (*b*). Nous ignorons la raison, qui avoit pu introduire ce changement dans les signes.

(*a*) M. de la Lande, *Astronomie*, *art.* 714 & 715.

(*b*) *In nuptiis Philolog.* Lib. VIII, p. 282. Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. 401.

du zodiaque, établis primitivement au nombre de douze. Il eſt certain que la conſtellation des ſerres du Scorpion porte le nom de la Balance dans la plupart des langues anciennes, en perſan, en arabe, en ſyriaque, & en hébreu (*a*); il eſt certain que chez les Chaldéens, les Perſes (*b*), & les Indiens (*c*), le zodiaque étoit partagé en 12 ſignes & en 12 conſtellations, de la plus haute antiquité. L'ignorance des prêtres d'Egypte, le myſtere qu'ils affectoient dans leurs explications, les figures hyérogliphiques, qui ſont devenues à la longue peu intelligibles, ont pu être les cauſes de cette innovation. La Balance aura été omiſe dans quelques deſcriptions; on aura été obligé d'étendre la conſtellation du Scorpion, &, en lui donnant deux ſignes, d'en faire occuper un par les ſerres de cet animal. Hypparque, mieux inſtruit de l'aſtronomie ancienne, par les connoiſſances qu'il avoit tirées de la Chaldée, aura tout rétabli dans ſon état primitif, en replaçant la Balance dans le ciel. Mais l'ancien uſage a ſubſiſté encore quelque tems, & ce ſigne a conſervé les deux noms; en ſorte que l'on a nommé également les deux plus belles étoiles de cette conſtellation, les Baſſius de la Balance, ou les Serres du Scorpion.

§. XXI.

M. Halley a penſé que la différence remarquée par Hypparque entre la ſphere d'Eudoxe & la ſienne avoit pu le conduire à la découverte du mouvement progreſſif des fixes; mais 1°. il n'auroit point écrit ſon commentaire ſur Aratus, il n'auroit point cenſuré Eudoxe ſi aigrement, s'il eût deviné alors que les différences entre les deux ſpheres venoient d'un mouvement propre aux étoiles. 2°. Si l'on objecte qu'il n'a fait cette découverte que long-tems après avoir écrit ſon commentaire, comme cela eſt certain, on répondra que ſi cette découverte eût été faite par la comparaiſon des deux ſpheres, il n'auroit pas déduit le mouvement des fixes d'un degré en 100 ans, même en rapportant cette ſphere à des tems fort antérieurs à Eudoxe, c'eſt-à-dire, au tems de Chiron; car depuis Chiron juſqu'à Hypparque, il ne s'eſt écoulé qu'environ 1200 ans, & il auroit trouvé 15 à 16° de différence ſur la longitude des étoiles; ce qui lui auroit donné près d'un degré en 75 ans. D'ailleurs ce changement de 15 à 16° eût été

(*a*) Hyde, Commentaire ſur les Tables d'Ulug-beg, p. 40.

(*b*) Hiſtoire de l'Aſtron. anc. p. 492.

(*c*) *Ibid.* p. 487.

assez considérable pour décider pleinement la question ; au lieu qu'Hypparque douta lui-même du mouvement qu'il avoit découvert, il le proposa avec réserve, & il pensa qu'il falloit plus de tems pour s'en assurer (*a*). Rien ne prouve mieux que, même en découvrant le mouvement des étoiles, il regarda les différences, qui se trouvoient entre sa sphere & celle d'Eudoxe, comme autant de fautes de cet astronôme.

M. du Tems (*b*) a remarqué qu'un certain Timée de Locres, cité par Platon, (*c*) semble avoir connu avant Hypparque le mouvement des étoiles en longitude. Voici la traduction du passage grec. *Ea verò quæ ad motum alterius pertinent, intrà ab occidente ad orientem revertentur, & peculiari motu moventur.* Ce philosophe pouvoit avoir eu cette notion de l'Asie, où elle existoit long-tems avant l'école d'Alexandrie. Mais Hypparque n'en a pas moins fait la découverte ; on voit par la suite de ses idées que celle du mouvement des fixes ne lui a point été communiquée.

Comme il s'étoit écoulé environ 155 ans entre les observations d'Hypparque & celles de Timocharis, il auroit pu en conclure que le mouvement des étoiles étoit d'un degré en 77, comme le remarque M. Cassini ; ce qui auroit été plus exact que le mouvement établi depuis par Ptolémée ; mais Hypparque étoit sage, il ne se pressa pas de rien déterminer.

§. XXII.

On pourroit douter que le changement dans la maniere de déterminer le lieu des étoiles, en le rapportant à l'écliptique & non plus à l'équateur, appartint à Hypparque préférablement à Ptolémée, si l'on ne voyoit pas que Geminus, qui vivoit 60 ans après Hypparque, parlant de la division du zodiaque en 12 signes, ou parties égales, distingue les signes des constellations ou dodécatemories. Ainsi il fait bien voir que ces signes étoient des intervalles égaux, qui servoient à mesurer les distances en longitude (*d*); & si l'on regarde cette preuve comme peu concluante, on trouve encore que le même Geminus dit plus loin que les constellations boréales sont celles qui sont au-delà du zodiaque vers les deux Ourses, & les australes sont celles qui s'éloignent du zodiaque vers le midi (*e*). Il fait donc le

(*a*) Almag. *Lib. VII*, *c.* 1.

(*b*) Recherches sur l'origine des découvertes attribuées aux modernes, T. II, p. 159.

(*c*) *Timæus Locrensis*, *de animâ mundi*, *in editione Platonis*, *versione Serrani*, T. III, pag. 96.

(*d*) Geminus, c. 1.

(*e*) *Ibidem*, c. 2.

zodiaque, ou l'écliptique, le centre de cette division, & donne lieu de croire qu'il rapportoit les constellations, ou les étoiles à ce cercle.

§. XXIII.

Hypparque s'occupa de la détermination de la circonférence de la terre; il examina celle d'Eratosthenes, & il y ajouta, dit Pline (*a*), un peu moins de 25000 stades. On ne nous dit point ce qui le décida à faire une correction si considérable. Nous avons vu (*b*) qu'il y avoit une autre mesure de la terre de 300000 stades, dont on ne dit point l'époque; nous croyons qu'elle est postérieure à cet astronôme: mais quand elle seroit plus ancienne, on n'imaginera point que cet habile homme ait voulu prendre un milieu entre ces deux déterminations, l'une de 300000, l'autre de 250000 stades. Les deux erreurs que nous avons indiquées dans la mesure d'Eratosthenes, tendroient à la réduire & non à l'augmenter. Il faut donc que ce soit par d'autres moyens que ceux d'Eratosthenes, qu'Hypparque soit parvenu à établir la circonférence de la terre d'un peu moins de 275000 stades. Puisqu'on ne nous apprend rien de plus à ce sujet, nous allons tâcher d'y suppléer par une conjecture. Nous avons dit qu'à Syene dans la haute Egypte, & à 150 stades à la ronde, les corps ne jetoient point d'ombre le jour du solstice, il en résulte que l'espace de 300 stades répond sur la terre à l'espace qu'occupe dans le ciel le diametre du soleil; & cette remarque heureuse, qui nous semble très-digne du génie d'Hypparque, fournit un moyen de mesurer la terre: en effet il avoit établi le diametre du soleil de 30′ (*c*), ou de la 720ᵉ partie du cercle. En multipliant 720 par 300, il eut la circonférence de la terre de 216000 stades; mais par des raisons que nous ignorons, & qu'il importe peu de savoir, il ne jugea pas à propos d'employer le même stade qu'Eratosthenes, il se servit d'un autre stade que nous avons trouvé de 68 toises, 2 pieds, 10 pouces, 560 (*d*), qui est à celui d'Eratosthenes comme 4 est à 5. La circonférence de la terre devient donc de 270000 stades, il l'établit d'un peu moins de 275000, parce que sans doute il mesura, ou fit mesurer l'espace privé d'ombre à l'entour de Syene. Pline, Cléomede (*e*), Pausanias nous l'ont donné de 300 stades; mais ils n'ont sûrement pas prétendu à une exactitude rigoureuse. Hypparque, qui vouloit fonder une détermi-

(*a*) Geminus, *Lib. II*, p. 108.
(*b*) *Suprà*, p. 145.
(*c*) *Suprà*, p. 99.
(*d*) *Infrà*, Liv. III.
(*e*) Cléomede, Cyclic. Théor. *Lib. II*, *cap.* 1.

nation délicate, y aura mis plus de soin; il aura trouvé peut-être 305 ou 306 stades, qui lui donnerent 275000 stades pour la circonférence. Le degré est donc de 52311 toises, & en exceptant la premiere mesure attribuée aux Chaldéens (*a*), celle d'Hypparque est la plus mauvaise de toutes, quoique sa méthode fût ingénieuse, & tout-à-fait astronomique. C'est cette idée que J. Mazzoni renouvela; il en déduisit le degré de 625 stades (*b*), qui, s'ils étoient des stades alexandrins, comme Riccioli le suppose (*c*), donneroient un degré énorme. Les anciens, comme Pline, Plutarque, Cléomede, &c. n'entendoient rien aux stades; ils n'ont point su les distinguer. Tout devient clair & facile à expliquer par les proportions que nous établissons entre les stades (*d*). Cette diversité des stades n'est pas plus extraordinaire que celle des milles de l'Italie moderne (*e*).

M. Danville (*f*) suppose que la correction d'Hypparque fut purement géographique. Les distances itinéraires ne sont jamais en ligne droite: elles ont besoin par conséquent d'une réduction, qui est toujours un peu arbitraire; mais l'expérience des Géographes les guide. M. Danville suppose que la distance de Syene à Alexandrie étoit de 6250 stades, & qu'Eratosthenes la raccourcit d'un cinquieme, pour avoir la mesure directe & aërienne; il remarque que cette réduction a été employée par des géographes Arabes; ainsi la distance est réduite à 5000 stades. M. Danville trouve que la réduction ne devoit être que d'un huitieme; il pense qu'Hypparque a eu en vue cette réduction. En effet, en ôtant un huitieme de 6250, il reste 5469 stades, ce qui fait à peu-près un dixieme de plus qu'Eratosthenes n'avoit supposé, & peut avoir donné lieu à Hypparque d'ajouter un dixieme à la mesure de la terre par cet astronôme. Les lecteurs se décideront entre ces deux conjectures, dont l'une suppose que la correction étoit astronomique, & l'autre géographique. Au reste nous ne devons pas dissimuler que la correction faite par Hypparque à la mesure d'Eratosthenes n'est fondée que sur l'autorité de Pline. Strabon (*g*) semble dire au contraire qu'Hypparque & Eratosthenes étoient d'accord sur cette mesure. Strabon avoit fait une étude particuliere des ouvrages

(*a*) Hist. de l'astron. anc. p. 147.
(*b*) Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. 61.
(*c*) *Idem*, *Geog.* Lib. V, c. 1.
(*d*) *Suprà*, Liv. IV.
(*e*) Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. 62.
Geog. Lib. II, c. 8.
(*f*) Mém. Acad. Inscrip. T. XXVI, p. 97.
(*g*) Strabon, *L. II, p.* 113 édit. de 1620. Paris.
Mém. Acad. Insc. Tom. XXIV, p. 514.

de

de l'un & de l'autre ; il peut être plus croyable que Pline. Ce ne feroit pas le premier fait que le philofophe naturalifte auroit avancé légerement.

§. XXIV.

Les ouvrages qu'Hypparque avoit compofés étoient en affez grand nombre (*a*). Des traités 1°. de la grandeur de l'année (*b*) ; 2°. de la rétrogradation des points équinoxiaux & folftitiaux (*c*) ; 3°. de la grandeur & de la diftance du foleil & de la lune ; 4°. de l'afcenfion des 12 fignes ; 5°. de la révolution menftruelle de la lune ; 6°. des mois intercalaires, où il corrigeoit la période callippique (*d*) ; 7°. un traité des éclipfes de foleil pour chacun des fepts climats (*e*). Mais il faut bien remarquer qu'en citant Hypparque & Ptolémée, Achilles Tatius cite deux aftronômes totalement inconnus, Orion & Apollinaris. Hypparque étoit fans doute le premier, mais non le feul qui fe fût occupé de la parallaxe ; 8°. les obfervations de la longitude des étoiles, ou le catalogue que Ptolémée a augmenté pour compofer le fien ; 9°. des commentaires en trois livres fur les phénomènes d'Aratus & d'Eudoxe. Cet ouvrage eft le feul qui nous foit parvenu ; on le trouve dans l'*Uranologion* du P. Petau ; il eft peu intéreffant aujourd'hui. Il faut fe fouvenir, en le lifant, qu'Hypparque ne connoiffoit pas le mouvement des fixes quand il l'écrivit, & que la plupart des fautes qu'il releve viennent de ce mouvement ; 10°. une critique de la géographie d'Eratofthenes, & en particulier de fa mefure de la terre (*f*) ; 11°. Théon cite un ouvrage d'Hypparque en douze livres fur les cordes des arcs de cercle ; car on fait que les anciens employoient les cordes des arcs doubles au lieu des finus, qui font aujourd'hui en ufage (*g*). Ce que Ptolémée nous en a confervé dans le premier livre de l'Almageafte appartient fans doute à Hypparque, mais c'eft peu de chofe, & un petit extrait de l'ouvrage de ce grand homme.

§. XXV.

Geminus vient peu de tems après Hypparque. On foupçonne qu'il eft né à Rhodes, parce qu'il cite plufieurs fois le climat de cette ville. Le Pere

(*a*) Fabricius, *Bibliot. grec.* Liv. III. Weidler, p. 143.
(*b*) *Almag. Lib. VII, c.* 2.
(*c*) *Ibid.*
(*d*) Suidas *in Hypparcho.*
(*e*) Achilles Tatius, c. 19, p. 139.
(*f*) Strabon, *Lib. II, p.* 52.
(*g*) Hift. des Math. Tom. I, p. 275.

Petau pense qu'il a vécu à Rome, & que le nom de Geminus lui vient de quelque famille romaine dont il étoit peut-être l'affranchi, ou du moins le protégé (*a*). Ce seroit là qu'il auroit fait son commentaire sur Aratus, ou plutôt ses élémens d'astronomie. Il y donne une explication de la sphère, & il est le premier, qui ait traité l'astronomie d'une maniere méthodique & élémentaire. Il explique les divisions de la sphère céleste & terrestre, les mois, les années, le mouvement du soleil, de la lune, des planetes, les cycles luni-solaires, les éclipses, les différens levers & couchers des étoiles. Il est aussi le premier, qui ait distingué expressément les deux divisions du zodiaque en signes & en constellations (*b*) : les 12 signes égaux, comprenant chacun une douzieme partie de ce cercle, & commençant toujours à l'équinoxe du printems; les 12 constellations, occupant plus ou moins d'espace & souvent une partie du signe suivant.

§. XXVI.

Il faut remarquer dans la description que Geminus nous donne des cercles de la sphère, que les Grecs appeloient cercle arctique le plus grand des parallèles, qui est tout entier sur l'horizon, le cercle où sont enfermées les étoiles, qui ne se couchent point. Ils appeloient au contraire cercle antarctique, celui qui sous l'horizon embrasse les étoiles, qui ne se levent jamais (*c*). Nous avons changé cette dénomination, & nous appelons cercles arctiques & antarctiques, ceux qui placés à $23^\circ \frac{1}{2}$ des pôles de l'équateur, ont le plus long jour d'été de 24 heures. Il est encore remarquable que Geminus fait l'obliquité de l'écliptique de 24°; il est vrai que c'est en nombres ronds. Il donne de même la longueur du mois lunaire de $29 \frac{1}{2} \frac{1}{33}$ jours, & de l'année solaire de $365^j \frac{1}{4}$. D'où l'on voit qu'il n'a pas écrit pour les astronômes, mais que ce sont des élémens extraits de leurs ouvrages, où il n'a voulu donner que des à-peu-près.

On ne sait trop quel étoit le mois de Geminus; car, p. 31, il dit qu'il est de $29^j \frac{1}{2} \frac{1}{33}$; ce qui équivaut à $29^j\ 12^h\ 43'\ 38''$: puis, p. 36, il dit, *est enim tempus menstruum præcisè sumptum dierum* 29, *minutorum primorum* 31, *secundorum* 40, *tertiorum* 50, *& quartorum* 25. Cela a bien l'air de la précision; cependant cela ne donne que $29^j\ 12^h\ 40'\ 20'' \frac{1}{2}$; c'est-à-dire, presque 4 minutes de moins qu'il ne faut. Mais le mois de $29^j\ 12^h\ 43'\ 38''$ est précisément celui qu'Eudoxe avoit établi (*d*).

(*a*) *Uranologion, in præf.* p. 2 & 22.
(*b*) Geminus, c. I, p. 2.
(*c*) *Ibid.* c. IV, p. 14.
(*d*) Astron. anc. p. 237.

Geminus, en parlant du mouvement des planetes (*a*), qui est contraire au mouvement du premier mobile, ou des étoiles d'orient en occident, nous apprend que quelques philosophes avoient cru que ces mouvemens n'étoient contraires qu'en apparence. Ils donnoient pour exemple des corps, qui circuleroient autour d'un centre à différentes distances, le plus grand nombre avec une vîtesse égale, quelques-uns seulement plus lentement : ils disoient que ceux-ci, quoique marchant dans le même sens, paroîtroient avoir un mouvement propre, dans un sens contraire au mouvement des premiers. Geminus remarque avec justesse que cette supposition auroit été admissible, si le soleil & les autres planetes avoient décrit des parallèles à l'équateur, ainsi que les étoiles; mais que toutes ces planetes ayant un mouvement différent, par lequel elles s'éloignent de l'équateur vers les pôles, mouvement qui leur est propre & particulier, il étoit évident qu'elles se mouvoient dans un sens opposé à la révolution du premier mobile.

§. XXVII.

Geminus nous a laissé un de ces calendriers, où il rapporte les annonces des vents, des pluies, &c. liées aux levers & aux couchers des étoiles. Ces annonces sont fondées sur les observations de Calippe, Démocrite, Dorithée, Euctemon, Meton, Eudoxe, ou du moins sur les observations que ces astronômes avoient recueillies. Il ne cite point Hypparque, qui en avoit cependant fait de pareilles. Le calendrier de Geminus est traduit en latin dans l'Uranologion du P. Petau.

Geminus étoit encore l'auteur d'un ouvrage, qui ne nous est point parvenu, intitulé *Enarrationes geometricæ*. Proclus a puisé dans ce livre, & l'on pense que c'étoit un commentaire historique, une sorte de développement philosophique des découvertes géométriques (*b*).

§. XXVIII.

On est incertain du tems où a vécu Geminus. Le P. Petau (*c*), en se fondant sur certaines circonstances que cet astronôme raconte de la fête d'Isis (*d*), pense qu'il florissoit 75 ans avant notre ère; Guillaume Bonjurius 137 ans, en se fondant, comme lui, sur les mêmes circonstances (*e*),

(*a*) c. X, p. 43.
(*b*) Histoire des mathématiques, Tom. I, p. 276.
(*c*) *Uranologion*, p. 411.
(*d*) Geminus, c. VI, p. 33.
(*e*) *Acta eruditor.* an. 1697, p. 9.

M. de Montucla (*a*) a trouvé dans Simplicius (*b*) un témoignage positif à cet égard. Simplicius fait dire à Possidonius quelque chose d'après lui ; il étoit donc antérieur à ce philosophe, qui étoit près de mourir dans un âge avancé, vers 63 ans avant J. C. Il est certain que cet astronôme est plus jeune qu'Hypparque, puisqu'Hypparque est cité dans son ouvrage relativement au nom des constellations (*c*). Il est singulier sans doute que Geminus n'en parle pas davantage, & sur-tout qu'il ne dise pas un mot de la découverte mémorable du mouvement des fixes : mais Geminus ne paroît que médiocrement versé dans l'astronomie. Il est fort instruit de tout ce qui s'est fait dans la Grece du tems d'Harpalus, d'Eudoxe, &c. ; il paroît l'être fort peu des travaux de l'école d'Alexandrie. Souvenons-nous qu'Hypparque, n'avoit point annoncé une découverte décidée ; il pensoit qu'elle avoit besoin d'être confirmée par le tems. En conséquence elle pouvoit n'avoir pas une certaine publicité ; mais au reste tout cela peut se concilier. Geminus est plus ancien que l'an 63 avant J. C., où Possidonius vivoit encore. Le calcul de Bonjurius le place vers l'an 137. Hypparque a observé depuis 160 jusqu'en 125 ; il n'a découvert le mouvement des fixes que sur la fin de sa carriere. L'an 137 il pouvoit ne le pas connoître, & Geminus, s'il écrivit alors, n'a pu le citer. Ce seroit donc à l'époque de l'an 137 avant J. C. que nous placerions Geminus.

§. XXIX.

Vers l'an 52 avant l'ère chrétienne, on trouve (*d*) Théodose, auteur de trois livres sur les sphériques. Il avoit fait un traité *de habitationibus*, ou des phénomènes qui ont lieu à l'égard des habitans de la terre, suivant la position de la sphere céleste, ainsi qu'un ouvrage *de diebus & noctibus*, qui doit ressembler beaucoup à celui *de habitationibus*. Ces ouvrages nous restent ; ils ont été publiés en grec & en latin par Dasipodius (*e*) ; mais nous ne parlons point de Théodose comme astronôme : nous ne lui donnons place ici que comme l'auteur de la doctrine des sphériques, dont l'astronomie a toujours retiré les plus grands secours. Nous avons dit qu'Hypparque paroît avoir senti le premier la nécessité de la trigonométrie, & en avoir établi les premiers principes (*f*). Mais si Théodose est antérieur à l'ère chrétienne,

(*a*) Hist. des Math. Tome I, p. 276.
(*b*) *Lib. II*, physiq. S. 10.
(*c*) C. II, p. 12 & 13.
(*d*) Riccioli, *Almag.* Tom. I, XLV.
(*e*) *In sphericæ doctr. propos.* 1572.
(*f*) *Suprà*, p. 115.

comment Ptolémée n'en a-t-il point parlé dans le livre où il traite des cordes des arcs de cercle ? Cependant tout nous porte à le croire, & particulierement le cadran, qui avoit la forme d'une hache, inventé par Théodose (*a*); ce Théodose nous paroît devoir être l'auteur des sphériques, il seroit donc plus ancien que Vitruve. Au reste nous ne déciderons rien à cet égard (*b*).

§. XXX.

Nous avons dit que Possidonius estimoit de 400 stades la hauteur de l'atmosphere. C'est ainsi qu'on lit dans les anciens manuscrits de Pline, & non pas 40. On a fait cette correction, parce que Kepler & les astronômes du seizieme siecle n'estimoient pas que l'atmosphere s'étendît à plus d'une ou deux lieues. On crut en conséquence qu'il falloit lire 40 stades (*c*). Ajoutons que, suivant le récit de Macrobe, Possidonius pensoit que la mesure d'Eratosthenes, qui faisoit le soleil 27 fois plus grand que la terre, n'étoit pas exacte, & n'atteignoit pas à la véritable grandeur du soleil (*d*).

§. XXXI.

C'est à la suite de Possidonius que l'on doit placer Cléomede ; on pense qu'il a vécu avant l'ère chrétienne. Il est postérieur à Possidonius, puisqu'il cite souvent les opinions de ce philosophe, ainsi que celles de Pythagore, d'Eratosthenes, d'Hypparque, &c. S'il fût venu après Ptolémée, il l'auroit également cité. Son ouvrage est intitulé *cyclica theoria corporum cælestium*. Ce sont les élémens de la sphere & de l'astronomie ; il y traite des cercles & des zônes célestes, de la figure de la terre & de sa grandeur, ainsi que de celle du soleil & de la lune, de leurs distances à la terre, des éclipses, des planetes & de leurs orbites, &c.

Cléomede a vivement censuré Epicure, qui ne considérant point le soleil en philosophe, & ne jugeant que par ses yeux, ne croyoit pas le soleil plus grand qu'il nous le paroît (*e*). Cléomede établissoit, d'après Hypparque, le diametre du soleil à celui de la terre, dans le rapport de $5\frac{1}{3}$ à 1,

(*a*) *Suprà*, p. 75.
(*b*) Weidler, p. 147.
(*c*) *V.* le Pline du P. Hardouin, *in not. libri II*, n°. XXII.
(*d*) *Comment. Somn. Scipionis*, Lib. II, cap. 20.
(*e*) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 463.

puisqu'il dit que cet astre est cent cinquante fois plus gros que la terre (*a*).

Il se donne la peine de réfuter Berose le Chaldéen (*b*), sur la cause qu'il attribue aux éclipses de lune, cette planete ayant, selon ce très-ancien astronôme, une moitié de son disque lumineuse par elle-même, & l'autre obscure (*c*). Mais dans un siecle éclairé par Hypparque, où ce grand homme avoit posé les fondemens de la saine astronomie, il étoit plus qu'inutile de combattre les erreurs de Berose. On voit que Cléomede ressuscitoit des chimeres pour avoir l'honneur de les vaincre.

§. XXXII.

Ce fut dans l'année 45 avant l'ère chrétienne que se fit la réforme, & la quarante-quatrieme fut la premiere année julienne; l'équinoxe arriva le 25 Septembre, on prolongea l'année de 90 jours jusqu'à la nouvelle lune, qui suivit le solstice d'hiver; de façon que cette année eut 444 ou 445 jours (*d*). Les chronologistes l'appellent l'année de confusion. Solin (*e*) dit 244; mais il est clair que c'est par erreur.

Il paroît que Sosigenes s'y reprit à trois fois avant d'établir la forme de l'année julienne, & qu'il douta si elle étoit suffisamment exacte. *Sosigenes ipse tribus commentationibus, quanquàm diligentior esset cæteris, non cessavit tamen addubitare, ipse semet corrigendo* (*f*). Ce doute prouve qu'il sentoit la difficulté de l'entreprise, & naissoit sans doute de la connoissance qu'il avoit de la longueur de l'année fixée par Hypparque à $365^j\ 5^h\ 55'\ 12''$. Ces $4'\ 48''$ dont son année étoit trop longue, lui faisoient sans doute quelque peine; peut-être aussi connoissoit il quelques-unes des différentes années sidérales soit d'Aristarque ou des Chaldéens (*g*), que nous avons rapportées dans cette histoire. Peut-être balança-t-il si l'on devoit tenir compte de ces différences, incertain du choix qu'il y avoit à faire entr'elles, & de la maniere d'y avoir égard. Il prévoyoit que les $4'\ 48''$, dont l'année d'Hypparque étoit plus courte que son année julienne, dérangeroient l'ordre qu'il alloit établir. Mais elles ne devoient produire qu'un jour en 300 ans; il sentit qu'en y remédiant dès-lors, cela introduiroit dans le calendrier une com-

(*a*) Cléomede, *Lib. II, c.* 1.
(*b*) *Ibid.*
(*c*) Astron. anc. p. 136.
(*d*) Censorin, c. 20.
Macrobe, Sat. I, 14.
(*e*) *Memorabilia mundi*, Pars I.
(*f*) Pline, *Lib. XXIII*, 25.
(*g*) Histoire de l'Astron. anc. Liv. V, p. 149.
Suprà, Liv. I, p. 449.

plication, qui ne feroit ni reçue ni fuivie ; & il laiffa aux fiecles à venir le foin de corriger l'erreur quand elle feroit arrivée.

§. XXXIII.

On dit que Sofigenes avoit fait un commentaire fur le livre *de cœlo* d'Ariftote. Il s'eft efforcé de trouver la raifon & l'avantage des fpheres qu'Eudoxe & Calippe avoient entaffées dans leur fyftême (*a*). Cela donne lieu de croire que les épicycles & les déférens n'étoient pas établis, ni reçus d'une maniere décidée. Ils ne le furent que par l'Almageste de Ptolémée. Sofigenes fit quelques obfervations de Mercure, & reprit la théorie des planetes, où Hypparque l'avoit laiffée ; car il remarqua que cette planete fe mouvoit plus vîte dans la partie inférieure de fon orbite d'environ neuf jours, & que fe montrant, comme Vénus, tantôt le foir, tantôt le matin, elle ne s'éloignoit du foleil, dans fes plus grandes digreffions, que de 23° (*b*). On peut croire qu'il plaçoit Mercure plus près du Soleil que Vénus. Mais ne pourroit-on pas inférer de cette expreffion, *la partie inférieure de fon orbite*, que cet aftronôme, comme les anciens Egyptiens, faifoit tourner Mercure & Vénus autour du foleil. Il avoit composé un autre ouvrage *de revolutionibus* (*c*), fans doute des révolutions des planetes, qui eft perdu, comme fon commentaire fur Ariftote. Il paroît que Sofigenes avoit quelque connoiffance des éclipfes annulaires, ou du moins de leur poffibilité : car dans cet ouvrage des révolutions, il difoit que lorfque le foleil eft éclipfé dans fon périgée, le bord de fa circonférence échappe à l'ombre de la lune, & donne encore de la lumiere (*d*). Il en devoit réfulter une inégalité & une différence dans les diametres du foleil. Auffi Proclus combat-il le fentiment de Sofigenes, parce que la différence, trop petite pour être obfervée par les inftrumens, fut rejetée par Ptolémée.

§. XXXIV.

VARRON avoit fait un ouvrage intitulé *de Aftrologiâ* (*e*). Caffiodore rapporte fon idée fur la figure du monde, qui eft trop finguliere pour la paffer fous filence. *Mundi quoque*, dit-il, *figuram curioffimus Varro longæ*

(*a*) Simplicius, *de cœlo Comment.* 46.
(*b*) Pline, *Lib. II*, *c.* 8.
(*c*) Proclus, *Hypothyp.* p. 400.
(*d*) *Ibid.*
(*e*) Caffiodorus, *de difciplinis mathematicis*, *lib. de Aftron.* p. 579, édit. 1656.

rotunditati in geometriæ volumine comparavit, formam ipsius ad ovi similitudinem trahens quòd in latitudine quidem, sed in longitudine probatur oblongum. La partie de la terre connue avoit une forme oblongue, puisqu'elle étoit plus étendue de l'est à l'ouest que du nord au midi; mais les anciens n'en attribuoient pas moins la figure ronde à la terre. Qu'entendoit-il par le monde comparé à un œuf? Quelque prévention favorable que nous ayons pour l'astronomie des tems les plus reculés, nous ne pouvons supposer que l'applatissement de la terre ait été autrefois connu, & que cette connoissance quoiqu'oubliée, réduite à cette notion confuse & dénuée de preuves, ait été conservée jusqu'au siecle de Varron; cette connoissance tient à une théorie trop profonde, ou à des observations faites sur la terre à des distances trop grandes, pour qu'elles ayent été entreprises dans les tems anciens, où les communications étoient difficiles. Cette idée vient sans doute de la théologie payenne, qui apprenoit que le monde & tous les êtres étoient sortis d'un œuf (*a*). Les anciens représentoient la divinité productrice du monde par l'emblême d'un homme, de la bouche duquel sort un œuf (*b*). Les Chinois disent que le premier homme, nommé Puonzu, sortit d'un œuf (*c*). Toutes ces traditions, qui ne sont que des allégories, cachent sans doute des idées philosophiques; mais nous sommes venus trop tard pour les deviner; elles sont trop couvertes du voile de l'antiquité, & nous n'osons pas en chercher la source dans la connoissance de l'applatissement de la terre.

Varron paroît être le premier qui ait fait usage des éclipses pour régler la chronologie. Censorin (*d*) dit, en parlant de lui, *pro cæterâ suâ sagacitate, nunc diversarum civitatum tempora, nunc defectus, eorumque intervalla dinumerans, eruit verum, lucemque ostendit, per quam numerus certus non annorum modò, sed & dierum perspici potest.*

§. XXXV.

Nigidius Figulus étoit célebre par le savoir, quoiqu'astrologue (*e*). Il est cité pour avoir composé deux ouvrages, l'un de la sphere barbarique, l'autre de la sphere greque. Nous avons expliqué ce que les Grecs entendoient par spheres greque & barbarique (*f*). Au tems d'Eudoxe, il n'y

(*a*) Bayle, Dict. art. Arimanius, Rem. A.
(*b*) Porphyre, *apud Euseb. Præp. evang.* Lib. III, c. 2.
(*c*) *Martini*, Hist. de la Chine, T. I, p. 8.
(*d*) Censorin, *de die natali*, c. 21.
(*e*) Mém. Acad. Inscrip. Tom. XXIX, p. 190.
(*f*) Astron. anc. p. 507.

avoit

avoit qu'une ſphere unique, qui décrivoit l'état du ciel, pour le climat de la Grece. Quand l'obſervatoire d'Alexandrie fut établi, & illuſtré par les obſervations des Grecs, on connut un nouvel état du ciel, c'eſt-à-dire, des phénomènes différens, relatifs aux levers & aux couchers des étoiles. De-là naquit la ſphere d'Alexandrie, nommée ſphere barbarique. Les aſtronômes qui y obſervoient, n'étoient pas trop barbares en fait d'aſtronomie; les Grecs d'Europe étoient ſeuls ignorans, mais ils traitoient de barbares ceux mêmes de leurs compatriotes, qui leur étoient devenus étrangers, en s'établiſſant chez les Egyptiens. Au reſte, la gloire qu'ils acquirent étoit en effet étrangere à la Grece; cette Grece célebre n'a jamais rien produit dans ce genre. C'eſt la magnificence des Ptolémées & leur protection, qui développa le génie, & rendit leur ſiecle à jamais mémorable.

Il ne nous reſte des ouvrages de Nigidius que des fragmens recueillis par Rutgerſius (*a*), dans leſquels eſt un petit traité des préſages du tonnerre.

§. XXXVI.

Manilius écrivit ſon poëme ſous les dernieres années d'Auguſte, & dans le tems de la défaite de Varus, dont il parle à la fin de ſon premier livre. Cet ouvrage eſt diviſé en cinq livres: le premier traite de la ſphere & de l'étendue du monde; le ſecond & le troiſieme des étoiles fixes, & des conſtellations; le quatrieme de leurs préſages; le cinquieme renferme la deſcription de la ſphere égyptienne moderne. L'ouvrage de Manilius eſt peu recommandable par les connoiſſances propres de l'auteur, mais il a le mérite d'avoir conſervé quelques reſtes de l'ancienne aſtronomie, à la vérité gâtés & défigurés par l'aſtrologie.

Ce poëme fut le premier ouvrage aſtronomique imprimé. Regiomontanus le mit ſous la preſſe nouvelle à Virtemberg *in-folio* en 1473, & à Florence en 1474.

§. XXXVII.

Auguste avoit fait élever dans le champ de Mars un obéliſque, tranſporté de l'Egypte à Rome; cet obéliſque avoit 116 $\frac{3}{4}$ pieds romains, ou 105 $\frac{1}{4}$ de nos pieds de roi. On le voit encore renverſé & briſé. M. de la Lande en parle dans ſon voyage d'Italie (*b*). Il paroît qu'Auguſte eut l'intention d'en faire un gnomon, peut-être parce qu'il ſut que chez les nations antiques

(*a*) *Varia Lectiones*, L. III, c. 16, p. 246. (*b*) Tom. IV.

& savantes, l'obélisque avoit eu primitivement cet usage ; mais comme la pénombre étoit forte, & le terme de l'ombre difficile à déterminer, un nommé Manlius, à l'imitation, dit-on, de la figure de l'homme, ajouta en forme de tête, au haut de l'obélisque, un globe doré, dont la pénombre étoit égale de tous côtés. Le centre indiquoit la véritable hauteur ; c'étoit même la hauteur du centre du soleil. Mais outre que cet usage n'étoit pas nouveau, nous ne croyons point que, ni les Egyptiens, ni Manlius ayent connu ce dernier avantage des boules placées au haut des obélisques. Il paroît seulement qu'il eût l'intention d'éviter l'incertitude de la pénombre.

L'Académie des Belles-Lettres, consultée par l'Académie des Sciences, a répondu que Pline ne paroît pas avoir regardé Manlius comme l'inventeur des boules placées au haut des obélisques ; & que si cet usage a pu passer pour nouveau, ce n'étoit que pour Rome & pour l'Italie. Il est évident par le passage d'Appion, cité dans l'histoire de l'astronomie ancienne (*a*), que cet usage remonte au moins au tems de Moïse (*b*).

On a imaginé que ce Manlius étoit le même que le poëte Manilius. Riccioli & M. Weidler sont de cet avis ; & le premier pense que dans les manuscrits de Pline on a écrit Manlius pour Manilius, par contraction & par erreur ; mais le nom de Manilius ne se trouve point dans les Mss. anciens & authentiques de Pline : d'un autre côté Bentley, dans sa préface, nie cette identité ; il pense que Manilius fut un homme moins connu que ce Manlius cité par Pline ; car il remarque que son nom n'a été cité par aucun des anciens auteurs, auxquels il étoit sans doute inconnu (*c*).

§. XXXVIII.

On avoit placé sur un pavé de pierre (*d*), proportionné à la hauteur de l'obélisque, des marques gravées sur le cuivre, par lesquelles on observoit à midi le changement de la longueur de l'ombre, correspondant à l'augmentation ou à la diminution des jours. Le P. Hardouin pense que cet obélisque non seulement mesuroit la hauteur du soleil par la longueur de son ombre, mais encore servoit de cadran. Il dit qu'il y avoit des arcs décrits du levant au couchant, divisés chacun en douze heures, qui répondoient aux différens parallèles du soleil, & qui par leurs accroissemens, ou leurs diminut-

(*a*) Astron. anc. p. 321.
(*b*) Hist. Acad. Inscrip. T. III, p. 165.
(*c*) Riccioli, *Almag.* Tome I, p. XL. Weidler, p. 161. Bentley, *Manilius*, p. 11.
(*d*) Pline, *Lib. XXXVI*, c. 10.

tions, indiquoient les accroiſſemens ou les diminutions des jours. Cela peut bien avoir été ainſi ; mais le texte de Pline ne fait point mention de ces arcs. Le naturaliſte remarque que de ſon tems, & depuis 30 ans environ, cet inſtrument ne cadroit plus avec les phénomenes. Il examine aſſez philoſophiquement les cauſes, qui peuvent avoir produit ce changement ; ſoit, dit-il, que le cours du ſoleil ne fût plus le même, ou qu'il fût arrivé quelque changement dans le ciel ; ſoit que le centre de la terre eût été tant ſoit peu déplacé, comme quelques philoſophes, & lui-même, croyent avoir eu occaſion de le remarquer ; ſoit que ſeulement l'obéliſque eût été remué par un tremblement de terre ; ſoit enfin que ſes fondemens établis ſur le limon, dépoſé par les inondations du Tibre, euſſent ſubi quelques variations : ce qui ſeroit extraordinaire, puiſque la profondeur de ces fondemens étoit égale à la hauteur de l'édifice.

C'eſt ſous le regne d'Auguſte que, ſelon Théon, ceſſa en Egypte l'uſage de l'année vague. Ce fut la ſixieme année de ce regne. Cette année le commencement de l'année vague fut le 29 d'Août, & c'eſt pourquoi l'année fixe des Egyptiens modernes commence le 29 de ce mois (*a*). Les Grecs établis à Alexandrie avoient adopté l'année julienne ; mais les Egyptiens avoient encore conſervé l'année de leurs peres, juſqu'à cette époque.

§. XXXIX.

C. J. Hygin fut Eſpagnol, ou, ſelon d'autres, Alexandrin, d'où il fut, encore enfant, amené à Rome par Céſar. Il fut ami d'Ovide & de Caïus Licinius l'Hiſtorien, qui dit qu'il mourut pauvre (*b*). Il nous reſte de lui un ouvrage intitulé *Poëticon aſtronomicum*, en quatre livres. Le premier traite des parties du monde & de la ſphere ; le ſecond des conſtellations & de l'origine de leurs noms ; le troiſieme du lieu de ces conſtellations, les unes relativement aux autres, & du nombre des étoiles qu'elles renferment ; la quatrieme de la poſition des cercles de la ſphere à l'égard des conſtellations. Comme, en décrivant les conſtellations, il rapporte les fables dont leurs noms ſont dérivés, fables la plupart imaginées, ou du moins embellies par les poëtes, l'ouvrage a pris le nom d'aſtronomie poëtique.

Des 49 conſtellations d'Hypparque Hygin n'en fait que 41, parce qu'il confond 1°. le Serpentaire avec le ſerpent ; 2°. la chevelure de Bérénice

(*a*) Golius *ad Alfergan*, p. 48. Théon, *Comment. ſur l'Almag.* Lib. IV.

(*b*) Suetone, *de illuſtribus grammaticis*, Weidler, p. 162.

avec le Lion ; 3°. la Balance avec le Scorpion ; 5°. l'Eau qui vient du Verseau avec le Verseau même ; 6°. le Loup, ou la lance du Centaure avec le Centaure ; 7°. le Corbeau, la Coupe avec l'Hydre. Il ne parle point du tout d'Antinoüs ; ce qui semble prouver qu'il a vécu avant Ptolémée & le regne d'Adrien. Le dénombrement des étoiles, qu'il attribueaux différentes constellations, monte à 711.

On a douté si cet ouvrage étoit d'Hygin, qui fut affranchi d'Auguste, parce qu'en effet le style n'est pas digne du beau siecle de la langue latine. Mais tous les auteurs d'un siecle ne sont pas doués également de l'élégance, ni même de la pureté du style. Il est certain que l'auteur de ce livre a vécu depuis Conon, puisqu'il le cite : & il est probable qu'il a fleuri avant Ptolémée, puisque son dénombrement des étoiles ne s'accorde point avec celui de cet astronôme ; il compte 300 étoiles de moins. Ces connoissances n'ont pu être puisées qu'à Alexandrie, le catalogue de Ptolémée n'existoit donc pas ; Hygin l'auroit choisi comme le plus complet & le plus détaillé. L'ouvrage entier même fait voir un homme, qui n'est pas fort avancé dans l'astronomie ; il s'étend assez sur les positions relatives des constellations, mais il ne dit que très-peu de chose des planetes. S'il eût vécu après Ptolémée, il en auroit su davantage.

Il est remarquable que sur le dénombrement des étoiles & sur les noms des constellations, il cite beaucoup Eratosthenes, & ne dit pas un mot d'Hypparque. Observons que ce dénombrement des étoiles d'Hygin s'accorde mieux avec celui d'Eratosthenes qu'avec celui d'Hypparque & de Ptolémée. Eratosthenes n'a compté que 675 étoiles. Il semble que ce soit le seul auteur consulté par Hygin.

§. XL.

M. Vitruve Pollion, célebre architecte du siecle d'Auguste, doit être cité ici, non comme astronôme, mais pour ses connoissances astronomiques. Dans son grand ouvrage il traite de la méthode de tracer la ligne méridienne des gnomons, du monde, des planetes, de la révolution de Vénus & de Mercure autour du soleil, des stations & des rétrogradations des planetes. C'est-là qu'il dit (a) : *Ergò potius ea ratio nobis constabit, quod fervor, quemadmodùm omnes res evocat & ad se ducit, eâdem ratione solis impetus vehemens, radiis trigoni formâ porrectis, insequentes stellas ad se*

(a) *Archit.* Lib. IX, c. 5.

perducit, & antecurrentes, veluti refrenando retinendoque, non patitur progredi, sed ad se cogit regredi, & in alterius trigoni signum esse. Ces paroles, qui exprimeroient assez bien l'effet de la force attractive du soleil, par laquelle il maîtrise & retient les planetes dans leurs orbites, ne doivent être appliquées cependant qu'aux rétrogradations des planetes, que quelques anciens (*a*) expliquoient par l'action d'une force qu'ils donnoient aux rayons du soleil dans certains aspects. Mais ils étoient fort embarrassés d'expliquer comment ces rayons n'avoient plus de force, ni d'effet dans tout autre aspect. Ce que dit Vitruve ne prouve donc rien autre chose, sinon qu'il n'avoit pas entendu parler des épicycles, qui expliquoient beaucoup mieux ces rétrogradations, & qui avoient cependant été enseignés, long-tems avant Vitruve, par Apollonius de Perge & par Hypparque.

§. XLI.

L'IGNORANCE de l'astronomie à Rome étoit telle que Vitruve, quelque éclairé qu'il fût d'ailleurs, écrit que la révolution de la lune autour du soleil est de 28 jours & un peu plus d'une heure, parce qu'on étoit encore alors dans le préjugé qu'elle faisoit 13 révolutions dans une année (*b*). Il établissoit les révolutions des autres planetes d'une maniere qui n'étoit pas beaucoup plus exacte. En voici la comparaison avec celles d'Hypparque.

		Vitruve.		*Hypparque.*
☿		360j		365j.
♀		485		365.
♂		683		687.
♃	11a	363	11a	315.
♄	29.	160	29	157. (*c*)

Il y a ici beaucoup d'ignorance, ou des fautes de copistes.

On peut conclure de ce que Vitruve ne parle point du mouvement des fixes, qu'il ignoroit les découvertes d'Hypparque. Il ignoroit également les révolutions des planetes que cet astronôme avoit déterminées. Nous jugeons en conséquence que les révolutions rapportées ici, sont celles qui furent connues avant Hypparque. Celle de Saturne est la plus exacte, parce que ce fut la planete que les Chaldéens observerent le plus assidûment. (*d*). Les

(*a*) Pline, *Lib II*, *c.* 15.
Riccioli, *Almag.* T. I, p. 648.
(*b*) *Archit.* Lib. IX, c. 4.
(*c*) *Ibid.*
(*d*) Histoire de l'Astron. anc. Eclairç. p. 362.

observations étant plus multipliées, les résultats furent meilleurs. Si les anciens eussent appliqué à ces planetes la méthode de partager l'erreur à un grand nombre de révolutions, il n'y auroit pas eu près de cinquante jours d'erreur sur la revolution de Jupiter.

Vitruve dit que l'étoile polaire est une des étoiles du Dragon, étoile qui est fort lumineuse, & placée près de la tête de la grande Ourse. L'étoile la plus près du pôle alors, étoit au mufle de la Giraffe; on la voyoit en 1669, suivant le catalogue d'Hévélius, dans 24° 43′ 10″ de longitude, avec une latitude de 64° 12′. Elle a donc dû se trouver dans le colure des solstices, l'an 122 avant J. C. Il est vrai que cette étoile n'est marquée que de la cinquieme grandeur; & que même, quoiqu'elle soit encore sur les planispheres de Flamsteed, elle ne se trouve point dans le grand catalogue britannique. Il n'y a pourtant que celle-là qui puisse avoir été polaire alors : λ du Dragon n'a jamais pu approcher du pôle qu'à plus de 9°, & nous avons dit que κ n'a pu être polaire que vers le quatorzieme siecle avant J. C. (*a*). On pourroit donc conclure que Vitruve avoit en vue cette étoile de la Giraffe, & qu'elle auroit diminué de grandeur depuis, s'il n'étoit pas plus naturel de supposer que Vitruve suivoit quelqu'ancienne tradition, qui portoit qu'on avoit vu une belle étoile au pôle : car Hypparque dit positivement qu'il n'y a aucune étoile au pôle (*b*). Dans tout l'Almageste il n'est point question de l'étoile polaire. On peut soupçonner même qu'Hypparque n'eût pas dit la chose si positivement, s'il y avoit eu au pôle une étoile de la cinquieme grandeur. D'où il s'ensuivroit que l'étoile du mufle de la Giraffe, qui existoit du tems d'Hévélius, n'existoit pas au tems d'Hypparque, ou n'étoit pas visible, comme elle ne l'est plus aujourd'hui sans doute.

§. XLII.

Vers le commencement de l'ère chrétienne, Germanicus Cesar, petit-fils d'Auguste, traduisit en vers latins le poëme d'Aratus, l'orna de commentaires, & le dédia à Auguste déjà vieux. Le dénombrement des étoiles que l'on trouve dans ces commentaires, monte environ à 710 étoiles. Il est donc assez semblable à celui d'Hygin : on peut remarquer qu'Hypparque n'y est point cité. Germanicus César ne compte que 44 constellations; la Fleche, la Couronne australe, Procion, le Serpent & la Chevelure de Bérénice sont confondues avec les autres constellations. Il ne faut point dire, comme

(*a*) Astron. anc. p. 511.

(*b*) *Comment. ad Arat.* Lib. I, p. 179.

Riccioli, qu'il a omis Antinoüs; car Antinoüs & Adrien n'ont vécu que cent ans après Germanicus César (*a*). Indépendamment de l'honneur qu'un Prince se fait en cultivant les sciences, il donne une haute idée de son caractere & de sa sagesse. Dans l'âge des plaisirs, dans le rang qui les favorise, l'homme, qui cultive son esprit, n'a pas le cœur corrompu; les passions n'y ont point établi leur empire, puisqu'il a le goût des choses utiles: & comme auprès du trône il employa son loisir à l'étude des lettres, sur le trône il n'eût été occupé que du bonheur des peuples. Aussi Germanicus, qui eût sans doute rempli cette espérance, fut-il regretté universellement, & honoré de ces larmes précieuses, qui ne coulent que pour les Rois qui sont des hommes.

§. XLIII.

On cite, sous le regne de Néron, un Andromaque de Crete, premier médecin de ce Prince, qui inventa des théories des planetes. Nous ignorons en quoi elles consistoient; Clavius & Fabricius, qui les citent (*b*), ne donnent pas d'autres détails, & n'alleguent aucune autorité ancienne & positive. Mais nous avons cité Séneque, dont les ouvrages philosophiques renferment plus d'astronomie, plus de connoissances & de vues qu'on n'en trouve dans tous les auteurs ensemble depuis Hypparque jusqu'à lui. Il est fâcheux que des idées si saines soient gâtées par la croyance à l'astrologie judiciaire. *Le sort des peuples*, dit-il, *dépend des plus legers mouvemens des planetes; les succès & les revers arrivent selon la marche d'un astre favorable ou contraire* (*c*). Cette influence qu'il accorde aux planetes, il l'étend jusqu'aux étoiles fixes: *les Chaldéens*, ajoute-t-il ailleurs, *ont connu par observation l'influence des planetes; mais quelle est la source de l'erreur des prédictions, si ce n'est d'avoir borné à un si petit nombre d'astres le pouvoir qui s'étend à tous* (*d*)?

§. XLIV.

Sous le regne de Domitien on trouve un astronôme, nommé Agrippa, qui fit quelques observations dans la Bithynie. Ces observations sont citées par Ptolémée (*e*). Ménélaüs fut encore un autre astronôme, cité également par Ptolémée (*f*), qui observa à Rome dans le même tems. L'un & l'autre

(*a*) *Almag.* Tom. I, p. 410.
(*b*) Weidler, p. 172.
(*c*) *De consolat. ad Marcian.* c. 18.
(*d*) *Quæst. natur. II*, 32.
(*e*) *Almag. Lib. VII*, c. 3.
(*f*) *Ibid.*

obſerverent quelques appulſes & quelques occultations des étoiles par la lune. Ménélaüs compoſa un traité des ſphériques en trois livres, qui nous eſt parvenu, & que le P. Merſenne a publié (*a*). Ce Pere croit que Ptolémée y a pris ce qu'il a donné ſur la trigonométrie ſphérique dans ſon Almageſte. Ainſi en comptant Hypparque & Théodoſe, voilà le troiſieme auteur de ce genre qu'il auroit dû citer. Les deux livres des ſphériques de Ménélaüs ont été traduits en latin & publiés par le P. Merſenne *in*-4°. à Paris en 1644.

Millœus, géometre de Rome, ſelon Auguſtin Riccius (*b*), a fait des obſervations des étoiles, & rapporté leur lieu à l'écliptique, la premiere année de Trajan, ou l'an 98, 41 ans avant Ptolémée, qui n'a fait qu'ajouter, ſelon Riccius, 25′ aux poſitions de Millœus. Ce fait n'eſt cité nulle autre part. Cependant Riccius fait mention pluſieurs fois de ce Millœus; il rapporte même une de ſes obſervations de la boréale des trois, qui ſont au front du Scorpion, étoile qu'il place dans 5° 55′ de ce ſigne. Ptolémée donne en effet 25′ de plus, en la plaçant dans 6° 20′. Millœus ſeroit-il le même que Ménélaüs?

On trouve à la fin du premier, ou au commencement du deuxieme ſiecle de l'ère chrétienne, le vieux Théon de Smyrne, philoſophe platonicien. On l'appelle le vieux, pour le diſtinguer de celui qui commenta l'Almageſte de Ptolémée, & qui eſt poſtérieur. Il paroît que celui dont il eſt queſtion ici, étoit, ainſi que Ménélaüs, contemporain de Plutarque, puiſque ce philoſophe les introduit comme interlocuteurs dans ſon livre *de facie in orbe lunæ*. Théon avoit compoſé un abrégé des mathématiques en quatre livres, qui traitoient de l'arithmétique, de la muſique, de la géométrie & de l'aſtronomie. Nous n'avons point ce dernier; Bouillaud en a retrouvé un très-petit fragment que nous avons cité (*c*). Cependant Voſſius aſſura à M. Bouillaud que le traité de l'aſtronomie exiſtoit en entier à Milan dans la bibliotheque Ambroiſienne (*d*). Il ſeroit à ſouhaiter qu'on viſitât avec ſoin les bibliotheques, qui peuvent recéler ces reſtes précieux de l'antiquité. Si les ſciences, dans l'état où elles ſont aujourd'hui, n'ont rien à y gagner, l'hiſtoire de l'aſtronomie y trouveroit peut-être bien des renſeignemens utiles.

(*a*) *Synopſis. mathem.* p. 204.
(*b*) *Tract. de motu octavæ ſphæræ*, p. 31.
(*c*) Hiſt. Aſtron. anc. p. 333.
(*d*) Weidler, p. 175.

ECLAIRCISSEMENS,

DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE TROISIEME.

De la mesure de la Terre par les Anciens, & de leurs mesures itinéraires

§. Premier.

Il est probable, comme nous l'avons fait voir, que les quatre mesures de la terre d'Aristote, de Cléomede, de Possidonius & de Ptolémée ne sont qu'une seule & même mesure, exprimée en stades différens : & de cette supposition nous avons déduit quatre stades, qui sont entr'eux comme les nombres 9, 12, 15 & 20. Ces quatre stades, formés de coudées égales, en contiennent 180, 240, 300 & 400. Nous allons ajourer aux preuves que nous avons déjà données, quelques recherches sur les mesures des anciens, qui nous fourniront des lumieres & de fortes probabilités. Ces détails ne paroîtront point étrangers à la matiere que nous traitons, s'ils donnent un nouveau degré d'évidence à l'identité des quatre mesures de la terre, & en général à l'identité des mesures des anciens peuples. Cette découverte ne peut que jeter un très-grand jour sur l'origine des peuples & des sciences. Si la plupart de ces peuples ont eu des mesures semblables, c'est qu'ils tenoient leurs institutions de la même source : si ces mesures appartiennent à un systême mieux lié & plus étendu que celui de toutes les mesures connues, c'est que ce systême est l'ouvrage d'un peuple savant, policé & puissant.

§. II.

Nous avons d'abord une preuve de fait qu'il y avoit eu plusieurs mesures de la terre, qui étoient conformes, ou à-peu-près égales. Ptolémée,

en rapportant la mesure du degré de 500 stades, ajoute expressément ; *id verò confessis dimensionibus consonum est* (*a*) ; ce qui semble vouloir dire que cette détermination est conforme, non seulement à une mesure de la terre, mais encore à plusieurs précédemment établies. Deux de ces mesures en particulier, savoir celle de Ptolémée de 180000 stades, & celle de Possidonius de 240000, ont déjà été reconnues pour identiques ; du moins Riccioli (*b*), M. Freret (*c*), ne s'éloignent pas de les regarder comme telles. Strabon (*d*) dit que la mesure de 180000 stades fut *choisie* ou *approuvée par Possidonius* ; elle existoit donc deux siecles avant Ptolémée, c'est l'époque de Possidonius. Cette mesure est donc identique à celle de ce philosophe ; puisqu'il avoit mesuré la terre lui-même, il n'eût point choisi une autre mesure, il auroit préféré la sienne. Quand Strabon dit qu'il a choisi ou approuvé celle de 180000 stades, cela signifie qu'il l'a jugée bonne, & que c'est celle-là même qu'il a employée, quoique travestie par un stade différent. En rapprochant ces passages des anciens auteurs, on trouve encore une preuve démonstrative de l'identité de ces deux mesures. Cléomede (*e*) dit que la distance de Rhodes à Alexandrie est de 5000 stades, & qu'on en déduit la circonférence de la terre de 240000 stades ; Strabon & Pline (*f*) disent que cette distance est de 3750 stades, d'où résulte le degré de 500 stades ; & la circonférence de 180000. Il est clair qu'il est question de deux stades différens pour exprimer la même distance, que ces stades étoient dans le rapport de 3 à 4, comme les deux mesures de la terre, & que ces deux mesures sont identiques. Ces mesures ayant également pour base la distance de Rhodes à Alexandrie, & cette base étant celle dont Possidonius s'est servi, il est clair que les deux mesures ne sont que la mesure même exécutée par ce philosophe.

§. III.

La grande coudée de 20, 544 pouces est le drah, ou le nilometre du Caire ; elle y a été mesurée avec soin. M. Freret a prouvé qu'elle n'avoit point varié depuis Sésostris (*g*). Le docteur Arbuthnot évalue la coudée des Hébreux à 21, 888 pouces (*h*) ; ce sont sans doute des pouces anglois,

(*a*) *Geog.* Lib. I, c. 2.
(*b*) *Geog. refor.* Lib. V, c. 8, §. 5.
(*c*) Mémoires Acad. Inscr. Tom. XXIV, p. 518.
(*d*) *Geogr.* Lib. II.
(*e*) Cléomede, *Cyclic. theor.* Lib. I. c. 10.
(*f*) Strabon, *Geog.* Lib. II. Pline, *Lib. V*, c. 31.
(*g*) *Suprà*, p. 146.
(*h*) Encyclop. art. *coudée*.

lesquels réduits suivant la proportion du pied anglois au pied de roi françois, 107 à 114 (*a*), donnent encore précisément 20,544 pouces. Le docteur Cumberland évalue cette même coudée des Hébreux à 21,750 pouces (*b*); mais cette évaluation s'éloigne infiniment peu de celle du docteur Arbuthnot. Le prophete Ezechiel dit que la coudée hébraïque est égale à une coudée babylonienne, plus un palme (*c*).

Avant d'aller plus loin, il faut connoître cette derniere coudée; nous en trouverons des indices chez les Perses & chez les Arabes. Un auteur Persan nous apprend que la coudée de Babylone avoit 32 doigts (*d*); c'est déjà une ressemblance avec celle du Caire. Nous avons vu qu'en supposant que les 180000 stades de la mesure de la terre fussent des stades alexandrins de 114 toises $\frac{4}{30}$, & en supposant que cette mesure fût identique à celle des Persans de 8000 parasanges, il en résultoit que la coudée de ces derniers étoit précisément de 20,544 pouces, comme celle du Caire (*e*). Chez les Arabes, un auteur géodesique, cité par Golius (*f*) nous a donné quelques détails sur leurs mesures. La coudée originaire avoit 24 doigts; la coudée haschemite en avoit 32: elle étoit aussi appelée royale, parce qu'elle avoit été établie du tems des Perses, qui vivoient sous des Rois. Il est donc naturel de penser que ces trois coudées du Caire, des anciens Perses & des Arabes, chacune de 32 doigts, sont identiques.

Les Arabes, ajoute le même auteur, avoient encore la coudée noire, qui portoit ce nom, parce que Almamon s'étant fait présenter plusieurs modeles de coudées, il choisit celle d'un esclave noir comme la plus grande, & il en ordonna l'usage. Cette coudée avoit 27 doigts, & sept de ces coudées, plus un neuvieme, valoient six coudées haschemites. Remarquons que cette coudée, quoique présentée à Almamon, & établie par ce Calife, n'étoit point nouvelle, c'est une fable de l'auteur Arabe. Hérodote, parlant des murs de Babylone, les évalue aux coudées royales, qui, dit-il, étoient plus grandes de trois doigts que la coudée greque (*g*). Il est évident que cette coudée est la coudée noire de 27 doigts, qui seulement avoit changé de nom en passant des Perses aux Arabes. La coudée greque est la coudée ordinaire de 24 doigts.

(*a*) M. Leroy, *Ruines de la Grece*, p. 54.
(*b*) M. Damville, *Mes. itin.* p. 30.
(*c*) Chap. 40, v. 5, chap. 43, v. 13.
(*d*) Shah Cholg. traduit par Greaves, p. 95.
(*e*) *Suprà*, p. 148.
(*f*) Golius, *ad Alfergan.* p. 74.
(*g*) Hérodote, Lib. I.

§. IV.

M. Freret dans son travail des mesures longues, s'est trompé en interprétant la parasange d'Ezechiel : il a conclu que la coudée babylonienne, étant plus courte d'un palme que la coudée hébraïque, ne contenoit que cinq palmes ou 20 doigts, & que la coudée greque, plus courte encore d'un huitieme, ne contenoit que 17 doigts & demi; mais pourquoi d'un huitieme? Hérodote ne le dit pas; il dit seulement qu'elle avoit trois doigts de moins que la coudée Babylonienne. En établissant la coudée greque de 24 doigts, comme Hérodote le dit, la coudée babylonienne sera de 27 doigts, ou semblable à la coudée noire des Arabes; enfin la coudée hébraïque aura 31 ou plutôt 32 doigts; car il est évident que le prophete n'a voulu donner qu'un à-peu-près, il n'a pas tenu compte d'un quart de palme, ou d'un doigt, qu'il auroit fallu encore ajouter à la coudée babylonienne. En rapprochant, comme nous l'avons fait, toutes les mesures rapportées par les Arabes & les Persans de celles d'Hérodote & des Hébeux, on voit d'une part que les coudées égyptiennes, persanes, arabes & hébraïques étoient semblables, étoient chacune de 32 doigts; & de l'autre, on voit que ces quatre coudées avoient la même valeur & la même étendue, c'est-à-dire, qu'elles étoient de 20,544 pouces. Cela est prouvé 1°. pour la coudée du Caire, qui a été directement mesurée; 2°. pour la coudée des Perses, qui lui est identique; 3°. pour la coudée des Arabes, puisque nous prouverons (*a*) que la coudée de 27 doigts étant de 17,332 pouces, la grande coudée de 32 doigts doit être de 20,544; 4°. pour la coudée hébraïque, puisqu'elle étoit dans le rapport de 32 à 27 avec la coudée babylonienne de 27 doigts, de 17,332 pouces.

§. V.

Ceux qui avoient primitivement établi ces mesures, avoient eu le dessein d'en rendre la valeur invariable, en la rapportant à des mesures prises dans la nature par des indications assez détaillées. La coudée ordinaire étoit la longueur de l'avant-bras; elle contenoit six poings, paulmes ou palmes, chaque palme quatre doigts, savoir, l'index, le medius, l'annulaire & l'auriculaire. Chacun de ces doigts étant égal à six grains d'orge placés à côté les uns des autres, chaque grain égal à six poils de

(*a*) *Infrà*, §. 14, & Eçlairc. Liv. V, §. 5

cochon (*a*), ces indications ne pouvoient conserver la justesse d'un grand nombre de mesures répétées ; mais elles suffisoient pour en faire retrouver en tout tems à-peu-près la valeur : elles n'auroient point suffi pour conserver ces mesures dans un long espace de tems, & dans le transport d'un pays dans un autre, si les anciens n'avoient eu des étalons placés & gravés sur des monumens publics & durables, tels que le nilometre du Caire. Il paroît cependant que les anciens ont eu un moyen plus sûr, c'est, comme nous l'avons dit, de lier ces mesures à celles de la terre. Pourquoi la circonférence de la terre contient-elle si précisément 180000, 240000, 300000, 400000 stades, 8000 parasanges ? Pourquoi ne contient-elle pas 310000 stades, 8300 ou 8400 parasanges ? Pourquoi cette mesure contient-elle 72 millions de coudées ? Il est de toute évidence pour quiconque y voudra réfléchir, que les anciens ont réglé les stades, les parasanges, la coudée même sur l'étendue de la circonférence du globe ; ou du moins, si ces mesures étoient instituées, qu'ils les ont un peu changées, pour qu'elles fussent des parties aliquotes de cette circonférence.

§. VI.

En regardant la mesure de Possidonius de 240000 stades comme identique avec celle de Ptolémée, qui en contient 180000, nous avons conclu qu'elles sont fondées sur deux stades qui sont dans le rapport de 3 à 4, le plus grand est le stade alexandrin de 114 toises 0 pieds 9, 60 pouces ; & l'autre, qui n'en est que les trois quarts, est un stade de 85 toises 3 pieds 7, 2 pouces. Il s'agit maintenant de prouver que les anciens ont connu ce stade, & en ont fait usage. 1° M. Freret, dans son mémoire sur les mesures longues des anciens (*b*), établit qu'ils avoient un stade de 83 toises 0 pieds 7 pouces 4 lignes : c'est-à-dire, qu'il tire cette valeur des différentes mesures géographiques, évaluées en stades par les auteurs grecs & latins. Nous ne discuterons point cette détermination, nous remarquerons seulement qu'elle ne s'éloigne pas beaucoup de la nôtre. 2°. Hérodote dit que la parasange contient 30 stades : nous avons déterminé la parasange de 2568 toises, dont la trentieme partie est précisément 85 toises 3 pieds 7, 2 pouces. 3°. Jean Dominique Cassini a déjà retrouvé ce stade (*c*). Strabon donne à la France en longitude, entre le temple de Vénus Pirenée

(*a*) Golius, *ad Alfergan*, p. 75.
(*b*) Mém. Acad. Inſc. T. XXIV, p. 504.
(*c*) Mémoires de l'Académie des Sciences, 1702, p. 16.

& l'embouchure du Var, 277 milles, qu'il évalue à 2600 ſtades. M. Caſſini ſuppoſe le mille de 765 toiſes, & trouve le ſtade de 85 toiſes. 4°. en ſuppoſant que Syene étoit ſous le tropique, fixé au tems d'Eratoſthenes, à 23° 51′, ſi l'on prend la latitude d'Alexandrie, déterminée par M. de Chazelles de 31° 11′, la diſtance céleſte des deux villes ſera dans le ſens du méridien, de 7° 20′ (*a*); mais comme Syene & Alexandrie ne ſont pas préciſément ſous le même méridien, la diſtance céleſte entre leurs zeniths, ou l'arc de grand cercle qui paſſe par ces deux points, eſt un peu plus grand que la diſtance des parallèles, ou la différence de latitude; nous avons trouvé par le calcul qu'il falloit ajouter neuf minutes à cette différence, & l'on aura l'arc de grand cercle de 7° 29′. Or, en ſuppoſant le degré de 57072 toiſes, les 7° 29′ font 426989 toiſes, qui répondent à 5000 ſtades; d'où l'on conclut le ſtade de 85 toiſes 1 pied 4 pouces, qui s'éloigne infiniment peu de notre évaluation. On ne peut attendre rien de plus exact des meſures géographiques; elles ſont toujours ſujettes à quelque erreur. Mais la valeur de ce ſtade conclue de l'identité des deux meſures de la terre, & du rapport qui en réſulte entre ce ſtade & le ſtade alexandrin, eſt infiniment préférable, parce qu'elle annonce une exactitude rigoureuſe; & qu'étant liée par un rapport exact au mieux connu de tous les ſtades, elle ne pourroit avoir d'autre incertitude que celle de la meſure même de ce ſtade.

§. VI.

De l'identité des quatre meſures de la terre réſultent, comme nous l'avons dit, quatre ſtades, qui ſont entr'eux comme les nombres 20, 15, 12 & 9. Nous venons d'en faire connoître deux, le premier de 114 toiſes 0 pieds 9, 60 pouces; le ſecond de 83 toiſes 3 pieds 7, 2 pouces; les deux autres, en ſuivant ces rapports, ſont l'un de 68 toiſes 2 pieds 10, 25 pouces; & l'autre de 51 toiſes 1 pied 1, 92 pouces. Ces quatre ſtades nous ont paru avoir dû exiſter néceſſairement, parce que les quatre meſures de la terre ſont trop différentes, pour que l'on puiſſe ſuppoſer qu'elles ſont exprimées en ſtades ſemblables, & que ces différences ſont des erreurs d'obſervation: parce que ces quatre meſures ont entr'elles des rapports exacts, qu'elles n'auroient point ſi elles ne tenoient pas ces rapports des ſtades qui les compoſent. Nous avons donc cru que

(*a*) *Suprà*, p. 459.

ces raisons de probabilité, qui sont très-fortes, suffisoient pour établir l'existence de ces stades, mais nous n'avons pas négligé d'y joindre les preuves de fait que nous avons rencontrées depuis dans les savans mémoires de l'Académie royale des Inscriptions & Belles-Lettres.

Feu M. le président de Brosses a reconnu & indiqué un stade de 68 ou 69 toises (*a*), voilà pour le premier; quant au second, M. de Lisle trouve qu'une distance estimée de 16050 stades par Xénophon, en demande plus de 1111 au degré (*b*); ce qui fait 400000 pour la circonférence. M. Damville, dans ses recherches sur la valeur du schœne, reconnoît la nécessité de supposer un stade de 51 toises & quelques pieds (*c*). M. Buache fait voir que les stades employés dans l'itinéraire d'Alexandre, doivent être supposées de 51 toises (*d*). De l'étendue de l'Asie mineure, donnée en stades & en même nombre, à très-peu-près par Hérodote & par Xénophon, M. Freret conclut que le degré contenoit 850 stades, & les 1111 stades pour un degré de grand cercle, donnent très précisément 851 stades pour un degré du parallèle de l'Asie mineure (*e*); il tire le même résultat de la mesure du Pont-Euxin par Hérodote (*f*). Eratosthenes fixoit à 13000 stades l'étendue de l'Inde du nord au sud; cet espace en latitude est de 11 à 12 degrés, ce qui donne environ 1100 stades pour un degré (*g*). Enfin nous completterons ces preuves en disant que le résultat d'un grand travail de M. Freret sur les mesures longues a été d'établir quatre stades, savoir celui de 114 toises, qui est le stade alexandrin, un stade de 83 toises, qu'il avoit mal évalué, & enfin deux autres stades, l'un de 68 t. 3 pds. 5 p. 4 l., l'autre de 51 t. 2 pds, 6 p. 11 l. (*h*), qui different infiniment peu des deux stades que nous avons fixés au commencement de ce paragraphe.

Ces stades différens ne doivent pas étonner: combien y a-t-il en Europe de lieues & de milles de diverse espece. Personne ne doute que dans la Grece même il n'y ait eu des stades inégaux; Aulu-Gelle le dit expressément (*i*). Rien n'est donc mieux constaté que l'existence de ces quatre stades; rien n'est donc plus évident qu'ils appartiennent respectivement aux quatre mesures de la terre, qui sont dans les mêmes rapports que ces stades. Mais il est également clair que l'évaluation que nous en donnons ici est

(*a*) Mém. Acad. Insc. T. XXVII, p. 39. *V.* aussi le P. Tournemine sur Prideaux.
(*b*) Mém. Acad. des Scien. 1721, p. 56.
(*c*) Mém. Acad. Inf. T. XXVI, p. 83, 85.
(*d*) Mém. Acad. des Sc. 1731, p. 119.
(*e*) Mém. Acad. Inscr. T. XXIV, p. 439.
(*f*) *Ibid.* p. 504.
(*g*) M. Damville, *Mes. itin.* p. 147.
(*h*) Mém. Acad. Insc. T. XXIV, p. 504.
(*i*) *Ibid.* Tom. XIX, p. 564.

préférable à toute autre ; car ayant une fois admis l'identité des quatre mesures, le rapport des stades qui les composent sont donnés ; c'est de ce rapport même qu'on doit tirer leur valeur, en prenant pour donné celui des quatre, qui a été le plus exactement mesuré & qui est le mieux connu : c'est ce que nous avons fait en prenant le stade alexandrin.

§. VII.

M. DAMVILLE cite un stade, qui dans un manuscrit de la bibliotheque du Roi est nommé *asparezę ;* il trouve que ce mot est composé de deux mots persans, qui signifient *la carriere d'une course de cheval* (*a*); il est donc synonyme du mot grec *stade :* celui-ci n'est que la traduction de l'autre, qui est certainement l'original : ainsi les stades viennent d'Asie; ainsi l'on ne doit point accuser, comme on l'a fait, ceux qui trouvent des stades dans l'Asie, de transporter dans cette partie du monde les mesures de la Grece ; ils ne font que les rapporter à leur origine. Le mot *schœne*, *schoinos*, selon deux auteurs, Athenée & Callimaque, cités par M. Damville, est un terme persan (*b*) ; ce qui confirme notre conjecture, que presque toutes les mesures, qui étoient en usage dans l'antiquité, sont originaires d'Asie.

§. VIII.

Nous nous permettons ici quelques détails sur les mesures anciennes, leurs divisions & leurs rapports, pour prouver que leur base commune est la grande coudée de 20,544 pouces, ou les deux autres coudées qui lui étoient liées par des rapports exacts. Nous allons recueillir quelques passages d'auteurs qui nous donnent l'idée de ces mesures, & leur détermination faite par les modernes, d'après les monumens subsistans.

Selon Hérodote, cent pas font un stade, ou six arpens, ou six plethres ; le pas est de six pieds, ou de quatre coudées ; le pied de quatre palmes, & la coudée de six (*c*). Il est impossible de ne pas reconnoître une analogie marquée entre cette coudée greque & la coudée orientale ; mais en même tems on voit qu'il s'agit de la coudée ordinaire, parce qu'elle étoit la seule qui contînt six palmes ; la grande en contenoit huit.

Le pied romain a été trouvé de $\frac{1106}{1440}$ du pied de Paris (*d*) ; par conséquent il est de 10, 883 pouces, ou de 10 pouces 10, 596 lignes. Le pied

(*a*) Mém. de l'Acad. des insc. T. XXXI, p. 295.
(*b*) Mes. itin. p. 99.
(*c*) Hérodote, *Lib. II.*
(*d*) Freret, Mém. de l'Acad. des Inscrip. T. XXIV, p. 447.

grec

grec est de $\frac{25}{24}$ du pied romain, par conséquent de 11,336 pouces, ou de 11 pouces 4,028 lignes. M. Leroy l'a trouvé sur des monumens grecs, de 11,38 pouces, ou de 11 pouces 4, 56 lig. (*a*).

Observons que Riccioli suppose le pied romain de 11 pouces 1 lig. $\frac{2}{3}$, c'est-à-dire, plus grand d'environ 3 lignes. Celui que nous établissons ici est conforme à celui qui porte le nom de Lucas Petus, & qui a été mesuré sur un pied conservé au Capitole. Ce pied a encore été mesuré à Rome par M. Folkes, qui l'a trouvé de 966 parties du pied anglois divisé en 1000 (*b*); & à cause de la proportion de 107 à 114, cela fait 10 pouces 10, 3 lignes de notre pied. On croit que l'aune étoit quadruple du pied romain. MM. Helot & Camus ont fait des recherches pour constater l'étendue de l'aune des merciers, la plus ancienne & la mieux conservée; ils l'ont établie de 3 pieds 7 pouces 10 lignes $\frac{4}{5}$ (*c*); d'où résulte le quart de cette aune de 10 pouces 11, 70 lignes.

Héron, dans son livre des mesures, rapporte que le pied philétérien étoit de 16 doigts, dont le pied italien n'en avoit que 13 $\frac{1}{3}$ (*d*); c'est-à-dire, que ces deux pieds étoient dans le rapport de 6 à 5. Ainsi quand Hérodote dit que le stade étoit de 600 pieds, le stade philétérien résulte de 107 toises 4 pieds 11 pouces; c'est sans doute ce stade dont parle Ezichius, quand il dit qu'il y en avoit 7 au mille romain. Quant à nous, nous pensons que ce pied est trop près de celui qui résulte de la coudée du Caire, ce stade trop près du grand stade alexandrin de 114 toises, pour qu'ils ne soient pas les mêmes; & si par le pied italique de Héron on entend le pied grec de 11, 38 pouces, qui peut fort bien avoir été en usage en Italie, ce sera toute autre chose. Le pied philétérien, plus grand d'un cinquieme en sus, sera de 13, 652 pouces, & la coudée, dont ce pied est les $\frac{2}{3}$, sera de 20, 478 pouces trop près de la coudée du Caire, pour n'être pas évidemment la même.

En conséquence, si au contraire on déduit, suivant leur rapport, le pied philétérien, le pied grec & le pied romain de la coudée du Caire, on aura :

La coudée du Caire de.	20^{pc}, 544,	ou de 20^{p}	6^{l}, 528
Le pied philétérien, qui en est les deux tiers.	13, 696,	13	8, 352
Le pied grec, plus petit d'un sixieme . .	11, 413,	11	4, 956
Le pied romain, plus petit de $\frac{1}{25}$. . . .	10, 956,	10	11, 486

(*a*) Ruines de la Grece.

(*b*) Transactions philosoph., ann. 1736, N°, 442.

(*c*) Mém. Acad. des Sc. 1746, p. 107.

(*d*) Traité des mesures de M. Auzout. Mém. Acad. Scienc. T. VII, p. 318.

Où l'on voit que le pied grec ne differe que de $\frac{2}{5}$ de lignes de celui qui a été mesuré par M. Leroy, & où le pied romain ne s'éloigne que de $\frac{9}{10}$ de ligne du pied du Capitole, & de $\frac{1}{5}$ de ligne seulement de celui qui résulte de l'aune des merciers. Il s'en faut bien que les différentes mesures du pied romain s'accordent entr'elles aussi-bien que notre détermination s'accorde avec les meilleures de ces mesures, puisque Riccioli s'écarte de 3 lignes du pied de Lucas Pétus.

§. IX.

Il n'est pas étonnant que ces mesures greque & romaine, soient dérivées des mesures asiatiques; tout prouve l'influence de l'Asie sur l'Europe. On cite encore un pied de Drusus, en usage chez les Romains, qui étoit de 13 pouces $\frac{1}{2}$ du pied romain (*a*). Ce rapport de 27 à 24 indique évidemment que ces deux pieds dérivoient de la coudée ordinaire, & de la coudée babylonienne d'Hérodote, ou de la coudée noire des Arabes, qui avoient l'une 24 doigts, & l'autre 27. Héron cite un mille composé de 3000 coudées, comme celui qui fait le tiers de la parasange des Perses, & dont nous avons parlé plus haut (*b*). Notre lieue, & particulierement celle d'Angleterre, ne contient-elle pas trois milles comme la parasange? On trouve en Italie la brasse de Florence; elle sert à mesurer les longueurs, & elle est de 20 pouces 3 lignes de notre pied de roi (*c*); il est impossible de n'y pas reconnoître la grande coudée altérée de trois lignes; elle y est venue sans doute de l'Egypte; mais les traces de son origine babylonienne sont conservées; car le mille de Florence contient encore précisément 3000 de ces coudées.

§. X.

Quant aux mesures données par Hérodote, dont nous avons parlé plus haut, il faut, pour les concilier avec celles-ci, admettre un pied & une coudée plus petits; & cela est évident, puisqu'Hérodote compose sa coudée de six palmes, tandis que la grande coudée en contenoit huit. La coudée d'Hérodote, qui contenoit six palmes ou vingt-quatre doigts, étoit donc les $\frac{3}{4}$ de celle-ci. En conséquence de cette supposition, qui à bien des égards n'en est point une, nous établirons cette coudée de 15, 408 pouces; d'où on déduit:

(*a*) Mém. Acad. Insc. T. XXIV, p. 449.
(*b*) *Suprà*, p. 147.
(*b*) Voyage de M. Cassini en Italie, Mém. Acad. Scien. T. VII, p. 23.

Le palme de			2p, 568l
Le pied.			10, 272
Le pas.		5p	1, 632
Le plethre.	14t	1	7, 200
Le ſtade.	85	3	7, 200

Stade pareil à celui que nous avons déjà trouvé. On peut remarquer que le pas de 5 pieds 1 pouce $\frac{1}{2}$ environ eſt à-peu-près égal à notre pas géométrique. On peut remarquer encore que le plethre contenoit exactement 50 grandes coudées; & de ce que le mille étoit toujous composé de 1000 pas, il s'enſuit que l'on retrouve le mille babylonien, puiſque 1000 de ces pas font exactement 856 toiſes. Ce mille paroît avoir été connu dans la Grece; on parle d'un mille grec, qui étoit composé de 10 ſtades (*a*). Ce mille a trop de reſſemblance avec le mille babylonien, qui contenoit préciſément 10 ſtades de 85 toiſes 3 pds. 7 pces., pour n'être pas le même. Le mille romain étoit plus petit, & n'avoit que 756 toiſes; mais c'eſt que les Romains ont ſans doute fait uſage du ſtade grec de 94 toiſes $\frac{833}{1000}$; ils en ont donné 8 au mille; ce qui fait 756 toiſes.

§. XI.

Moïse de Koreme, cité par M. Damville (*b*), dit que le ſtade appelé *vetavan* eſt de 100 pas, chaque pas de 6 pieds, le pied de 6 doigts; mais que le *ſtade des ſtades* eſt de 143 pas : 7 de ces ſtades compoſent le mille dont 3 font la paraſange. On peut appercevoir là un ſtade nouveau. En partant de la paraſange, que nous avons déterminée de 2568 toiſes (*c*), on trouve que le ſtade de 143 pas eſt de 122 toiſes 1 pied 8, 56 pouces lequel diviſé par 143 pas, ou plus exactement par 142 pas $\frac{6}{7}$, donne le pas de 5 pieds 1, 632 pouces, le pied de 10, 272 pouces qui eſt la moitié de la coudée, & préciſément égal au pied, qui réſulte des rapports donnés par Hérodote. Nous croyons cependant que ce ſtade de 122 toiſes n'a été évalué ainſi à la ſeptieme partie du mille, ou à la vingt-unieme partie de la paraſange que par quelque erreur; car le même auteur, Moïſe de Korème, reconnoît que le degré contient 500 ſtades (*d*), leſquels, comme nous l'avons démontré, ſont de 114 toiſes; & nous ne

(*a*) Riccioli, *Geogr. reform.* p. 35. Mémoires de l'Acad. des Inſcr. T. XIX, p. 570.

(*b*) *Ibid.* Tom. XXXI, p. 292.

(*c*) *Suprà*, p. 148.

(*d*) M. Damville, *Meſ. itin.* p. 66.

voyons pas pourquoi il employeroit ici un ſtade différent, que l'on ne trouve nulle part. Quant au ſtade de 100 pas, il eſt de 85 toiſes 3 pieds 7, 2 pouces, abſolument ſemblable à celui que nous avons déterminé.

§. XII.

Nous allons chercher ſi nous ne pourrions pas trouver la valeur de quelques-unes de ces meſures dans les dimenſions de la grande pyramide d'Egypte. Gemelli a trouvé la grandeur de cette pyramide de 682 pieds de Paris; Monconis, M. de Nointel l'ont trouvée de même (*a*); M. de Chazelles l'a trouvée de 690 pieds. Il faut convenir que cette meſure, de la maniere dont elle eſt énoncée dans ſon régiſtre, ne paroît pas bien poſitive (*b*): il indique une réduction pour l'inégalité du terrein, qui élevoit le cordeau dans ſon milieu; & en conſéquence M. Caſſini retranche 10 pieds (*c*). On peut donc conclure que la meſure de 682 pieds ne s'éloigne pas de la vérité, & nous ne ſavons pourquoi M. Freret a préféré, à pluſieurs meſures qui s'accordent, celle de Gréaves, priſe par des angles, & qui s'écarte de 30 pieds.

Cela poſé, Hérodote dit que la grande pyramide a 800 pieds de largeur (*d*); Strabon ne lui en donne que 600 (*e*). Si l'on ſuppoſe que 682 pieds de Paris répondent aux 800 pieds d'Hérodote, on trouve le pied de 10,230 pouces, qui ne differe que de $\frac{4}{100}$ de pouces de celui que nous avons trouvé (*f*). D'où il réſulte une différence de 33 pouces ſeulement ſur la meſure entiere; de ſorte qu'en ſuppoſant la largeur de la baſe de la pyramide de 684 pieds, 9 pouces, 6 lignes, ce qui eſt très-poſſible par la meſure de M. de Chazelles, on retrouvera le même pied d'Hérodote, que nous avons déjà déterminé. Si l'on ſuppoſe que les 600 pieds que Strabon donne à cette baſe ſont des pieds philétériens de 13, 696 pouces, on aura encore préciſément, par la meſure de Strabon, 684 pieds 9 p. 6 l. Diodore de Sicile donne à la même baſe 700 pieds (*g*); mais nous avouons que ces pieds, qui ſeroient de 11, 739 pouces, nous ſont totalement inconnus. Il y a grande apparence, comme M. Leroy le ſoupçonne (*h*), que ce ſont des pieds grecs; 700 pieds grecs de 11, 413 pouces,

(*a*) Mém. Acad. Inſcr. T. XXIV, p. 461.
(*b*) Mém. Acad. Sci. 1761, p. 160.
(*c*) *Ibid.* 1702, p. 20.
(*d*) Hérodote, *Lib. II.*
(*e*) Strabon, *Geogr.* Lib. 17.
(*f*) *Suprà*, p. 515.
(*g*) Diodore, *Lib. I*, §. 15.
(*h*) Ruines de la Grece, p. 52.

comme nous venons de les déterminer, font 7989 pouces; 684 pieds 9 p. font 8917 pouces; il n'y a donc que 228 pouces ou 19 pieds de différence; ce qui ne s'éloigne pas beaucoup. Pour faire accorder Diodore de Sicile avec Strabon & Hérodote, il n'y a qu'à supposer que Strabon a rapporté la vraie mesure, telle qu'elle étoit connue dans le pays, & telle qu'elle avoit été donnée à Hérodote, & que Diodore a mesuré lui-même la base, déjà ensevelie dans le sable, & par conséquent raccourcie.

Lorsqu'un auteur Arabe, cité par Gréaves (*a*), donne à la pyramide 100 coudées royales, il est clair qu'il se trompe, car 100 des plus grandes coudées ne font pas le tiers de la largeur de cette pyramide; mais en divisant 684 pieds 9 pouces 6 lignes par cent, on a 82, 176 pouces, qui font précisément quatre coudées de 20, 544 pouces; de sorte que, dans l'évaluation de cette pyramide, il a voulu parler de pas, ou plutôt d'une mesure de 6 pieds 10, 176 pouces, composée de quatre grandes coudées, & analogue au pas géométrique, au pas cité par Hérodote, & formé de 4 coudées ordinaires.

§. XIII.

Nous avons fixé la parasange à 2568 toises, & le schœne à 5136 toises; l'un & l'autre ont été également en usage en Asie & en Egypte; en Asie, dans la Perse, Pline le dit formellement (*b*); en Egypte, comme on l'apprend d'Hérodote à l'égard du schœne; & Ptolémée (*c*), en donnant au schœne 30 stades, nous fait croire que sous ce nom il entendoit la parasange.

Remarquons que Caïcabad, premier Roi de la dynastie des Caïaniens, dynastie si ancienne qu'elle succede immédiatement à celle des Peischdadiens, perdue dans l'antiquité & dans les tems fabuleux, est celui qui ordonna que les grands chemins de Perse seroient divisés de 4000 en 4000 pas (*d*). On ajoute que le pas étoit divisé en trois pieds; il falloit 12000 de ces pieds pour faire la parasange (*e*); & comme elle contenoit 9000 grandes coudées, il s'ensuit que ce pied étoit les trois quarts de cette grande coudée, & nous retrouvons encore ici la coudée ordinaire, qui étoit les trois quarts de la coudée royale : ce qui prouve la haute antiquité des coudées, & de leur rapport dans l'Asie, comme M. Freret l'a prouvé dans l'Egypte.

(*a*) M. Damville, *Mesures itinéraires*, p. 26.

(*b*) *Lib. VI.*

(*c*) *Geogr.* Lib. I, c. 11 & 12.

(*d*) Herbelot, *biblioth. orient.* p. 239.

(*e*) *Ibid.* p. 992.

M. Damville évalue la parasange à 2280 toises environ (*a*), & le schœne à 3024 toises (*b*). Nos déterminations ne se rapportent point à celles de cet habile géographe. On a vu sur quels fondemens elles sont établies; nous allons y ajouter quelques nouvelles réflexions, & nous soumettons nos conjectures aux lumieres de M. Damville.

Les Juifs ont rapporté de Babylone, après la captivité, la parasange qu'ils appeloient *parsech*. Ils disoient que le mille étoit le quart de la parasange; & comme leur mille s'évalue à 569 ou à 571 toises, M. Damville conclut la parasange de 2280, ou environ.

Le chemin sabatique, ou l'espace permis pour la promenade le jour du sabat, évalué à 2000 coudées, l'est aussi par Saint Epiphane, à 6 stades. 2000 coudées de 20, 544 pouces font 41080 pouces, qui divisés par 6, donnent pour ce stade 6848 pouces, c'est-à-dire, 95 toises 0 pieds 8 p., où l'on reconnoît évidemment le stade grec.

§. XIV.

En conséquence, le mille de 2000 coudées hébraïques résulte de 570 toises 4 pieds, & c'est de ce mille que M. Damville a conclu la parasange. Mais nous observerons que, suivant différens auteurs, la parasange étoit de 22 $\frac{1}{2}$ stades; c'est ainsi que l'établit Alikogius, puisqu'il donne au degré 22 parasanges $\frac{1}{2}$; Kempfer l'évalue de même dans son ouvrage intitulé *Amœnitates exoticæ* (*c*). Cette évaluation revient à celle de Ptolémée de 500 stades au degré, & montre que les stades, qui composoient la parasange, étoient de grands stades alexandrins. Les Persans, qui sont croyables sur ce point, nous apprennent que la parasange étoit composée de trois milles; & quand les Hébreux l'ont évaluée à quatre milles, il est clair qu'ils ont entendu un mille plus petit que celui qui faisoit le tiers de la parasange, & que nous avons déterminé (*d*). La parasange étant de 2568 toises, le mille hébreux, qui en est le quart, étoit donc précisément de 642 toises. Nous trouvons ailleurs un autre indice de ce mille. Albategnius (*e*) dit que le degré contient 85 milles; on peut s'en étonner, puisqu'il est certain que, selon les Perses, le degré contenoit 66 $\frac{2}{3}$, &, selon les Arabes 56 $\frac{2}{3}$ milles. Où donc Albategnius avoit-il pris cette évaluation? Nous avons

(*a*) M. Damville, *Mesures itinéraires*, p. 95.
(*b*) *Ibid.* p. 96.
(*c*) *Ibid.*
(*d*) *Suprà*, p. 148.
(*e*) *De scientiâ stellarum*, c. 6.

déterminé le degré mesuré par les Arabes à 54563 toises (*a*). Le mille des Perses étoit de 7 $\frac{1}{2}$ stades alexandrins. Nous croyons qu'il y avoit plusieurs especes de milles, semblables pour le nombre des stades, mais différens par la valeur de ces stades; ou bien qu'Albategnius, se servant du stade de 85 toises 3 pieds 7, 2 pouces, en a donné 7 $\frac{1}{2}$ au mille, qui font précisément 642 toises : 85 milles de cette espece font une somme de 54570 toises, à 7 toises près de la mesure du degré par les Arabes; ce qui confirme singulierement & l'évaluation que nous avons faite de cette mesure, & l'existence du mille que nous établissons ici.

C'est donc cette espece de mille que les Hébreux avoient en vue, lorsqu'ils ont dit que la parasange étoit composée de quatre milles. Ce mille contenoit 2250 grandes coudées; les Hébreux l'ont ensuite restreint à 2000 coudées, ou à 571 toises, pour des raisons que nous ignorons.

§. XV.

Le chemin sabatique, ou 2000 grandes coudées, nous fait entrevoir l'origne du stade grec, & nous fournit le moyen de l'enchaîner aux mesures orientales. L'ancien mille, le mille persien ayant été de 3000 coudées, a été réduit, sans pouvoir dire dans quel tems, ni par quel peuple, à 2000 coudées; il se trouve tel chez les Juifs, & on peut croire que la réduction est leur ouvrage. Cet intervalle, partagé en six parties, donne un stade de 95, 222 toises, ou 95 toises 0 pieds 8 pouces; le stade grec, formé de 600 pieds, pareils à ceux qui ont été mesurés par M. Leroy, ne sera que de 94, 833 toises; mais si on le forme de 600 pieds grecs, ou de 625 pieds romains, semblables à ceux que nous avons déduits de leur rapport avec la coudée, il se trouvera de 95 toises 0 pieds 8 pouces; ce stade est donc rigoureusement égal à celui qui étoit la sixieme partie du mille hébreux; & en le comparant même au stade déterminé par M. Leroy de 94, 833 toises, ou 94 toises 5 pieds, il n'y aura que 20 pouces de différence; différence qui naît de celle du pied dont M. Leroy l'a composé. Deux stades qui ne s'éloignent que de 20 pouces, deux pieds qui ne different que de $\frac{3}{100}$'' de pouces, semblent évidemment les mêmes, avec peut-être une légere altération que le tems & l'usage ont pu produire aisément dans ces mesures.

(*a*) *Suprà*, p. 223; *infrà*, Eclairc. Liv. V, §. 5.

§. XVI.

Quant au ſchœne, que nous avons fixé à 5136 toiſes, & que M. Damville évalue à 3024 toiſes environ, nous obſerverons que dans le même endroit où Hérodote dit que la paraſange contenoit 30 ſtades, il dit tout de ſuite que le ſchœne en contient 60 : d'où il eſt évident qu'il entendoit la même eſpece de ſtade, & qu'il donnoit au ſchœne une étendue double de celle de la paraſange ; mais comme il a été prouvé ailleurs que les ſtades qui compoſoient la paraſange étoient de 85 toiſes trois pieds, &c., il en réſulte que le ſchœne, compoſé des mêmes ſtades, étoit de 5136 toiſes. Il eſt vrai que, par certaines meſures géographiques, que M. Damville diſcute avec ſa ſagacité ordinaire, on pourroit ſoupçonner que l'eſſence du ſchœne étant d'être compoſé de 60 ſtades, il pouvoit y en avoir un qui contînt 60 petits ſtades de 51 toiſes, ce qui lui donneroit une étendue d'environ 3080 toiſes.

§. XVII.

Il *paroît que ces meſures ont été univerſelles dans* l'Aſie, ou du moins que la grande coudée, qui en eſt la ſource unique, a été connue, ou par elle-même, ou par ſes compoſés, chez la plupart des peuples de cette partie du monde.

Thevenot dit qu'il y a 69 ou 70 tourelles entre Agra & Dehli; ces tourelles partagent l'intervalle en meſures indiennes : cet uſage de partager, de meſurer la longueur des routes par des colonnes ou par des pierres eſt très-ancien, & remonte aux tems fabuleux de l'Aſie (*a*). Tavernier compte 68 coss entre Agra & Dehli; mais il eſt évident que chaque coss doit être indiquée par une tourelle, & qu'il en faut compter 70. Cet eſpace eſt évalué à 90000 toiſes par M. Damville : chaque coss eſt donc de 1285 toiſes $\frac{1}{7}$, ce qui eſt préciſément la moitié de la paraſange de 2568 toiſes : auſſi Pietro della Valle, voyageur exact, dit-il poſitivement que le coss eſt la moitié de la paraſange (*b*).

Les Indiens ont encore une autre meſure appelée gau; on en compte 61 entre Surate & Goa; M. Damville eſtime la différence de latitude de ces deux villes de $5^{\circ}\frac{1}{2}$, avec peu de différence de longitude. $5^{\circ}\frac{1}{2}$, à raiſon de 57000 toiſes pour un degré, font 313500 toiſes, qui diviſées par 61, donnent

(*a*) Herbelot, *Biblioth. orient.* p. 239. (*b*) M. Damville, *Meſ. itin.* p. 148.

pour

pour chaque gau 5139 toises, ou le double de la parasange, c'est-à-dire, le grand schœne égyptien de 5136 toises. Aussi Pietro della Valle dit-il que le gau est composé de 4 coss (*a*). Nous retrouvons donc dans l'Inde la parasange & le schœne, qui étoient en usage en Perse & en Egypte; d'où nous croyons pouvoir conclure que les mesures anciennes ont été universelles : quand on y reconnoîtroit des variations & de légeres différences, il ne seroit pas étonnant que quelques-unes de ces mesures eussent été altérées par l'usage.

§. XVIII.

A la Chine les mesures paroissent assez différentes de celles qui viennent de nous occuper; cependant la division par doigts s'y trouve, & nous y avons remarqué quelques singularités que nous nous permettons de rapporter, sans en tirer aucune conclusion, & sans prétendre les donner pour autre chose que pour des singularités.

Les Chinois ont une coudée, qui étoit divisée primitivement en 8 doigts, & qui l'a été depuis en 10. Le pas contient 6 de ces coudées, & le li 300 pas, ou 1800 coudées.

D'après une ancienne distance géographique, prise dans des tems antérieurs à notre ère, M. Damville conclut que le degré devoit contenir 445 lis.

Il rapporte une comparaison de la parasange au li, qui donne 16 lis pour une parasange.

Il rapporte de plus trois mesures du degré, d'où il résulte que le degré répond à 342, 8, à 337, 7, ou à 336, 1 lis. M. Damville ajoute encore que suivant une ancienne tradition, le degré répondoit à 250 lis (*b*).

Enfin il donne la mesure de plusieurs pieds chinois, qui ne different pas de plus d'une ligne, & dont l'un pris sur un étalon envoyé à M. de Mairan par le P. Parennin, est de 11 pouces 10, 4 lignes (*c*).

§. XIX.

Il est clair que les Chinois ont eu en différens tems, ou peut-être dans le même tems des lis différens. Comme le li a toujours été composé de 300 pas & de 1800 coudées, ou pieds, il s'ensuit que ce sont les variations de la coudée, qui ont fait varier le li.

(*a*) Mes. itin. p. 151.

(*b*) Soucier, *Observations faites aux Indes & à la Chine*, Tome II, page 78.

(*c*) M. Damville, *Mes. itin.* sect. XIII.

Nous avons remarqué que cette coudée étant de 8 doigts, offre une analogie assez singuliere avec la coudée de 32 doigts, qui étoit usitée en Perse, & en Egypte; elle en paroît être le quart : ainsi comme la coudée égyptienne ou persienne étoit de 20, 544 pouces, nous supposerons celle des Chinois de 5, 136 pouces.

1°. Le li de 1800 coudées résultera de 128, 4 toises, & le degré de 57072 toises en contiendra 444 $\frac{1}{2}$, précisément comme l'a évalué M. Damville : ce qui nous semble une forte preuve non seulement de l'analogie que nous supposons entre la coudée du Caire ou de Babylone & l'ancienne coudée chinoise, mais encore de la valeur que nous attribuons ici à l'ancien li chinois. Un autre fait va nous fournir une probabilité de plus; on cite une évaluation du schœne par Eratosthenes à 40 stades (*a*). Le schœne étoit de 60 stades, & la parasange de 30; il faut donc nécessairement supposer que si Eratosthenes a eu en vue le véritable grand schœne égyptien, les 40 stades dont il le composoit étoient équivalens aux 60 que lui donne Hérodote, & conséquemment étoient à ceux-ci comme 3 à 2; le stade qui en résulte ne se retrouve ni dans la Grece ni en Perse; mais ce qui est très-singulier, c'est que sa valeur de 128, 4 toises est précisément celle du li, le plus anciennement usité à la Chine.

2°. Si l'on suppose que les Chinois ont par la suite des tems aggrandi leur pied, en lui donnant 10 doigts, & qu'ils l'ayent porté à 6, 420 pouces, le li sera de 160, 5 toises; & de ce que 16 lis valent la parasange, on conclut la parasange de 2568 toises, précisément comme nous l'avons déterminée. Le P. Gaubil (*b*) dit que l'on mesura la longueur de l'ombre au solstice d'été, à Loïang de 1 pied 5 pouces 8 lignes; & à Nankin de 1 pied 1 pouce 7 lignes : les Chinois estimerent que le pouce répondoit à 250 lis; la distance des deux villes étoit donc de 1025 lis. Mais en calculant les hauteurs du soleil, on trouve la différence de latitude de 2° 51′; ce qui fait, à raison de 57072 toises pour un degré, 162655 toises; 1025 lis de 160, 5 toises feroient 164512 toises, ce qui n'est pas fort différent; cette estimation fut faite vers l'an 521 de notre ère.

3°. Si les Chinois avoient eu en vue, en établissant leur premier pied de 8 doigts, de lui donner un rapport exact avec l'ancienne coudée, ils se seront apperçu que leur pied de 10 doigts ne conservoit pas ce rapport, ou

(*a*) Mémoires de l'Académie des Inscrip. Tom. XXVI, p. 91

(*b*) Observations faites aux Indes & à la Chine. Tom. II, p. 54.

du moins qu'il n'étoit plus une partie aliquote de cette coudée, & ils l'auront peut-être augmenté de deux tiers de doigt, pour qu'il fût le tiers de la coudée de 32 doigts. Alors le pied aura été de 6, 848 pouces, & le li de 171, 2 toises, dont il en faut 333 $\frac{1}{3}$ pour 1°; ce qui ne s'éloigne que de quelques lis des trois mesures citées par M. Damville, & exécutées vers l'an 700 de notre ère. Mais voici quelque chose de plus exact encore : le P. Gaubil (*a*) dit que l'an 1001 de J. C. on comptoit 1000 lis pour 3° de latitude ; c'étoit 333 $\frac{1}{3}$ pour chaque degré. Le li étoit donc de 171, 2 toises, & précisément égal à celui qui résulte de la valeur du pied que nous avons *supposée*.

4°. Si l'on suppose qu'en aggrandissant toujours leur pied, ils l'ayent établi de la moitié de la coudée noire ou babylonienne, & de 13 doigs $\frac{1}{2}$, le pied sera de 8, 667 pouces, le li de 216 toises $\frac{2}{3}$, & le degré en contiendra 263. On dit, sans spécifier le tems, que ce degré en contenoit 250; la différence de 13 lis, avec ce que porte la tradition, n'a rien que de possible & de vraisemblable.

5°. Enfin si on retranche ce dernier pied de 8, 667 pouces de la coudée de 20, 544 pouces, il reste 11, 877 pouces, ou 11 pouces 10, 5 lignes, le même à $\frac{1}{10}$ de ligne près, que celui qui est aujourd'hui en usage à la Chine. Quoique nous soyons bien éloignés d'avancer que les Chinois ont procédé ainsi dans les variations & dans l'évaluation de leur pied, nous avons cru que ces rapports méritoient d'être remarqués.

Nous n'oublierons pas un fait, qui peut donner plus de valeur à ces conjectures, & lier plus évidemment les mesures des Chinois à celles des Babyloniens & de toute l'Asie. On sait les relations que les Chinois ont toujours eues avec les Tartares ; l'opinion la mieux fondée, la moins hypothétique est que les Chinois en sont issus, en appelant Tartares les peuples Scythes & autres qui ont habité l'Asie septentrionale. Carpin, qui fut envoyé en Tartarie en 1253 par le pape, rapporte que les fleches des Tartares ont deux pieds une paulme & deux doigts de longueur ; ce sont leurs mesures qu'il employe ; il les évalue en disant que douze grains d'orge font le pouce ou doigt, & seize pouces le pied (*b*). Or dans les mesures babyloniennes & arabes, six grains d'orge seulement font le

(*a*) Observations faites aux Indes & à la Chine, T. II, p. 97.

(*b*) Voyage de Carpin en Tartarie, édit. 1634, p. 366.

doigt (*a*); il en réſulte donc que les ſeize pouces du pied tartare valent les 32 doigts de la grande coudée de Babylone. La reſſemblance des meſures chinoiſes à cette coudée doit moins étonner quand on trouve cette coudée établie en Tartarie, dans un pays intermédiaire, avec lequel la Chine a toujours eu les plus grandes relations; obſervons que la grande coudée de Babylone contenoit huit paulmes, chacune de quatre doigts; le pied tartare, dont les doigts étoient doubles, n'en contenoit ſans doute que quatre. L'ancienne coudée chinoiſe n'étoit que cette paulme, valant quatre doigts tartares, mais huit doigts babyloniens.

Une conformité ſinguliere que nous ne devons pas oublier, c'eſt que les Chinois ont un arpent pour meſurer leurs terres, & régler les taxes impériales, qui contient 100 pas quarrés, chacun de 18 pieds (*b*). On voit tout de ſuite l'analogie avec notre arpent, compoſé de 100 perches quarrées, chacune de 18 pieds : notre perche même de 18 pieds paroît avoir été originairement formée de dix grandes coudées, qui faiſoient 205, 440 pouces, ou préciſément 18 pieds grecs. Quand notre pied aura changé, elle aura conſervé ſa valeur de 18 pieds, & aura été portée à 216 pouces par l'augmentation du pied.

§. XX

Ce rapprochement de notre perche avec la coudée ſemble indiquer une ancienne meſure de dix grandes coudées. Golius (*c*) cite deux meſures qui étoient en uſage à Babylone, l'une qui étoit nommée la canne, de 6 coudées, l'autre qui étoit nommée le ſchœne perſien, de 60 coudées. Notre perche pouvoit donc être une meſure intermédiaire entre la canne & le ſchœne perſien. Il ſemble que nous en trouvions quelques traces dans un fait rapporté par Scaliger (*d*). Les très-anciens Egyptiens avoient, ſuivant lui, une diviſion de la circonférence du zodiaque en 7704000 ſtades, de chaque ſigne en 642000, & du degré en 21400. Il cite Julius Firmicus, qui dit effectivement (*e*) que chaque partie d'un ſigne a 21040 ſtades; mais Scaliger penſe avec raiſon qu'il faut lire 21400. Nous ſerions aſſez portés à croire que ces ſtades prétendus ne ſont que quelques diviſions du cercle, comme ſeroient celles en dixiemes de ſecondes; car la circonférence en contien-

(*a*) *Suprà*, p. 508.
(*b*) Hiſtoire gén. des voy. Tom. XXIII, p. 265.
(*c*) Golius *ad Alfergan.* p. 74.
(*d*) Notes ſur Manilius, p. 220.
(*e*) Julius Firmicus, *Lib. VIII.*

droit 7776000, le ſigne 648000, & le degré 21600; de ſorte qu'en ſuppoſant de légeres fautes, on pourroit ramener à notre idée les nombres de Scaliger; mais ſi ce ſont des ſtades, ſi on penſe qu'ils meſurent l'étendue de l'écliptique terreſtre, c'eſt-à-dire, l'étendue d'un grand cercle, ou la circonférence de la terre, ces ſtades devoient être très-petits : nous les évaluerions volontiers à 10 coudées, ou à la ſixieme partie du ſchœne perſien. Cette meſure équivalente à 2 toiſes 5 pieds 1, 44 pouces, à raiſon de 21400, donneroit le degré de 60927 toiſes, peu différent de celui que les Chaldéens avoient jadis établi par l'eſtimation groſſiere du pas d'un homme. Nous trouverions donc ici une petite meſure de 10 coudées, appelée improprement ſtade, mais abſolument analogue à notre perche de 18 pieds, dont elle auroit été le modele.

§. XXI.

M. Freret a eſſayé de retrouver la valeur de la coudée des Arabes ſur l'étalon d'une meſure nommée *ſchah-arſchin*, coudée perſane, ou coudée du Roi de Perſe. Il l'a trouvée de 2 pieds 5 pouces 7 lignes; enſuite, d'après les dimenſions de l'égliſe de Sainte-Sophie à Conſtantinople, données en coudées par Ebn Marouphi, & en toiſes par M. Grelot, il conclut la coudée d'Ebn Marouphi de 2 pieds 5 p. 7, 2 lig. (*a*).

M. Damville, fondé de même ſur les dimenſions de l'égliſe de Sainte-Sophie, trouve cette coudée de 2 pieds 3 pouces 9 lignes (*b*). Cette différence, entre les réſultats de deux hommes habiles, annonce qu'on ne peut rien établir de certain ſur ces données. Nous ignorons ce que c'eſt que le ſchah-arſchin, & quelle eſt la coudée employée par Ebn Marouphi; mais nous obſerverons que l'aune a été, en pluſieurs occaſions, confondue avec la coudée (*c*), ſans doute par l'ignorance des auteurs. Quelle que ſoit la valeur de la coudée d'Ebn Marouphi, il eſt évident qu'on n'en peut rien conclure contre celles que nous avons établies. Nos trois coudées n'ont rien de commun avec celle-ci; elles ſont à-peu-près dans les proportions de la ſtature humaine : celle d'Ebn Marouphi eſt preſque de la moitié au-delà de ces proportions; elle n'a donc jamais pu être réglée ſur la longueur de l'avant-bras, & elle n'a reçu le nom de coudée que par l'abus du mot. On fait uſage dans la Perſe de deux aunes différentes, l'une de 2 pieds

(*a*) Mém. Acad. des Inſcrip. T. XXIV, p. 540.

(*b*) Meſ. itin. p. 17.

(*c*) *Suprà*, p. 147.

10 pouces 11 lignes, l'autre plus petite d'un tiers, est de 1 pied 11 pouc. 3 lig. (*a*). Le Schah-arschin est peut-être une mesure de cette espece, altérée ou modifiée par des raisons que nous ignorons : nous remarquerons seulement que la plus grande des deux aunes dont nous venons de parler est à 3 lignes près le double de la coudée noire de 27 doigts ; car cette coudée étant de 17, 334 pouces, le double est 34, 668, ou 2 pieds 10 p. 8 l.

§. XXII.

Pour résumer tout ce que nous venons de dire, on voit que la grande coudée de 20, 544 pouces est établie 1°. sur la mesure exacte du nilometre du Caire, 2°. sur l'identité des deux mesures de la terre rapportées par les Persans & par Ptolémée. On a vu qu'en déduisant de cette coudée le pied philétérien, le pied grec, le pied romain, on concilioit leur rapport avec les dimensions de la grande pyramide, rapportées par Hérodote, Strabon & Diodore de Sicile ; on a vu que la coudée noire, employée par les Arabes dans la mesure du degré, & qui étoit à la grande coudée comme 27 à 32, nous a fourni une évaluation de ce degré, qui concilie très-heureusement les récits assez différens d'Alfergan, d'Abulféda & d'Albategnius ; on a vu la nouvelle détermination de la parasange, confirmée par les mesures indiennes, & liées par certains rapports avec les mesures chinoises ; en un mot la foule de ces preuves, l'ensemble & les rapports de toutes les mesures anciennes, dont nous allons présenter le tableau, nous paroissent porter jusqu'à la démonstration l'exactitude de notre évaluation de la grande coudée, & son influence sur toutes les autres mesures dont elle a été l'origine.

§. XXIII.

La coudée de 32 doigts étant établie de 20, 544 pouces, la coudée ordinaire de 24 doigts, qui en est les $\frac{3}{4}$, est de. 15p, 408

La coudée babylonienne d'Hérodote, ou la coudée noire des Arabes de 27 doigts, est de. 17, 334

Le pied philétérien, qui étoit les $\frac{2}{3}$ de la grande coudée, est de. 13, 696

Le pied grec, plus court d'un $\frac{1}{6}$, est de. 11, 413

Le pied romain, plus court encore de $\frac{1}{25}$, est de. 10, 956

(*a*) Encyclopédie, article *aune* ou *gueze*.

Le pied d'Hérodote, qui étoit les $\frac{2}{3}$ de la coudée ordinaire, est de. 10, 272

La canne persienne de 6 coudées est de. 10P 5, 264

Nous avons soupçonné une autre petite mesure de 10 coudées, conforme à notre perche, & qui seroit de. 17P 1P, 440

Le schœne persien de 60 coudées, est de. 17t 0 8, 740

Le mille persien vaut 7 $\frac{1}{2}$ stades alexandrins, 3000 coudées ou. . 856t

La parasange vaut 22 $\frac{1}{2}$ des mêmes stades, 150 schœnes persiens, 9000 coudées, ou. 2568

Le coss indien vaut 11 $\frac{1}{4}$ stades alexandrins, 15 stades persiens, 75 schœnes persiens, 4500 coudées, ou. 1284

Le grand schœne égytien, égal au gau indien, vaut 2 parasanges, 60 stades alexandrins, 80 stades persiens, 300 schœnes persiens, 18000 coudées, ou. 5136

Quant aux stades, il y avoit d'abord les deux stades, qui étoient dans le rapport de 4 à 3, comme la grande coudée à la coudée ordinaire.

Le stade égyptien ou alexandrin contenoit 400 grandes coudées, ou. 114t 0pd 9P, 60

Le stade persien contenoit 5 schœnes persiens, 300 grandes coudées, 400 coudées ordinaires. 85 3 7, 20

Nous avons trouvé ensuite deux autres stades inférieurs, qui étoient, l'un les $\frac{4}{5}$, l'autre les $\frac{3}{5}$ de celui-ci.

Le premier contenoit 4 schœnes persiens, 240 grandes coudées, ou. 68 2 10, 56

Le second 3 schœnes, 180 coudées, ou. 51 1 1, 92

§. XXIV.

Quant aux autres mesures qui nous paroissent plus modernes, il y a le mille hébreux de 2000 grandes coudées, qui a été restreint ainsi sans doute par quelque coutume légale des Juifs. Or, comme ils savoient que le mille persien de 3000 coudées étoit de 10 stades persiens, leur mille, qui n'en étoit que les $\frac{2}{3}$, se trouvoit de 6 $\frac{2}{3}$ stades. Ils auront trouvé plus commode de le partager en six parties égales, & c'est ainsi qu'a pu être produit le stade de 95 toises environ, qui est devenu le stade grec.

Nous ignorons comment les Romains ont composé leur mille, mais on pourroit croire que connoissant seulement le stade grec, & ayant entendu

dire que les milles avoient été primitivement composés de 7 $\frac{1}{2}$ stades, ils ont trouvé plus commode de le composer en nombres entiers de 8 stades grecs, d'où a résulté leur mille de 756 toises.

Quant au mille arabe de 962 toises 5 pieds 4 pouces (*a*), nous ferons voir qu'il étoit dérivé de l'ancien mille oriental ou persien, qui étoit de 3000 grandes coudées, ou de 4000 coudées ordinaires. Lorsque sous Almamon les Arabes adopterent la coudée de 27 doigts, plus longue de trois doigts que la coudée ordinaire, ils en composerent également leur mille de 4000 de ces coudées, d'où il en résulta un nouveau plus long de $\frac{1}{8}$ que l'ancien, d'environ 963 toises. Le mille italique moderne, établi de 958 toises par M. l'abbé Boscovich, pourroit être dérivé de ce mille arabe.

§. XXV.

Le tableau de toutes ces mesures, qui ont des rapports déterminés, qui sont toutes des parties aliquotes les unes des autres, nous paroît prouver évidemment qu'elles ne sont point l'ouvrage des différens peuples, mais qu'inventées, établies, enchaînées les unes aux autres chez un seul & même peuple, elles ont été adoptées en tout ou en parties par différens peuples; & leur usage universel en Asie & en Egypte prouve leur haute antiquité.

Telles sont les vues que nous ont fournies les passages des auteurs dont la lecture étoit nécessaire à l'ouvrage que nous avons entrepris. Nous avons réuni les faits, les déterminations qui en résultent, & même nos conjectures, dans cette espece de dissertation, à laquelle nous avons cru devoir donner une certaine étendue. Nous la soumettons au jugement des savans, qui discutent les faits de l'antiquité. Si ces recherches répandent quelques nouvelles lumieres sur une matiere, tant de fois traitée par des mains plus habiles, nous le devons uniquement à l'idée de la grande coudée, considérée comme la source & l'origine de toutes les autres mesures.

§. XXVI.

Nous avons fait le récit de l'opération d'Eratosthenes; on y trouve de grandes erreurs. Possidonius ne se trompoit que d'environ 2°, en plaçant Rhodes & Alexandrie sous le même méridien; mais il se trompoit beaucoup sur la mesure de l'arc céleste. Les observations de M. de Chazelles ne

(*a*) *Infrà*, Eclairc. Liv. V, §. 5.

donnent

donnent que 5° 17′ pour la différence de latitude de ces deux villes (*a*). Le calcul établi sur la proportion de l'ombre, à la hauteur du gnomon, ne donneroit même que 4° 34′ (*b*). Aujourd'hui que la valeur du degré est bien connue de 57072 toises, la distance itinéraire de ces deux villes, à raison de 5° 17′, étoit de 301530 toises, qui, soit qu'on suppose le stade de 85 toises 3 pieds 7 pouces, de 94, 833 toises, ou de 114 $\frac{4}{10}$ toises, ne peuvent jamais faire que 3527, 3181, ou 2642 stades. Il se seroit donc trompé du tiers, ou même de la moitié de la distance itinéraire. Or nous demandons s'il est vraisemblable qu'un philosophe aussi éclairé que Possidonius, qui devoit connoître la mesure de la terre d'Eratosthenes, & les moyens astronomiques dont il s'étoit servi, ait tenté de recommencer cette grande entreprise, pour ne pas faire mieux, ou du moins aussi bien, sans s'assurer si la distance de Rhodes à Alexandrie étoit exactement connue, sans faire attention que dès que l'étoile Canope étoit visible à Rhodes, s'élevoit tant soit peu sur cet horizon, il falloit tenir compte de cette petite hauteur, & la retrancher des 7° $\frac{1}{2}$ qu'elle avoit à Alexandrie. N'oublions pas de dire que cette hauteur 7° $\frac{1}{2}$ étoit assez exacte, suivant les connoissances qu'on avoit alors; car l'équateur est élevé sur l'horizon d'Alexandrie suivant nos mesures modernes de 58° 49′, & la déclinaison australe de Canope, qui résulte de sa position dans l'Almageste, est de 51° 23′. Au méridien elle avoit donc 7° 26′ de hauteur. Est-il vraisemblable que Possidonius n'eût pas tenu compte des 2° & plus dont elle s'élevoit à Rhodes. Ce n'est pas un homme comme lui qui commet de pareilles fautes.

Kepler avoit attribué l'erreur de cette observation à la réfraction que Possidonius n'a pas employée. Mais la réfraction ne peut produire tout au plus que 30′. Kepler est donc obligé de supposer une réfraction plus forte à Alexandrie (*c*).

§. XXVII.

Nous avons attribué à cette mesure de Possidonius toute l'exactitude que nous avons reconnue dans celles que citent Aristote & Ptolémée; cela doit être, puisqu'elle leur est identique. Mais on demandera comment il est possible qu'une détermination, établie sur deux erreurs grossieres, ait produit un résultat si exact? Nous avons déjà répondu qu'un homme

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences, ann. 1761.

(*b*) *Suprà*, p. 112.

(*c*) *Paralip. ad Vitell.* p. 149.

tel que Possidonius ne pouvoit pas être soupçonné de les avoir commises. Mais comment est-il parvenu à ce résultat ? Comment les historiens lui ont-ils imputé ces erreurs ? C'est ce qu'il est impossible d'expliquer autrement que par des conjectures. Il est clair d'abord que Cléomede a mal détaillé l'opération de Possidonius ; mais nous remarquons une circonstance qui pourra peut-être nous éclairer. Possidonius, nous dit-on, savoit qu'à Alexandrie l'étoile Canope s'élevoit de 7° ½, que paroissant sur l'horizon de Rhodes, elle se couchoit presqu'aussi-tôt qu'elle étoit levée, & qu'elle ne se levoit jamais pour la Grece. Cette derniere circonstance nous apprend que si Possidonius manqua d'instrumens pour mesurer la hauteur de l'étoile Canope à Rhodes, il a pu s'avancer vers le nord, jusqu'à ce qu'il cessât de la voir s'élever sur l'horizon. Alors si la distance d'Alexandrie au lieu où il s'arrêta étoit assez bien connue, si le climat & le jour où il observa étoient assez beaux pour qu'il eût un horizon net, il a pu faire une observation passable. Peut-être aussi a-t-il mesuré avec quelque instrument la hauteur de Canope à Rhodes, & comme la différence de hauteur de cette étoile à Rhodes & à Alexandrie n'étoit pas une partie aliquote de la circonférence, il aura ajouté au nombre de stades, qui mesuroit la distance de ces deux villes, ce qu'il falloit pour le faire répondre à 7° ½, ou à la quarante-huitieme partie du cercle ; le passage de Cléomede est peut-être tronqué ou défiguré, & ces détails supprimés. Toutes ces conjectures ne sont pas d'un grand poids ; mais nous pouvons ajouter une probabilité plus forte, c'est que Ptolémée connoissoit sûrement la mesure de la terre par Eratosthenes ; il ne pouvoit pas ignorer qu'Hypparque avoit prétendu la corriger, ou en donner une nouvelle, &, quelque confiance qu'il eût dans ces deux astronômes, il a cependant préféré la mesure de Possidonius ; il falloit qu'il la crût meilleure, & qu'il fût instruit que les moyens dont fit usage Possidonius assuroient d'une exactitude plus grande que ceux d'Eratosthenes. Le récit de Cléomede n'est donc pas véritable, il est au moins altéré ; car les circonstances que cet auteur rapporte auroient inspiré la plus grande défiance à Ptolémée : pour nous, nous pensons, comme cet astronôme, que la détermination de Possidonius étoit très-exacte.

§. XXVIII.

Possidonius paroît s'y être repris à deux fois, c'est-à-dire, que nous croyons qu'il a vérifié sa premiere mesure par une seconde. Nous apprenons de Cléomede que l'on avoit trouvé l'arc céleste, compris entre Lysimachie

& Syene, de la quinzieme partie de la circonférence, ou de 24°, la distance terrestre étant de 20000 stades; il en résulte que la circonférence de la terre est de 300000 stades (*a*). Cette mesure est une des quatre dont nous avons montré l'identité; nous l'attribuons à Possidonius, parce qu'on n'en nomme point l'auteur, & qu'il nous paroît difficile qu'une mesure dont le résultat est absolument le même que le sien, une mesure qui n'est citée que de son tems, & dont l'auteur est inconnu, ne lui appartienne pas. Il y a apparence que ce philosophe astronôme, qui sentoit toute l'importance & la difficulté d'une pareille entreprise, a vérifié par un nouvelle base de 20000 stades, le résultat qu'il avoit obtenu par sa premiere mesure. Nous pensons bien que ces résultats n'étoient pas parfaitement les mêmes, & que Possidonius s'est permis de supprimer de legeres différences pour les faire accorder. Nous allons plus loin, & nous pensons qu'il a fait quelques changemens pour identifier sa mesure avec celle qu'Aristote avoit citée comme l'ouvrage des anciens mathématiciens. Ce sont ces anciens mathématiciens, ces premiers cultivateurs des sciences à qui nous nous sommes efforcés de restituer la gloire qui leur appartient. Remarquons que la détermination de Possidonius étoit fondée sur deux bases, l'une de 5000, l'autre de 20000 stades; c'est-à-dire, de 150 & de 600 lieues. Ne doutons point que ces grandes bases, bien plus étendues que celles de toutes nos mesures modernes, n'ayent mérité la confiance de Ptolémée, & ne soient les motifs de la préférence qu'il accorde aux déterminations de ce philosophe. C'est en même tems la source de leur exactitude.

§. XXIX.

Riccioli (*b*) objecte à la mesure de la terre, conclue de l'arc de 20° intercepté entre Lysimachie & Syenne, que la position de ces deux villes ne donne que 18 degrés de différence de latitude. En effet Syenne a 23° 50′ de latitude & 62° de longitude, Lysimachie 54° 20′, & 41° 30′ de latitude. Mais Ptolémée avertit que, pour mesurer la terre, il n'est pas nécessaire que la distance des villes soit dans un méridien, pourvu qu'elle soit dans un grand cercle. Après avoir expliqué la méthode de la distance des villes, placées sous le même méridien, il ajoute : *Quod verò, etiamsi non per polos capiamus circulum eum qui per dimensum intervallum ducitur, sed per quemlibet è maximis possit id quod pro-*

(*a*) Cléomede, *Cyclica theoria*, L. I, c. 11.

(*b*) *Geogr. refor.* p. 141.

positum est ostendi, observatis similiter elevationibus in terminis, & positione quam habet intervallum illud ad alterum meridianum proposuimus nos, idque per extructionem organi meteroscopi (*a*). Ptolémée enseigne donc que l'on peut prendre le grand cercle qui passe par les deux zeniths, pourvu que l'on ait pris la latitude dans ces deux termes, & que l'on connoisse la position de ce grand cercle à l'égard du méridien, c'est-à-dire, la différence de longitude. Ptolémée développe ici la méthode des anciens; nous sommes étonnés qu'on n'y ait pas fait attention. Il ne faut donc pas leur reprocher que les villes, dont ils avoient mesuré la distance, n'étoient pas sous le même méridien; car ils savoient bien en tenir compte. L'autre méthode vaut mieux sans doute, parce que la réduction que celle-ci exige est une nouvelle source d'erreurs. Mais enfin ils avoient une méthode dont les principes étoient exacts. Nous espérons que ces rapprochemens, l'identité & l'exactitude des anciennes mesures de la terre feront quelque plaisir à nos lecteurs, & qu'ils jugeront, comme nous, que le travail des anciens mérite plus d'estime qu'on ne lui en a accordé jusqu'ici.

(*a*) *Ptolem. Geogr.* Lib. I, c. 3.

ECLAIRCISSEMENS,

DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE QUATRIEME.

De Ptolémée & de ses Successeurs, jusqu'à la fin de l'Ecole d'Alexandrie.

§. PREMIER.

Selon les Arabes, Ptolémée étoit né à Peluse, c'est pourquoi ils l'ont surnommé *Pelusiensis*; mais il étoit de Ptolémaïde en Egypte, comme on l'apprend de deux écrivains grecs, dont M. Bouillaud a recueilli les fragmens (*a*). Son nom, le même que celui des Rois, qui régnoient alors en Egypte, a fait penser qu'il étoit de la famille royale. Cette conjecture, avancée par Isidore, Evêque de Séville, dans le septieme siecle (*b*), n'a d'autre fondement que la ressemblance des noms. Fabricius (*c*) fait voir que le nom de Ptolémée étoit fort commun en Egypte, & a appartenu autrefois à beaucoup de personnes privées.

§. II.

On pourroit croire que Ptolémée a observé lui-même l'obliquité de l'écliptique: il dit dans son Almageste que la distance des tropiques est de 47° avec plus de deux tiers, & moins de trois quarts de degré; d'où, par un milieu, l'obliquité résulte de 23° 51′ $\frac{1}{2}$. Il dit avoir trouvé cette quantité, qui est la même que celle qui a été trouvée par Eratosthenes, & qui a été employée par Hypparque; dans son planisphere (*d*), il dit quelle est de 23° & presque

(*a*) *Olympiodori & Théodori Meliteniota frag. astr. cum Ptolem. de jud. facult.* Hist. des math. Tom. I, p. 287.

(*b*) Lib. III *originum*, c. 25.

(*c*) *Bibliot. grec.* IV, 14, p. 455.

(*d*) Planisphere, p. 2.

51′, ce qui fait croire qu'il la jugeoit ici un peu plus petite (*a*). Ptolémée eut l'intention de vérifier les travaux d'Hypparque, & l'ambition de les corriger : sa censure est quelquefois minutieuse, comme nous aurons occasion de le remarquer ; mais quand on veut reprendre les grands hommes, on ne peut le plus souvent les attaquer que sur les petites choses. Nous avons dit (*b*), par exemple, qu'Hypparque, dans la théorie de la lune, trouva par erreur des excentricités différentes dans l'hypothèse de l'épicycle & dans celle de l'excentrique ; c'est la remarque la plus importante de Ptolémée.

Il détermine cet élément, comme avoit fait Hypparque, au moyen de trois éclipses de lune, observées par les Chaldéens l'an 720 & 721 avant J. C. (*c*) ; & il trouve le rayon de l'épicycle au rayon du déférent dans le rapport de $5\frac{13}{60}$ à 60. Il répéta le même calcul sur trois autres observations qu'il avoit faites lui-même, les 17, 19 & 20 années d'Adrien, c'est-à-dire, environ 850 ans après, & il trouva encore le même rapport de $5\frac{14}{60}$ à 60 : ce qui fait voir que cet élément étoit constant. Il en résulte une équation du centre de 5° 1′ (*d*).

§. III.

Quoique Ptolémée ait tiré les mêmes résultats des deux hypothèses de l'excentrique & de l'épicycle, il paroît préférer pour la lune l'hypothese de l'épicycle, & la raison, qu'il ne dit point, est facile à deviner. La ligne des absides de la lune a un mouvement que les anciens ne connoissoient pas. L'hypothèse de l'excentrique cadre bien avec les observations du soleil, parce que le mouvement de ses absides est peu sensible pendant des siecles. Les Chaldéens avoient seulement reconnu que l'inégalité de la lune ne se rétablissoit pas, dans un tems égal à celui de sa révolution à l'égard du zodiaque ; l'épicycle, que l'on supposoit décrit dans le tems d'une révolution, de l'inégalité, satisfaisoit au mouvement des absides, sans que Ptolémée se doutât de ce mouvement, ce que n'auroit pas fait l'excentrique. Il est simple que puisque Ptolémée connoissoit deux révolutions différentes, il falloit qu'il établît deux cercles décrits, l'épicycle & le déférent.

Ptolémée, par les observations dont nous avons parlé dans le paragraphe précédent, corrigea ce mouvement de l'inégalité : Hypparque l'avoit

(*a*) Almag. *Lib. I, c.* 11.
(*b*) *Suprà*, p. 477.
(*c*) Almag. *Lib. IV, c.* 6.
(*d*) *Ibid.* Lib. IV c. 11.

établi de 52° 31′, en rejetant les révolutions entieres, pendant l'espace de 854 années égyptiennes, plus environ 74 jours, Ptolémée le trouve moindre de 17′. Il corrige en conséquence le mouvement établi par Hypparque (*a*); mais il faut convenir que l'erreur étoit legere & la correction puérile; Ptolémée ne pouvant pas se dissimuler que les observations comportoient une erreur beaucoup plus grande. Il est évident que Ptolémée, qui vouloit mettre du sien partout, a été bien aise de se donner l'air de corriger Hypparque. Nous en dirons autant de la correction du mouvement du nœud, ou du mouvement de la latitude, suivant le langage des anciens; correction qu'il trouve de 9′ en 615 ans (*b*).

Ce mouvement s'observoit par le moyen des éclipses, & nous dirons, d'après Ptolémée, les attentions qu'on apportoit à cette espece de détermination. On choisissoit deux éclipses où la lune n'eût aucune latitude, ou du moins où la lune eût également dans l'une & dans l'autre une latitude pareille, soit boréale, soit australe; ce qu'on reconnoît facilement, parce que si cette latitude est boréale, c'est la partie méridionale de la lune qui est éclipsée, & réciproquement. Il falloit de plus que dans ce cas la latitude fût égale, c'est-à-dire, que le nombre des doigts éclipsés fût le même. On avoit encore soin de choisir des éclipses dans les mêmes circonstances, à l'égard des inégalités propres au soleil & à la lune, afin qu'il n'y eût point d'erreur à craindre de ce côté. Alors on étoit sûr que le moyen mouvement de la lune entre ces deux éclipses étoit égal au mouvement de la latitude ou des nœuds. Il ne manquoit que des instrumens exacts, & semblables aux nôtres, à des astronômes capables de si bien saisir tous les moyens d'éviter les erreurs.

§. IV.

Nous avons dit que Ptolémée découvrit la seconde inégalité de la lune. Il remarqua très-bien que cette nouvelle inégalité n'avoit pas lieu lorsque la lune en quadrature, se trouvoit en même tems périgée ou apogée, & qu'il falloit, pour qu'elle fût la plus grande, que la lune en quadrature se trouvât à trois ou à neuf signes d'anomalie. Alors l'équation, qui étoit de 5° 1′, devenoit de 7° 40′; il appela cet excès de 2° 39 la seconde inégalité, & il établit qu'elle dépendoit de la distance de la lune au

(*a*) *Almag.* Lib. IV, c. 11. (*b*) *Ibidem*, c. 9.

ſoleil .(*a*) Ce réſultat eſt exact. Les deux équations ſont différentes dans Mayer, l'équation du centre ou la premiere équation eſt beaucoup plus grande, mais leur ſomme eſt de 7° 39′ 6″, & ne differe pas d'une minute de celle des équations de Ptolémée.

§. V.

Hypparque ayant repréſenté la premiere inégalité de la lune par un épicycle, ou par un excentrique, Ptolémée, déterminé pour l'épicycle, par la raiſon que nous avons alléguée, après avoir découvert la ſeconde inégalité, penſa qu'on pouvoit les repréſenter toutes les deux par un excentrique combiné avec un épicycle; mais il reconnut bientôt qu'un excentrique ordinaire ne ſatisfaiſoit pas aux apparences. En effet, en mettant à part la premiere inégalité très-bien repréſentée par un épicycle, & ne conſidérant ici que la ſeconde de 2° 39′, dont les conditions, données par l'obſervation, ſont qu'elle ſoit nulle dans les conjonctions & les oppoſitions, & la plus grande dans les deux quadratures; la lune étant toujours ſuppoſée à 3 ou à 9 ſignes d'anomalie. Soit (*fig.* 24) C le centre de l'excentrique ou du déférent, T le centre de la terre & du zodiaque, AE, *be*, *kg*, *dh*, les poſitions de l'épicycle dans la conjonction, l'oppoſition & les deux quadratures; ſoit dans la conjonction A la plus grande équation 5° 1′, repréſentée par l'angle ATE, il eſt sûr que dans les quadratures *b* & *d*, la lune étant plus près de la terre, le diametre de l'épicycle ſera vu ſous un plus grand angle, & produira une inégalité plus grande : il eſt facile alors de déterminer l'excentrique, de maniere que la différence ſoit de 2° 39′. Mais on voit que la diſtance *k*T étant encore plus petite que les diſtances *b*T, *d*T, l'angle *k*T*g* ſeroit le plus grand, & que l'inégalité qui en réſulte, loin d'être nulle, ſeroit la plus grande dans l'oppoſition. Ces phénomènes, comme nous l'avons dit, demandoient une orbite reſſerrée par ſes flancs; mais le préjugé des mouvemens dans un cercle ne permit pas à Ptolémée de s'écarter de cette courbe conſacrée. *Ii* (*circuli*), dit-il ailleurs, *enim divinorum corporum naturæ conveniunt, unde inordinatio & diſſimilitudo longè abeſt* (*b*). Pour obvier à toutes ces difficultés, voici ce que Ptolémée imagina; ce fut de faire mouvoir le centre de l'excentrique C autour de la terre T dans le petit cercle CMON, dans un ſens contraire au mouvement

(*a*) *Almag.* Lib. IV, c. 2 & 3.

(*b*) *Almag.* Lib. IX, c. 2.

du

du centre de l'excentrique. Il en résulte que le centre de l'épicycle étant en A ou en K, celui de l'excentrique est en C ou en O : d'où l'on voit que les deux distances, qui ont lieu dans les sizigies, sont égales : dans les quadratures au contraire, le centre de l'épicycle étant en B, le centre de l'excentrique est en M, & lorsque le premier est en D, le second est en N. Dans les sizigies, la distance de la lune à la terre est donc égale au rayon du cercle excentrique, augmenté de la moitié du diametre du petit cercle. Dans les quadratures, elle est égale au rayon de l'excentrique, diminué de la même quantité. Ce diametre peut être déterminé de maniere que le rayon de l'épicycle, vu du point T, aux distances égales AT, KT, produise une équation de 5° 1′, & qu'aux distances aussi égales BT, DT, il en produise une de 7° 40′. On sent que lorsque la lune ne sera point dans l'épicycle aux point E, F, G, H, où arrivent les plus grandes équations, l'équation sera en général moins considérable, mais toujours plus forte dans les quadratures que dans toute autre position.

§. VI.

Il s'ensuivoit de ces suppositions que la plus grande distance de la terre en conjonction, pouvoit être presque double de la plus petite distance à la lune en quadrature; ce qui n'est pas vrai. Ces distances sont à peu-près dans le rapport de 1 à 1, 15, ou de 7 à 8. L'observation des diametres, comme nous le dirons, devoit faire voir que ce rapport des distances presque doubles étoit fort éloigné du véritable.

On voit que de ces deux angles BTF, ATE, l'un de 7° 40′, l'autre de 5° 1′, donnés par observation, il étoit aisé de déterminer les dimensions de tous ces cercles; le rayon de l'épicycle étoit déjà calculé de 5, 13. Ptolémée trouva le rayon CT du petit cercle, de 10, 19, & celui de l'excentrique de 49, 41 (*a*).

§. VII.

La parallaxe que Ptolémée avoit déterminée de 1° 7′ (*b*) à 50° du zenith est beaucoup trop grande. La difficulté de pointer au centre de la lune a pu produire quelqu'erreur; mais la plus grande sans doute vient des élémens employés pour calculer la distance vraie de la lune. La longitude & la latitude tirées des tables, pouvoient s'écarter beaucoup des longitudes &

(*a*) Ptolémée, *Almag.* Lib. 5, c. 4.

(*c*) *Suprà*, p. 177.

des latitudes vraies, & par conséquent la distance au zenith, qui en étoit déduite, pouvoit être fort différente de la véritable.

Ptolémée conclut la distance de la lune à la terre pour le moment de l'observation de 39 $\frac{3}{4}$ demi-diametres terrestres, mais 38, 43 pour la distance moyenne dans les quadratures, & 59 pour la distance moyenne dans les sizigies. Ces distances varioient encore, suivant que la lune étoit apogée ou périgée de toute la valeur du diametre de l'épicycle, que Ptolémée calcula en conséquence de 10, 20 demi-diametres. Toutes ces distances donnoient différentes parallaxes horizontales, qui sont toutes trop grandes, parce qu'elles étoient déduites d'une trop grande parallaxe, observée de 1° 7′. Voici le tableau des distances & des parallaxes dans l'hypothese de Ptolémée.

		Distance à la terre.	*Parallele horizontal.*
Quadratures.	La lune apogée . . .	43 53	1° 19′ 0″
	La lune périgée . . .	33 33	1° 44′ 0″
Sizigies . . .	La lune apogée . . .	64 10	0° 53′ 44″
	La lune périgée . . .	53 50	1° 3′ 51″ (a)

§. VIII.

Ptolémée s'occupa aussi de l'observation des diametres du soleil & de la lune. Il déclare d'abord (b) qu'il ne fera point usage des anciennes méthodes de déterminer ces diametres par le moyen des clepsidres, & par le tems du lever & du coucher du disque du soleil, lorsqu'il est dans l'équinoxe. Ces méthodes étoient devenues trop imparfaites pour une astronomie qui commençoit à se perfectionner. Il construisit l'instrument nommé dioptra, qu'Hypparque avoit inventé, & que nous avons décrit (c). Mais cet instrument ne lui servit qu'à s'assurer que le diametre du soleil n'étoit assujetti à aucune variation sensible, & que le diametre de la lune, lorsqu'elle est le plus loin de la terre, est précisément égal à celui du soleil. Il borne là l'usage de l'instrument, & il le trouve insuffisant pour découvrir la quantité même de ces diametres. Il préféra de calculer des éclipses de lune arrivées dans la plus grande distance à la terre, où son diametre est égal à celui du soleil, & où on peut les connoître tous deux en même tems.

(a) Ptolémée, Almag. *Libro quinto*, c. 18.

(b) *Ibid.* c. 14.

(c) *Suprà*, p. 479.

Il trouva par la méthode des éclipses partielles, le diametre de la lune, dans sa plus grande distance à la terre de 31′ 20″ (*a*), & dans la plus petite, de 35′ 20″ (*b*). Ces diametres sont aujourd'hui entre 29 25 & 33 34 (*c*). Or 29 25 est à 33 34 précisément comme 31 20 à 35 45. Ainsi les diametres de Ptolémée, qui sont trop grands d'environ 2′, sont cependant dans la proportion qu'ils doivent avoir. L'observation des doigts éclipsés étoit donc faite avec quelque exactitude; on soupçonneroit qu'ils avoient, comme nous un instrument pour les mesurer, si l'on n'étoit pas bien fondé à croire le contraire (*d*); car, outre l'incertitude de l'observation, il y avoit encore l'erreur de la latitude calculée, qui portoit toute entiere sur la détermination du diametre; c'est même une espece de prodige qu'ils ne se soient pas trompés plus grossierement, quand on pense aux erreurs que nous commettions nous-mêmes dans la latitude de la lune, il n'y a pas un demi-siecle. En partant de là, il est très-singulier que le diametre du soleil, ainsi déterminé, s'accorde, à 8″ ou 10″ près, avec celui qui a été déterminé de nos jours (*e*) par les observations les plus exactes & les plus récentes. On seroit tenté de croire que les anciens connoissoient parfaitement l'erreur & l'incertitude de leurs instrumens, & qu'en conséquence, à force d'habitude & de soins, ils s'étoient fait une maniere d'observer, qui étoit toujours la même, & qui produisoit des erreurs dans le même sens; c'est pourquoi peut-être le résultat présent, qui est fondé sur la différence des quantités observées, n'est affecté que de la différence de ces erreurs, & peut avoir une certaine exactitude.

§. IX.

Ptolémée est entré assez avant dans le calcul des parallaxes; l'invention en appartient à Hypparque (*f*) : il avoit reconnu que toutes les observations de la lune, excepté ses éclipses, en étoient affectées. Nous soupçonnons même, par le récit de Ptolémée, qu'Hypparque avoit essayé de calculer l'effet de la parallaxe sur la longitude & la latitude de la lune. Ces calculs lui avoient été nécessaires sans doute pour son traité des éclipses dans les différens climats (*g*). Mais si l'on s'en rapporte au témoignage de Ptolémée, il paroît qu'Hypparque s'y étoit mépris. Dans la crainte de dépouiller injus-

(*a*) *Almag.* Lib. V, c. 14.
(*b*) *Ibid.* Lib. VI, c. 5.
(*c*) M. de la Lande, Astronomie, art. 1389
(*d*) *Infrà*, p. 544
(*e*) M. de la Lande, Astron. art. 1388.
(*f*) *Suprà*, p. 94.
(*g*) *Suprà*, p. 475.

tement Ptolémée, nous lui avons laissé les méthodes des parallaxes qu'il a du moins perfectionnées.

Pour la facilité du calcul, Ptolémée a construit des tables (*a*), où l'on trouve, pour les différens climats connus, les distances au zenith du premier degré de chaque signe de l'écliptique, à différentes heures. Il a placé à côté l'angle du même point de l'écliptique avec le vertical. Dans un autre table est la parallaxe, qui répond à la distance au zenith (*b*). Cela posé, voici comme il s'y prend pour calculer la parallaxe (*c*) : avec la longitude de la lune, il cherche la distance au zenith correspondante, & ensuite la parallaxe qui y répond. Soit (*fig.* 25) l'écliptique MN, le zenith Z, la lune en A, ZA le vertical de la lune, NE sa longitude vraie, AE sa latitude ; soit la parallaxe AB, & B par conséquent le lieu apparent de la lune, ND, BD sa longitude & sa latitude apparentes, AC, parallèle à ED, sera la parallaxe de longitude, BC celle de latitude. Dans le triangle rectangle ABC, Ptolémée connoissoit AB, la parallaxe de hauteur, & l'angle CAB, qui est l'angle de l'écliptique avec le vertical, ou du moins qui en differe très-peu ; il en conclut le rapport de AC & de BC à AB. Cette méthode est, à très-peu de chose près, celle dont on se sert aujourd'hui. Ptolémée a très-bien remarqué que la table des climats donne l'arc ZE, tandis que la parallaxe dépend de l'arc ZA ; mais il dit aussi que dans les éclipses, où la latitude de la lune est toujours très-petite, l'arc ZA se confond avec l'arc ZE. Il en est de même de l'angle du vertical ZE avec l'écliptique, au lieu de l'angle du vertical ZA avec le parallèle AC à l'écliptique. Hypparque montra qu'on pouvoit corriger l'arc ZE, en y ajoutant l'arc IA, qu'il est facile de calculer ; mais il se trompoit lui-même, parce qu'il supposoit que c'étoit l'arc ZI, qui étoit donné par les tables, au lieu de l'arc ZE. C'est cette correction d'Hypparque, qui nous a donné lieu de soupçonner que le fond de ces méthodes lui appartenoit. Au reste Ptolémée donne le moyen d'avoir égard dans le calcul à la latitude de la lune. Soit du point Z & du rayon ZE, décrit l'arc de cercle EO, étant donnés l'arc ZE ou son égal ZO, & l'angle ZEM de l'écliptique avec le vertical. Dans le triangle rectangle AEO, on connoît l'arc AE, qui est la latitude de la lune, & l'angle OEA, égal à l'angle ZEM. Il en déduit l'arc OA, qui étant ajouté à ZE, donne la vraie distance de

(*a*) Ptolémée, *Almag. Libro secundo*, c. 12.

(*b*) *Ibid.* Lib. V, c. 18.

(*c*) *Ibid.* c. 19

la lune au zenith, & l'arc de cercle OE, ou l'angle OZE, qui, retranché de l'angle ZEM, lui donne ZIM. Nous expliquons ces méthodes avec quelque détail, ce que nous ne ferons pas toujours par la suite. Mais ils sont intéressans pour apprécier l'état de l'astronomie dans les tems de sa renaissance. On voit briller déjà l'esprit d'examen & d'exactitude, qui est poussé si loin aujourd'hui. Ptolémée n'a point fait attention que la parallaxe dépend des distances apparentes au zenith, & non des distances vraies.

§. X.

A l'égard de la parallaxe du soleil, comme elle échappoit à leurs observations, il falloit, pour la connoître, déterminer la distance du soleil à la terre. Dans une éclipse où la lune avoit été à moitié éclipsée, Ptolémée avoit conclu avec raison que le demi-diametre de l'ombre étoit égal à la latitude de la lune, qui étoit alors de 40′ 40″ (*a*). La lune se trouvoit dans sa plus grande distance; par conséquent son diametre étoit de 31′ 20″, & alors, selon lui, précisément égal au diametre du soleil.

Soit (*fig.* 26) GA le soleil, EI la lune, CM la terre, son rayon NM égal à 1, CMX le cône d'ombre, NT la plus grande distance de la lune à la terre de 64, 10 demi-diametres terrestres, dont chacun est égal à NM. Dans le triangle rectangle TNI, il connoît TN de 64, 10 (*b*), & l'angle TNI de 15′ 40″, qui est le diametre de la lune, il calcule TI, qu'il trouve de 0^p 17′ 32″, dont TN en contient 64, 10. Il prend de l'autre côté de la terre NP égal à NT. Alors dans le triangle rectangle NPR, on connoît NP de 64, 10, & l'angle PNR, ou le diametre de l'ombre de 40′ 40″; on trouve PR de 0^p 45′ 38″; mais TN étant égale à NP, PR plus TS est égal au double de NM, c'est-à-dire à 2, la somme de PR & de TI est 1^p 3′ 11″: donc IS est égal à 2, dont on retranche 1^p3′ 11″, ou à 0^p 56′ 49″. Mais NM est à IS comme AN à AI, comme DN à DT; Donc NM moins IS est à DN moins DT, comme NM à DN, ou 0^p 3′ 11′ est à 64^p 10′ comme 1^p est à DN, que l'on trouve de 1210 parties, dont NT en contient 64 10, c'est-à-dire, 1210 demi-diametres terrestres.

§. XI.

Au moyen de ces quantités établies, Ptolémée trouva les rapports des

(*a*) *Almag.* Lib. V, c. 14 & 15.

(*b*) 64, 10 signifie 60 parties & 10 soixantiemes de ces parties. Les anciens subdivisoient toujours de soixante en soixante.

grandeurs du soleil, de la lune & de la terre. Le diametre de la lune étant 1, celui de la terre est $3\frac{2}{5}$, & celui du soleil $18\frac{4}{5}$; c'est à-dire, que si ces trois astres étoient vus à la même distance, leurs diametres seroient dans ces rapports. Ptolémée en conclut que le soleil est 170 fois plus gros que la terre (*a*). Ce rapport est à-peu-près celui qui a lieu entre les diametres de la lune & de la terre; mais le soleil est infiniment plus gros. Ce n'étoit pas avoir approché de la vérité plus près qu'Hypparque, qui avoit trouvé que le soleil étoit 150 fois plus gros que la terre (*b*). Nous savons aujourd'hui qu'il est douze cent mille fois plus gros.

Comme les parallaxes des différens astres sont dans la raison inverse des distances, Ptolémée trouva que si à la distance 64, 10 la parallaxe de la lune est 53′ 34″, à la distance de 1210, la parallaxe du soleil apogée doit être de 2′ 51″: c'est ainsi qu'il l'établit (*c*). Cette parallaxe, toute défectueuse qu'elle est, a été adoptée par les Arabes, & quoiqu'elle ait beaucoup varié chez les différens auteurs, Tycho, en 1577 la faisoit encore de 2′ 54″, à-peu-près comme Ptolémée.

§. XII.

Ptolémée, nous l'avons dit, enseigne qu'il ne peut y avoir éclipse quand la latitude de la lune est plus grande (*fig.* 27) que la somme des demi-diametres de la lune & de l'ombre. Ainsi dans la plus petite distance de la lune à la terre, où ces demi diametres sont, selon Ptolémée, de 17′ 40″, & de 45′ 56″, il ne peut y avoir éclipse lorsque la latitude est de 1° 3′ 36″, il y a seulement attouchement; à la latitude BC de 1° 3′ 36″ répond la distance au nœud de 15° 11′ (*d*). Cette distance est donc le terme des éclipses.

Les termes des éclipses solaires ne peuvent se fixer d'une maniere si simple, ni si générale, à cause de la parallaxe, qui est différente suivant la hauteur de la lune. S'il n'y avoit point de parallaxe, il y auroit éclipse de soleil toutes les fois que la latitude de la lune seroit moindre que la somme des demi-diametres du soleil & de la lune. Suivant Ptolémée, le demi-diametre du soleil étant toujours de 15′ 40″, & le plus grand demi-diametre de la lune de 17′ 40″, il peut y avoir éclipse quand sa latitude est moindre que 33′ 20″. Mais de la parallaxe il naît deux cas, celui

(*a*) *Almag.* Lib. V, c. 16.
(*b*) *Suprà*, p 479.
(*c*) *Almag.* Lib. V, c. 17 & 18.
(*d*) *Ibid.* Lib. VI, c. 5.

où la lune est plus boréale que le soleil, & où par conséquent étant toujours plus élevée sur l'horizon, sa parallaxe tend à la rapprocher du soleil. Ptolémée calcule la plus grande parallaxe de latitude qu'il trouve de 58′, il pourra y avoir éclipse toutes les fois que la latitude de la lune sera moindre que 1° 31′ 20″; ce qui répond à une distance au nœud de 17° 41′. Il faut donc que la conjonction vraie du soleil & de la lune n'arrive pas à plus de 17° 41′ du nœud, & la conjonction moyenne à plus de 20° 41′, pour qu'il y ait éclipse. Le second cas est celui où la lune étant australe & moins élevée que le soleil, sa parallaxe tend à l'en éloigner; alors les éclipses sont plus rares. Il peut y avoir même des occasions où la latitude de la lune soit nulle, & où il n'y aura point d'éclipse, parce que sa parallaxe de latitude excédera 33′ 20″. Ptolémée a porté l'attention jusqu'à chercher ce qui arriveroit dans les climats voisins de l'équateur, où la lune ainsi que le soleil, dans leur plus grande élévation, passent au-delà du zenith vers le nord.

Alors la lune D (*fig.* 28), quoiqu'australe à l'égard du soleil C, tend à s'en rapprocher par sa parallaxe, il trouve que dans ce cas la plus grande distance de la conjonction vraie au nœud est de 8° 22′, & la distance de la conjonction moyenne de 11° 22′. Ces déterminations, que les modernes ont peu changées (*a*), servent encore aujourd'hui de premier essai à ceux qui calculent des éclipses, pour savoir si elles sont possibles, & s'éviter des calculs inutiles.

Ces apparences de la parallaxe sont relatives à la partie septentrionale de la terre. Ptolémée ne parle point de la partie méridionale; à peine croyoit-on qu'elle pût être habitée: du moins les habitans en étoient inconnus, on n'avoit point de commerce avec eux, & l'astronomie ne calculoit les phénomènes des éclipses & les variations de la parallaxe que pour ceux qui pouvoient être attentifs à les observer.

§. XIII.

C'EST dans les recherches sur les éclipses que Ptolémée, éclairé par l'esprit d'examen, a apperçu une précision à laquelle ses instrumens ne pouvoient atteindre, & qu'il a dû regarder par conséquent comme négligeable. Il a connu la réduction à l'écliptique. Le moment de la conjonction des deux astres est celui où ils ont la même longitude comptée sur l'écliptique, où ils se trouvent dans le même cercle de latitude PDB (*fig.* 29).

(*a*) M. de la Lande, Astronomie, art. 1759.

On crut d'abord que le moment de la conjonction étoit celui où les longitudes des deux aſtres, du ſoleil & de la lune, par exemple, étoient égales. Mais ces longitudes AD, AB, ſont comptées ſur deux cercles différens, inclinés l'un à l'autre d'environ 5°, il en réſulte que lorſque les deux aſtres ſont dans le même cercle de latitude, l'arc AD n'eſt pas préciſément égal à l'arc AB; il en differe d'une petite quantité GD, qui eſt la réduction à l'écliptique, c'eſt-à-dire, la quantité tantôt additive, tantôt ſouſtractive dont il faut corriger la longitude de la lune, comptée dans ſon orbite, lorſqu'on veut rapporter cette longitude à l'écliptique. Ptolémée trouve que pour la lune, cette réduction, lorſqu'elle eſt la plus grande, eſt de 5'; mais que dans les éclipſes, elle ne ſurpaſſe jamais 2'; d'où il ne réſulte pas dans le calcul une erreur de plus de la ſeizieme partie d'une heure ou environ 4' (*a*). Il a remarqué de plus que le milieu d'une éclipſe de lune n'étoit pas rigoureuſement l'inſtant où la lune avoit été oppoſée au ſoleil, parce que les deux moitiés de la partie de ſon orbite, qui ſe trouve dans l'ombre de la terre, ne ſont pas parcourues en tems égal, à cauſe des mouvemens inégaux du ſoleil & de la lune; mais il penſe que ces deux inſtans ſont ſenſiblement les mêmes (*b*). Ce ſont toutes ces attentions, toutes ces remarques qui décelent un aſtronôme conſommé; car, pour être tel, il faut employer tous les élémens connus, ou dire pourquoi on ne les a pas employés.

§. XIV.

Nous apprenons par un paſſage de Ptolémée que les anciens aſtronômes comptoient les doigts éclipſés, non par rapport au diametre, diviſé en 12 parties, comme nous faiſons aujourd'hui, mais par rapport à la ſurface du diſque; en ſorte que, ſelon eux, un doigt étoit la douzieme partie de ce diſque. Cette méthode eſt ſinguliere, mais c'eſt ce qu'il ſemble qu'on doive conclure des paroles de Ptolémée. *Verùm quoniam plurimi eorum qui eclipticas ſignificationes obſervant, non per diametros circulorum magnitudines obſervationum metiuntur, ſed per totas ipſarum ſuperficies, quoniam viſus ſecundùm objectionis totum ipſum quod apparet comparat non apparenti* (*c*). Ajoutons que Ptolémée, qui ne fait uſage que de la diviſion des doigts comptés ſur le diametre, donne un calcul & des tables (*d*) pour réduire

(*a*) *Almag.* Lib. VI, c. 7.
(*b*) *Ibid* c. 9.
(*c*) *Ibid.* c. 7.
(*d*) *Ibid.* c. 7 & 8

l'une

l'une de ces manieres de compter à l'autre. Nous ne concevons pas comment les anciens pouvoient estimer le rapport de la partie claire de la lune éclipsée à son disque entier, dont ils ne voyoient qu'une partie; mais cela nous paroît positif, d'après ce que nous venons de rapporter. Les doigts des observations d'éclipses, rapportées dans l'Almageste, sont cependant évalués en parties du diametre (*a*); Ptolémée les avoit réduits à sa maniere de compter, qui est aujourd'hui la nôtre.

§. XV.

Nous allons donner une idée de sa méthode de calculer les éclipses; & d'abord des éclipses de lune (*b*). Il calculoit pour le méridien du lieu, le moment de l'opposition vraie, & la distance de la lune au nœud; avec cette distance, il trouvoit, dans des tables calculées exprès, le nombre de doigts de l'éclipse, le tems que la lune employoit à entrer dans l'ombre & à en sortir; ce qu'il appeloit le tems d'*incidence* & de *réplétion* : il y trouvoit le tems de la demeure dans l'ombre quand l'éclipse étoit plus que totale. Il avoit ainsi tous les instans remarquables, celui du commencement de l'éclipse, de l'immersion totale, du commencement de l'émersion, & celui de la fin de l'éclipse. Voici comment il calculoit les quantités contenues dans ces tables. Le diametre de l'ombre, celui de la lune, sa longitude & sa latitude étant connus, lui donnoient la quantité du diametre qui entroit dans l'ombre. Par conséquent il avoit 1°. le nombre des doigts éclipsés; 2°. la distance (*fig.* 30) du centre G de la lune au centre A de l'ombre. Il supposoit que les points B & D fussent les lieux du centre de la lune au moment du commencement & de la fin de l'éclipse; donc AB, & AD, étoient égales chacun à la somme des demi-diametres de la lune & de l'ombre; dans les triangles rectangles & égaux, ABG, ADG, *où* AD, AG, AB *étoient connues*, il calculoit facilement BG, ou son égale GD, qui retranchée du moment de la conjonction, ou ajoutée à ce moment, donnoit ceux du commencement & de la fin de l'éclipse.

Quand il y avoit éclipse totale & demeure dans l'ombre, en supposant que la lune fût en E lors de l'immersion totale, & en F lors du commencement de l'émersion, il avoit AE, AF égales chacune au demi-diametre de l'ombre, moins le demi-diametre de la lune, il en déduisoit donc la valeur de EG, & de son égale GF. Ces arcs BG, EG, &c.

(*a*) *Almag.* Lib. V, c. 14 & ailleurs.

(*c*) *Ibid.* Lib. VI, c. 9.

étoient augmentés d'une douzieme partie, parce que le centre de l'ombre n'est pas en repos, & que son mouvement, causé par le mouvement du soleil est environ douze fois moindre que celui de la lune (*a*); ensuite ces arcs étoient réduits en tems, à raison du mouvement de la lune. Ptolémée portoit même l'attention jusqu'à calculer le mouvement horaire vrai de la lune, pour cette réduction, afin de tenir compte des petites inégalités qui pouvoient avoir lieu dans l'intervalle d'une éclipse.

§. XVI.

A l'égard des éclipses de soleil (*b*), il cherchoit par les tables l'heure avant & après midi de la conjonction vraie. Avec la longitude de la lune & sa distance au méridien, il trouvoit, dans des tables dressées pour chaque climat, la distance LZ (*fig.* 31) de la lune au zenith, & l'angle LDN de l'écliptique avec le vertical. Dans la table des diversités d'aspects, c'est-à-dire des parallaxes (*c*), il avoit la parallaxe de hauteur LM, relative à la distance de la lune au zenith; & au moyen de l'angle de l'écliptique avec le vertical, ou de son complément DLS, il la réduisoit en parallaxe de longitude AL ou BS. Il avoit soin de retrancher auparavant la parallaxe solaire de la parallaxe de hauteur. La parallaxe de longitude est la distance de la conjonction vraie à la conjonction apparente; il l'augmentoit d'une douzieme partie, pour avoir égard au mouvement du soleil. Cette parallaxe, ainsi augmentée & réduite en tems, lui donnoit l'instant de la conjonction apparente. Il prenoit de nouveau dans les tables, pour cet instant, la distance de la lune au zenith, l'angle de l'écliptique avec le vertical, & la parallaxe de hauteur; il en concluoit la parallaxe de latitude LE. Comme il avoit reconnu que la latitude de la lune près des nœuds étoit à-peu-près à la distance au nœud comme 1 à 12, il multiplie par 12 la parallaxe de latitude, afin d'avoir la quantité EC, dont la parallaxe fait paroître la lune plus près ou plus loin de son nœud; il a donc alors la distance apparente CN de la lune à son nœud, & si cette distance est dans les termes qu'il a fixés (*d*), il dit qu'il y aura éclipse. Avec cette distance, il cherche

(*a*) Nous ignorons pourquoi Ptolémée ajoute ici un douzieme pour le mouvement du soleil, tandis que, c. 5 du même liv. VI, il dit que le moyen mouvement de la lune est treize fois plus grand que celui du soleil, ce qui est beaucoup plus exact. La proportion que Ptolémée établit ici n'est vraie que lorsque la lune est dans son apogée & que son mouvement est le plus lent.

(*b*) *Almag.* Lib. VI, c. 10.

(*c*) *Suprà*, p. 540.

Almag. Lib. II, cap. 12, Lib. V, c. 18.

(*d*) *Suprà*, p. 542.

dans une table dressée exprès, & semblable à celle dont nous avons parlé pour les éclipses de lune, la quantité des doigt éclipsés, & celle de l'incidence & de la réplétion; il ajoute à ces deux dernieres quantités une douzieme partie pour le mouvement du soleil, & il réduit le tout en tems, à raison du mouvement horaire vrai & actuel de la lune.

Cependant Ptolémée n'oublie point de considérer que la parallaxe change continuellement pendant la durée de l'éclipse, & il montre la maniere d'y avoir égard, en calculant l'effet de la différence de la parallaxe entre le commencement, la fin & le milieu de l'éclipse, pour lequel le premier calcul a été fait. Cette méthode perfectionnée est encore suivie aujourd'hui, & le fond de la nouvelle est le même que celui de l'ancienne.

§. XVII.

Il examine ensuite la ligne qui joint les centres du soleil & de la lune, & le sens suivant lequel elle se dirige relativement à l'écliptique & à l'horizon. En établissant la position de cette ligne au moment de la conjonction, il détermine l'angle que toutes les autres positions font avec celle-ci, & il en donne des tables. (*a*). Il y a apparence que cet angle, ou plutôt cette ligne, étoit de quelque usage dans l'astrologie; car Ptolémée semble l'avoir en vue dans le traité *de judiciis* (*b*). On tiroit sans doute des indications, suivant le point de l'horizon que regardoit la partie obscure de la lune. Cet angle & cette ligne ne sont d'aucun usage aujourd'hui dans l'astronomie, & ne doivent pas avoir été employés dans l'ancienne astronomie, car Ptolémée lui-même ne semble pas y faire grande attention. Cependant Kepler en a fait mention, il a donné la méthode pour les observer & pour en tirer des résultats.

§. XVIII.

Nous allons entrer dans quelque détail sur les théories des planetes, dans l'hypothese de Ptolémée; ces détails, cette hypothese peuvent mériter quelque curiosité, puisqu'ils ont été admis & commentés dans presque tout l'univers pendant quatorze siecles.

Ptolémée, réfléchissant sur l'ordre des planetes dans leurs distances, avoit été assez embarrassé des deux plus petites, Vénus & Mercure; il remarquoit qu'elles n'avoient point de parallaxe, cependant il les plaça au-dessous du

(*a*) *Almag.* Lib. VI, cap. 11, 12 & 13. Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. 315.

(*b*) Astron. optic. p. 360 & 407.

soleil. C'est sans fondement que Geber (*a*) lui reproche de se contredire ici, en lui objectant que puisqu'il plaçoit Vénus & Mercure au-dessous du Soleil, ces deux planetes devoient avoir une plus grande parallaxe que le Soleil, qui, suivant Ptolémée, en avoit une de près de 3′; & qu'en partant des distances de Vénus & de Mercure périgées, établies par lui-même, la premiere devoit avoir une parallaxe de 3′, & la seconde une de 7′. Il est évident que Ptolémée ne pensoit pas que ces planetes manquassent absolument de parallaxe, mais qu'elle étoit insensible par les observations dont nous avons limité la précision à-peu-près à 5′ (*b*); d'autant que, pour qu'il eût pu appercevoir l'effet de la parallaxe, il lui auroit fallu des observations qui en fussent affectées, & d'autres qui ne le fussent pas. Or Mercure, qui s'éleve très-peu sur l'horizon, n'est pas dans le cas.

Le point difficile étoit d'expliquer les deux révolutions des planetes tant à l'égard du soleil, qu'à l'égard du zodiaque. Cette entreprise, si l'on s'en rapporte à Ptolémée (*c*), avoit même avant Hypparque, exercé la sagacité des mathématiciens astronômes. Nous croyons que Sosigenes pourroit bien être un de ceux que Ptolémée avoit en vue (*d*). Ils avoient essayé de représenter les mouvemens des planetes par des hypotheses, d'en dresser des tables, qu'ils décoroient du titre magnifique de tables perpétuelles : c'étoient vraisemblablement des éphémérides; mais les uns n'ont pu même commencer, les autres finir la tâche qu'ils s'étoient imposée. Nous allons exposer la maniere dont Ptolémée s'y est pris pour tirer des observations les dimensions de tous les cercles, dans lesquels il enfermoit les mouvemens des planetes, & des modifications qu'il fut quelquefois obligé de faire à cette hypothèse générale pour satisfaire à toutes les apparences.

§. XIX.

Nous commencerons, comme Ptolémée lui-même, par Mercure; on ne peut le voir que lorsqu'il s'écarte du soleil, & ce sont ces digressions, & sur-tout les plus grandes qu'il est utile d'observer. Ces digressions, selon lui, étoient produites par le mouvement dans l'épicycle. Il en suivit constamment l'observation, & il remarqua que les plus grandes de ces digressions n'étoient pas toujours égales, ce qu'il attribua au mouvement dans l'excentrique. Parmi ces plus grandes digressions inégales, il choisit la plus grande

(*a*) Geberi, *Comment in Almag.* Riccioli, *Almagest.* Tome I, page 494.

(*b*) *Suprà*, p. 457.

(*c*) *Almag.* Lib. IX, c. 2.

(*d*) *Suprà*, p. 495.

& la plus petite ; il représente l'une (*fig.* 32) par l'angle DBG, qui est vu de la terre B, & l'autre par l'angle ABE ; des valeurs de ces deux angles, il déduisit les rapports de AE à AB, & de GD à BG ; & par conséquent puisque AE égale GD, le rapport de AB à BG, comme 120 à 99, ou comme 69 à 57. (*a*).

Comme il falloit absolument que Mercure fût en-deçà du soleil, & qu'il tournât autour de la terre, il en résulta que Mercure se trouvoit deux fois périgée & deux fois apogée (*b*). Effectivement, en excluant les conjonctions avec le soleil, qui n'étoient pas alors visibles, il est certain que dans chacune de ces digressions orientale & occidentale, il y a un point où Mercure est également près, ou également loin de la terre; pour représenter cette apparence, Ptolémée supposa, comme il avoit fait pour la lune, un petit cercle CNHK (*fig.* 32), sur lequel le centre de l'excentrique étoit porté, par un mouvement contraire à celui du centre de l'épicycle. D'où il suit que la terre est moins éloignée de Mercure, lorsque le centre de l'épicycle est en L que lorsqu'il est en G ; parce que dans le premier cas, le centre de l'excentrique est en K, & que dans le second il est en H : or KL & HG étant supposées toujours égales, BL est plus courte que BG. De l'autre côté il y a un point N, où la même chose doit arriver, & où Mercure se trouve une seconde fois dans la plus petite distance de la terre. Il se trouve de même deux fois dans sa plus grande distance.

§. XX.

Ces points s'appeloient les périgées & les apogées de l'épicycle ; il y en avoit deux autres A & G, où le centre de l'épicycle étoit le plus éloigné & le plus près de la terre, que l'on pouvoit appeler l'apogée & le périgée de l'excentrique. Ptolémée les déterminoit (*c*), en choisissant deux digressions égales parmi les plus grandes, l'une orientale, l'autre occidentale ; le milieu entre ces deux longitudes de Mercure lui donnoit le lieu du périgée, & deux digressions pareilles, choisies entre les plus petites, lui donnoient le lieu de l'apogée. On voit que ces deux points doivent être éloignés dans l'écliptique de 180° ; mais on sent aussi que par des observations si difficiles, & faites avec des instrumens, qui ne donnoient pas une grande précision, il devoit se trouver quelque différence. C'est cependant ce qui

(*a*) Ptolémée, *Almag.* Libro nono, cap. 8.

(*b*) *Ibid.*

(*c*) *Ibid.* c. 7.

n'arrive point ; & on ne peut s'empêcher de former le soupçon que Ptolémée corrigeoit ses observations dans son cabinet, pour les faire prêter à ses hypothèses ; il n'a point de peine à trouver deux digressions parfaitement égales, il ne fait jamais de réduction, en tenant compte du mouvement de Mercure, pour les amener à cette égalité. Quels que soient les avantages d'un beau ciel, il est peu vraisemblable que l'on ait toujours les observations telles qu'on les veut. En concluant de ces observations les longitudes de l'apogée & du périgée, il les trouvoit éloignés précisément, & sans aucune différence, de 180° : au moyen d'observations anciennes, il calcule la position de la ligne des absides 400 ans avant lui, & il trouve que dans cet intervalle de tems elle avoit avancé de 4° ; c'étoit exactement la rétrogradation des points équinoxiaux ; il auroit dû trouver plus de 7°. Qui ne voit pas qu'il n'en a trouvé que quatre, parce qu'il imaginoit que cela devoit être ainsi, à cause du mouvement des points équinoxiaux, & qu'il n'en a pas voulu trouver davantage, parce qu'un mouvement particulier à la ligne des absides, l'auroit mis dans l'embarras d'une nouvelle explication.

§. XXI.

On peut remarquer que dans cette théorie de Mercure, établie par Ptolémée, il y a deux excentricités BF & CF. Dans la théorie de la lune, où Ptolémée a employé à-peu-près le même artifice, il n'y en a qu'une ; le centre de l'excentrique, porté sur le petit cercle CKHN, tourne autour du centre B de la terre & du monde. Ici il passe à une distance de la terre BH : c'est que dans la théorie de la lune Ptolémée n'avoit à faire qu'à l'excentricité de cette planete ; ici l'excentricité de la terre a un effet qui se complique avec celle de Mercure ; & c'est pourquoi Ptolémée fut obligé d'écarter le petit cercle CKHN du centre B. Si ce point B se fût trouvé dans la circonférence de ce cercle, il n'y auroit pas eu deux périgées & deux apogées ; la plus courte distance auroit été BG, & la plus grande AB. La distance de Mercure à la terre varie réellement, 1°. en raison de sa distance au soleil, selon qu'il est au-delà ou en-deçà ; 2°. en raison de son excentricité ; 3°. en raison de l'excentricité de la terre. Aussi voit-on que sa distance dans la théorie présente, varie en raison du diametre de l'épicyle, du diametre du petit cercle, & de la distance BH. Tout cela n'est pas dans les proportions qu'il faudroit ; mais la théorie de Mercure est très-difficile, & l'hypothèse étoit trop éloignée de la nature.

En supposant le rayon de l'excentrique CF & FG divisés en 60 parties,

le rayon de l'épicycle en contient 22 $\frac{1}{2}$, le rayon du petit cercle 3, & la distance BH 3 (*a*).

La théorie de Vénus doit avoir beaucoup de ressemblance avec celle de Mercure. Cependant il y a une différence très-sensible, c'est celle de leurs excentricités propres. Celle de Mercure est fort grande, celle de Vénus est fort petite; aussi Ptolémée reconnut-il qu'il pouvoit se passer du petit cercle CKHN. Il ne tient pas compte de l'excentricité de Vénus, que les observations ne lui firent point appercevoir, & il n'a égard qu'à l'effet de l'excentricité de la terre, mais en l'attribuant à l'orbite de Vénus. Voici comment il s'y prit pour la trouver: après avoir déterminé, comme dans la théorie de Mercure (*fig.* 33), les points H & K, apogée & périgée, il choisit (*b*) deux observations des plus grandes digressions, l'une orientale, l'autre occidentale, faites lorsque le centre de l'épicycle où le soleil, qui a le même mouvement, étoit à 90° de l'apogée. Ces deux digressions E*D*n, F*D*n étoient inégales, & leur différence *m*D*n*, ou BDC, étoit double de l'effet de l'excentricité. De la valeur de cette différence, ou de cet angle *m*D*n* donné par observation, il concluoit le rapport de BC à BD; il partageoit cette excentricité BC en deux parties égales en A, où il plaçoit le centre de l'excentrique, & en C le centre d'un cercle qu'il appeloit l'équant, ou le cercle dans lequel les mouvemens étoient égaux en tems égaux.

Le rayon de l'excentrique AH étant de 60 parties, BC étoit de 1 $\frac{1}{2}$, AB par conséquent de 1 $\frac{1}{4}$, & le rayon de l'épicycle de 43 $\frac{1}{4}$.

§. XXII.

On demandera pourquoi Ptolémée a employé dans cette théorie, ainsi que dans toutes les autres, ce cercle nommé équant, qui étoit un cercle purement fictif, & même inutile, puisqu'il n'avoit qu'à placer le centre de l'excentrique au lieu où il met le centre de l'équant? Son hypothèse auroit été plus physique; car enfin son excentrique est physique: la planete portée dans un épicycle, pouvoit le paroître aussi. Dans un tems où on ne connoissoit point un mécanisme plus simple & plus digne de la nature, on pouvoit croire que les mouvemens des planetes s'opéroient ainsi. Mais Ptolémée n'ignoroit pas que cet équant n'existoit point. On peut croire qu'il s'y est déterminé par deux raisons (*c*), 1°. pour qu'il y eût un point d'où les

(*a*) *Almag.* Lib. IX.
Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. 565.

(*b*) *Almag.* Lib. IX, c. 3.
(*c*) Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. 523.

mouvemens circulaires, c'eſt-à-dire, les angles décrits fuſſent égaux en tems égaux; les anciens, nous l'avons déjà remarqué bien des fois, auroient eu recours aux ſuppoſitions les plus forcées, plutôt que de ne pas conſerver quelque part cette uniformité : 2°. parce qu'il vouloit que le centre de l'épicycle fût plus proche de la terre dans l'apogée, & plus loin dans le périgée que l'excentricité entiere ne l'eût permis.

§. XXIII.

Ptolémée fit pour les trois planetes ſupérieures, Saturne, Jupiter & Mars, les mêmes ſuppoſitions que pour Vénus; c'eſt-à-dire, qu'il établit un épicycle dans lequel la planete faiſoit ſa révolution à l'égard du ſoleil, le centre de cet épicycle roulant ſur la circonférence d'un cercle excentrique à la terre, dont le centre étoit également diſtant du centre de la terre & du centre de l'équant, autour duquel les arcs décrits en tems égaux étoient égaux.

Nous avons dit que Ptolémée employa les oppoſitions des planetes au ſoleil; il choiſit trois obſervations, comme il avoit fait pour la lune (*a*); la méthode ſeroit trop longue à rapporter. Il faut remarquer ſeulement que les oppoſitions des planetes, rapportées dans Ptolémée, ſont déterminées relativement au lieu moyen du ſoleil. Cet aſtronôme, faiſant mouvoir le ſoleil ſur un cercle excentrique, décrit par un mouvement égal autour de ſon centre, regardant, pour ainſi-dire, ce centre comme celui de l'univers, avoit cru qu'il étoit néceſſaire d'y rapporter les mouvemens de tous les corps céleſtes, & en conſéquence il avoit déterminé le vrai lieu des planetes, par rapport au mouvement moyen des planetes. Tycho ſuivit en cela Ptolémée. Kepler fut le premier qui s'en écarta, & qui ſentit que les oppoſitions des planetes avec le lieu moyen du ſoleil nous donnent de fauſſes poſitions, capables de jeter dans l'erreur (*b*).

Ptolémée conclut des obſervations les dimenſions ſuivantes pour les trois planetes, le rayon de l'excentrique étant ſuppoſé de 60 parties.

	Rayon de l'épicycle.	Distance *du centre de l'équant au centre de la terre.*	Distance *du centre de l'excent. au centre de la terre.*
♄	6P 30	6P 50	3P 25
♃	11 30	5 30	2 45
♂	39 30	12 0	6 ● (*c*)

(*a*) *Suprà*, p. 534.
(*b*) Caſſini, *Elémens d'aſtron.* p. 352.
(*c*) Ptolémée, *Almageſt.* Libris X & XI.

Nous

Nous ne dirons rien des ſtations & des rétrogradations, dont Ptolémée calcule la durée dans ſon hypothèſe. Nous ne nous ſommes point propoſé de donner un extrait entier du livre de Ptolémée, mais de faire connoître l'eſprit de ſes méthodes & le ſuccès de ſes explications; nous croyons en avoir dit aſſez à ce ſujet.

Voici ces inclinaiſons que Ptolémée détermina pour chacune des planetes.

	Inclinaiſon de l'excentrique.	*Inclinaiſon de l'épicycle.*
♄	2° . . . . 26′	4° . . . . 30′
♃	1° . . . . 24′	2° . . . . 26′
♂	1° . . . . 0′	2° . . . . 15′
♀	0° . . . . 10′	2° . . . . 30′
☿	0° . . . . 45′	6° . . . . 15′ (a).

§. XXIV.

Ptolémée confirma le mouvement progreſſif des étoiles, & la rétrogradation des points équinoxiaux qu'Hypparque avoit découverts; il reconnut que depuis Hypparque elles s'étoient avancées proportionnellement à 1° en 100 ans, que les latitudes étoient reſtées conſtamment les mêmes, tandis que toutes les déclinaiſons étoient très-ſenſiblement changées. C'étoit tout ce qu'Hypparque avoit imaginé, & ce que ſa circonſpection l'avoit empêché d'affirmer.

Ptolémée faiſoit uſage des conjonctions de la lune avec quelques étoiles, ou de leurs occultations, pour en déduire le lieu de ces étoiles par le moyen du lieu de la lune, calculé ſur ſes tables. Il eſt évident 1°. que ces tables n'ayant que deux équations, qui encore n'avoient quelque exactitude que dans les ſizigies & dans les quadratures, la longitude calculée de la lune devoit être fort différente de la véritable; 2°. les diametres n'étoient pas fort exactement connus; ils étoient trop grands, mais c'étoit la moindre ſource d'erreur; 3°. la parallaxe, déterminée beaucoup trop grande par Ptolémée, donnoit toujours un faux lieu apparent. Cependant avec toutes ces ſources d'erreur, les obſervations qu'il a calculées donnent des réſultats dont l'accord étonne; c'eſt ce qu'il eſt bon de mettre ici ſous les yeux.

Selon une obſervation de Tymocharis, faite l'an 455 de Nabonaſſar, il trouve la longitude de la claire des Pléïades à 29° 30′ du Bélier, & ſa lati-

(a) *Almag.* Lib. XIII, c. 3.

tude boréale de 3° 40′ Par une obſervation d'Agrippa, faite en Bithynie l'an 840 de Nabonaſſar, il trouve cette longitude à 3° 15′ du Taureau, la latitude de 3° 40′; l'étoile avoit donc avancé de 3° 45′ en 375 ans; ce qui fait juſte un degré en 100 ans, ſans avoir changé de latitude (*a*)

Par une obſervation de Tymocharis de l'an 454 de Nabonaſſar, Ptolémée trouve la longitude de l'épi de la Vierge à 22° 20′ de la Vierge, la latitude auſtrale de 2°. Par une ſeconde obſervation de l'an 466, cette longitude étoit à 22° 30′, & la latitude de 2°. Enfin l'an 845, par une obſervation de Ménélaüs à Rome, on trouve la même longitude à 25° 15′, & toujours préciſément 2° de latitude. C'eſt un progrès de 3° 55′ en 391 ans, ou de 3° 45′ en 379 ans; ce qui fait encore, à très-peu près, 1° en 100 ans.

Selon une obſervation de l'étoile la plus boréale au front du Scorpion, faite par Tymocharis l'an 464 de Nabonaſſar, il trouva la longitude de l'étoile à 12° du Scorpion, avec une latitude boréale de 1° 20′. Mais l'an 845, il trouva, par une obſervation de Ménélaüs faite à Rome, la longitude de la même étoile à 15° 55′ du Scorpion, & ſa latitude de 1° 20′, ce qui fait encore 3° 55′ en 391 ans, ou 1° en 100 ans.

Comme on ne peut douter que ces déterminations ne ſoient aſſujetties à des erreurs conſidérables, tant à cauſe de l'erreur de l'obſervation même qu'à cauſe de l'incertitude du lieu calculé de la lune, il eſt étrange qu'elles s'accordent avec une telle préciſion; & on ne peut s'empêcher de croire que Ptolémée a fait prêter le calcul de ſes réductions, pour mettre plus d'accord dans ſes réſultats, & donner plus de confiance aux conſéquences qu'il en tire ſur la nature & la quantité du mouvement des fixes. Nous avons été bien aiſe de donner cet exemple d'un accord qui nous a déjà ſurpris (*b*); Ptolémée employoit certainement quelque tour de main pour parvenir à cette uniformité de réſultats. Nous ne croyons pas cependant que les obſervations ni les calculs ſoient faux : ſes contemporains auroient pu le convaincre de menſonge, quant aux obſervations qu'il citoit; nous-mêmes, nous pourrions le faire quant aux calculs, puiſque nous avons les tables d'où ils ſont tirés. Nous imaginerions plus volontiers qu'il a établi ſon réſultat, comme nous le faiſons aujourd'hui, par un milieu pris entre un grand nombre de déterminations; & que pour cacher le peu d'accord de ces déterminations, &

(*a*) *Almag.* Lib. VII, c. 3.

(*b*) *Suprà*, p. 549.

leurs écarts, il n'a donné que celles qui se trouvoient conformes au résultat moyen de toutes les autres. Il nous semble que cette conjecture, qui est très-naturelle, peut justifier Ptolémée jusqu'à un certain point, rendre la confiance aux observations qu'il rapporte, & expliquer un accord, qui autrement les rendoit suspectes.

§. XXV.

Le catalogue des étoiles, contenu au VIIe livre de l'Almageste, a 1028 étoiles, quoiqu'on dise communément qu'il n'en a que 1022. C'est le catalogue d'Hypparque, réduit par Ptolémée à son tems, en augmentant leurs longitudes de 2° 40′ (*a*). Le nombre des étoiles visibles à la vue simple, doit varier beaucoup, suivant les vues, & même en raison des précautions que l'on prend pour n'en point laisser échapper. Nous avons dit que, suivant Pline, on en comptoit 1600 dans les 72 constellations (*b*). Si l'on en croyoit les rabbins, ils en auroient trouvé 12000 (*c*). Les Chinois, sans télescopes, en ont compté jusqu'à 2500. Mœstlin, cité par Kepler, a connu un religieux, qui distinguoit 40 étoiles dans le bouclier d'Orion, tandis que d'autres en voyent à peine 11 ou 12. Mœstlin en voyoit distinctement 14 dans les pléïades, où l'on n'en voit communément que 6 ou 7 (*d*). Voilà sans doute pourquoi les uns ont dit que cette contellation étoit composée de 7 étoiles, les autres de 6, comme Ovide (*e*) :

Quæ septem dici, sex tamen esse solent.

Cette variation vient de la différence des vues.

Il n'étoit pas aisé de faire le dénombrement des étoiles, & d'être sûr de n'en point laisser échapper. Nous imaginons qu'Hypparque & Ptolémée avoient quelque instrument pour cela. Le P. Mabillon, dans son *voyage d'Allemagne* (*f*), dit qu'il a trouvé dans un ancien manuscrit une figure, où Ptolémée étoit représenté regardant les astres à travers un long tube. Ce manuscrit étoit du treizieme siecle, écrit de la main d'un moine nommé Conrad, quatre siecles avant l'invention des télescopes. On soupçonna qu'il les avoit connus (*g*); mais une si belle invention ne seroit pas restée

(*a*) *Almag.* Lib. VII, c. 5.
(*b*) *Suprà*, p. 482.
(*c*) Kepler, *in dissertatione, cum nuncio sidereo*, p. 23.
(*d*) Kepler, *ibid.*
(*e*) Fastes, *Lib. IV*, *v.* 170
(*f*) Pag. 46.
(*g*) On a cru que Porta avoit parlé (*Mag. nat.* Lib. 17, c. 11) du tube de Ptolémée. Il est plus vraisemblable qu'il a eu en vue une espece de lunette ou de miroir placé sur le phare d'Alexandrie par un Ptolémée, Roi

si long-tems inconnue & stérile. Il y a lieu de croire que le moine avoit copié cette figure dans quelque manuscrit plus ancien. On trouve de même à la Chine l'idée d'un long tube, destiné à l'observation des astres (*a*). Nous pensons que l'un & l'autre ont servi à écarter les rayons latéraux, afin de voir un objet plus distinctement, & que Ptolémée & Hypparque employerent cet instrument à compter les étoiles, & à les distinguer les unes des autres. C'étoit le moyen d'appercevoir les petites étoiles de la sixieme grandeur. On sait par expérience que ces tubes, fussent-ils même de papier, facilitent la vision (*b*). On trouve encore l'usage de ce tube dans le dixieme siecle. Gerbert, qui depuis fut Pape, s'étant retiré vers l'Empereur Othon III, son disciple, vint à Magdebourg, où il fit une horloge, après avoir observé l'étoile polaire par le moyen d'un tube (*c*). Ce tube est très-remarquable. On a cru faussement qu'il y avoit des verres. (*d*). Depuis que nous avons eu cette idée de l'usage des tubes, nous avons trouvé un passage de Geminus (*e*), qui paroît le confirmer : Geminus dit, en parlant du mouvement journalier des étoiles dans des cercles : *Quòd verò circularem* (*mundus*) *faciat motum, ex eo manifestum est, quòd omnes stellæ ex eodem loco oriantur, & in eundem locum occidant. Prætereà etiam per dioptra omnes stellæ spectatæ videntur circularem motum in totâ circumductione dioptrorum.* Le dioptra inventé par Hypparque (*f*) étoit un angle formé par deux regles, & destiné à embrasser le diametre des astres pour le mesurer ; ce n'est pas cet instrument que Geminus avoit en vue. On tire de ce passage deux conclusions importantes, l'une que les anciens se servoient de longs tubes pour regarder & compter les étoiles ; *per dioptra omnes stellæ spectatæ :* l'autre que ces tubes étoient attachés sans doute sur des armilles équatoriales, pour suivre le mouvement journalier des étoiles, *in totâ circumductione dioptrorum :* le nom de ce long tuyau étoit dioptra ; ce qui indique bien son objet, puisque ce mot en grec signifie *voir à travers.* Ce tuyau servoit peut-être aussi à l'observation des éclipses de lune.

§. XXVI.

Ces 1028 étoiles sont partagées, en 16 de la premiere grandeur, 46 de la

d'Egypte, au moyen duquel on voyoit les vaisseaux en mer à 60, ou même à 600 milles ; mais tout cela est obscur, & n'a nulle autorité. (Hist. Acad. Inscr. Tom. I, p. 111.

(*a*) Hist. Astron. anc. p. 350.

(*b*) Transac. phil. ann. 1668, nos. 37 & 39.

(*c*) Hist. lit. de la France, T. VI, à la fin.

(*d*) Mém. Acad. Inscrip. T. XX, p. 450.

(*e*) Geminus, c. X *Uranologion*, p. 42.

(*f*) *Suprà*, p. 479.

seconde, 208 de la troisieme, 474 de la quatrieme, 217 de la cinquieme, 50 de la sixieme, 9 obscures, 5 nébuleuses, sans compter la chevelure de Bérénice, qui contenoit une étoile claire & deux obscures. Nous ne savons point ce que Ptolémée entendoit par ces étoiles obscures; mais il est assez singulier que les anciens ayent pu distinguer ces 5 nébuleuses à la vue simple. Il faut remarquer qu'entre les nébuleuses il y en a de trois especes; celles qui ont une apparence blanchâtre & lumineuse, semblable à la voie lactée; celles qui sont formées d'un amas d'étoiles; enfin celles qui sont mixtes & tiennent à l'une & à l'autre de ces especes. Parmi les nébuleuses du catalogue de Ptolémée, il y en a deux qui sont des deux dernieres especes. La nébuleuse de l'Ecrevisse, depuis la découverte des lunettes, a été reconnue pour un amas d'étoiles. La nébuleuse d'Orion est un espace blanchâtre assez considérable, dans lequel on distingue 7 petites étoiles (*a*). Il est assez simple que ces deux nébuleuses ayent été apperçues; la lumiere des petites étoiles réunies les fait appercevoir; mais les trois autres sont étonnantes. La nébuleuse de Persée est marquée comme telle dans les catalogues d'Ulug-Beg, de Tycho & du Prince de Hesse; mais on la retrouve, comme une simple étoile de la sixieme ou septieme grandeur, dans les catalogues d'Hevelius & de Flamsteed: diminueroit-elle, auroit-elle perdu sa nébulosité depuis Hypparque & Ptolémée, ou bien n'est-ce simplement qu'une erreur de leur vue? La nébuleuse marquée entre les informes du Scorpion, ne se trouve dans aucun autre catalogue, excepté dans celui d'Ulug-Beg. Dans le catalogue britannique, on trouve deux étoiles, qui sont à la pointe de la queue du Scorpion, marquées *ν*, l'une de la troisieme, l'autre de la quatrieme grandeur. On aura pris les deux étoiles réunies pour une nébuleuse, ou bien il faut que la nébuleuse ait disparu; mais la plus étonnante c'est la nébuleuse que Ptolémée marque comme double dans l'œil du Sagittaire, & qui l'est en effet dans le catalogue britannique. Ces nébuleuses y sont marquées de la cinquieme & sixieme grandeurs. Quelle étoit donc la transparence de l'air dans ces climats favorables à l'astronomie, transparence qui laissoit appercevoir à l'œil nud une nébuleuse de la sixieme grandeur? Peut-être aussi ces nébuleuses étoient-elles alors plus grandes & plus visibles. M. de Mairan a soupçonné que ces changemens étoient possibles (*b*).

(*a*) La Lande, *Astron.* art. 837.
(*b*) Aurore boréale, p. 262. Mémoires de l'Académie des Sciences, 1759, p. 465.

§. XXVII.

Dans le nombre de ces 1028 étoiles, il y en a environ 106, qui ne sont point comprises dans les constellations, & qui sont appelées informes. Ce sont de ces étoiles informes que les modernes ont composé les constellations qu'ils ont ajoutées aux constellations de Ptolémée. Une preuve des grands changemens que ces constellations avoient éprouvés au tems de cet astronôme, c'est que parmi les informes de son catalogue, on trouve des étoiles de la troisieme & de la seconde grandeur. Arcturus même, qui est de la premiere, n'est point comprise dans les étoiles du Bouvier, elle est au nombre des informes qui sont auprès; rien n'est moins naturel que cela. Les étoiles de la premiere grandeur, plus remarquables que toutes les autres, ont été l'origine des constellations. C'est autour d'elles qu'on a classé les étoiles (*a*); mais le mouvement des étoiles en longitude ayant changé leur position à l'égard des colures, on a dessiné, comme on a pu, les constellations, d'après les anciennes descriptions; & l'envie de faire cadrer ces anciennes descriptions avec les nouvelles apparences, a fait changer les figures, & placer hors de ces figures une très-belle étoile, qui primitivement peut-être en occupoit le centre.

§. XXVIII.

Quant à Ptolémée, il ne fit pas de grands changemens aux 49 constellations d'Hypparque; il les réduisit à 48. Dans l'hémisphere boréal il ne compta point la chevelure de Bérénice, & il partagea la constellation du Cheval pour en faire deux, le grand & le petit Cheval. Ainsi il compta, comme Hypparque, 21 constellations boréales; il ne changea rien à celles du zodiaque. Dans l'hémisphere austral, il supprima celle qu'Hypparque avoit appelée le Fleuve qui sort du Verseau; il la réunit à la constellation du Verseau, & dans cette partie du ciel il n'en compte que 15, au lieu qu'Hypparque en avoit compté 16.

On dit que la chevelure de Bérénice n'est point dans Ptolémée. Il est vrai qu'elle n'est point au nombre des constellations, entre lesquelles il divise le ciel; cependant elle est antérieure à cet astronôme (*b*). Ptolémée même en fait très-certainement mention. Il y a parmi les informes, qui sont autour du Lion, trois étoiles, dont une lumineuse & qu'il appela

(*a*) Astron. anc. p. 474.

(*b*) *Suprà*, p. 43 & 462.

πλόκαμοι en grec, & *Cincinnus* en latin; il est clair que c'est de la chevelure de Bérénice qu'il a voulu parler. Il n'a point nommé la Princesse; peut-être a-t-il cru que la chevelure de Bérénice la désignoit assez : mais il n'en a pas fait une constellation séparée, sans égard pour la flatterie, qui avoit consacré dans le ciel le sacrifice que la Reine avoit fait de ses cheveux.

§. XXIX.

Ptolémée, à l'imitation d'Hypparque (*a*), avoit construit un globe céleste (*b*), où il avoit placé les étoiles & les constellations. Le fond étoit peint d'une couleur obscure, semblable à celle du ciel de la nuit; les étoiles y étoient marquées par des couleurs relatives à leurs grandeurs, & les constellations par des nuances peu différentes du fond. On ne nous donne point les dimensions de ce globe; mais il y a apparence qu'il devoit être grand, sans quoi ce n'auroit été qu'une confusion, & les étoiles, ainsi classées par des couleurs, n'auroient pu être aisément distinguées. Il n'y a rien de remarquable, si ce n'est qu'il avoit établi le premier degré de la division de l'écliptique au point où répond la longitude de Syrius, parce que la rétrogradation des points équinoxiaux ne permettoit plus d'y rapporter le lieu des étoiles.

De tous les cercles de la sphere, il n'y avoit tracé sans doute que l'écliptique; car il dit qu'il n'avoit pas trouvé avantageux d'y marquer les points des équinoxes & des solstices, puisque les relations des étoiles à ces points changeoient continuellement; les colures n'y étoient donc point tracés. Il vouloit rendre l'usage de son globe éternel, il vouloit que les apparences en fussent immuables, comme celles du ciel étoilé. Mais on peut conjecturer de là qu'Hypparque & lui n'ont point regardé ce changement de la longitude des étoiles comme l'effet d'un mouvement qui leur étoit propre, mais comme l'effet de la rétrogradation des points équinoxiaux, quelle qu'en fût la cause inconnue; ce qui est vrai. Nous avons déjà dit quelque chose (*c*) que ceci peut confirmer.

Cependant Ptolémée, dans son catalogue, compte les longitudes de la section équinoxiale du printems, ou du premier degré d'Ariès, en avertissant que pour les tems futurs, il faudra augmenter les longitudes à raison de 1° en 100 ans (*d*); d'où il semble, en quelque façon, fixer au 1° d'Ariès

(*a*) *Suprà*, p. 106.
(*b*) *Almag.* Lib. VIII, c. 3.
(*c*) *Suprà*, p. 109.
(*d*) *Almag.* Lib. VII, c. 5.

le point d'où l'on doit compter les longitudes. Il eſt donc l'auteur de cet uſage conſtamment ſuivi depuis lui par les aſtronômes.

§. XXX.

Il n'eſt pas douteux que Ptolémée n'ait connu quelques effets de la réfraction ; il n'eſt pas même le premier : cette connoiſſance étoit plus ancienne au moins de deux ſiecles. Nous avons fait voir que Poſſidonius & Cléomede en ont parlé (*a*). Kepler (*b*) penſe que les anciens ont connu la réfraction ſur pluſieurs paſſages, & entr'autres, ſur un paſſage de Martianus Capella ; le voici. *Sol enim in nullam* (*zodiaci*) *excedens partem, in medio libramento fertur, abſque ipſo libræ confinio. Nam ibi ſe aut in auſtrum aquilonemve deflectit ad dimidium ferè momentum* (*c*). Si *momentum* ſignifie ici degré, comme cela pourroit être, on ne peut mieux exprimer l'effet & la quantité de la réfraction ; à l'exception ſeulement qu'on ne conçoit pas trop comment le ſoleil étoit porté vers le midi. L'effet de la réfraction dans notre hémiſphere le porte toujours vers le nord. Au reſte, comme Martianus Capella eſt fort poſtérieur à Ptolémée, ce paſſage n'ôte rien à ce que nous attribuons à cet aſtronôme.

Ptolémée avoit compoſé un traité d'optique où cette doctrine étoit développée. C'eſt un paſſage de Roger Bacon, cité par M. de Montucla, qui le fait ſoupçonner. » Bacon (*d*), après avoir remarqué qu'on ſe trompoit » ſur le lieu des aſtres vers l'horizon, après avoir même tenté de le prouver » par l'obſervation, ajoute ces mots ; *ſic autem Ptolemæus in Lib. V de* » *opticis, & Alhazen in VII.* Celui-ci enſeigne effectivement, dans l'en- » droit cité, la même doctrine ; il explique de quelle maniere on peut » s'en aſſurer par l'obſervation ; & il donne pour cauſe de cette réfraction » la différence de tranſparence entre l'air qui nous environne immédia- » tement, & l'éther qui eſt au-delà (*e*) ». Il eſt certain que Ptolémée parle en pluſieurs endroits de l'Almageſte de la différence produite dans les obſervations, par les changemens de l'atmoſphere (*f*) ; mais il y a apparence qu'il n'avoit en vue que les vapeurs qui s'élevent dans l'air, & qui, en lui ôtant de ſa tranſparence, laiſſoient voir plus difficilement les planetes & les étoiles le matin à l'horizon, au tems de leur apparition. Le paſſage de Bacon prouve que Ptolémée a connu la réfraction, qu'il en avoit peut-

(*a*) *Suprà*, p. 120 & 125.
(*b*) Kepler, *Paralip. ad Vitel.* p. 150.
(*c*) Mart. Capella, *Lib. VIII.*
(*d*) *Opus majus*, édit. 1733, p. 79 & 399.
(*e*) Hiſtoire des mathém. Tom. I, p. 308.
(*f*) *Almag.* Lib. VIII, c. 6.

être

être détaillé les effets : mais nous ne pensons pas que la méthode de les déterminer par observation soit de lui, il n'auroit pas manqué de l'exposer dans son Almageste ; & il avoit trop de génie pour n'avoir pas vu tout de suite qu'il falloit corriger les distances au zenith observées, de l'effet de la réfraction, comme il les avoit corrigées de l'effet de la parallaxe.

§. XXXI.

Ptolémée est, selon l'opinion commune, le premier qui ait fait des tables du mouvement des planetes, par lesquelles on peut trouver leurs positions passées, présentes & futures. En exceptant les tables des Indiens, que nous croyons beaucoup plus anciennes, il est certain que celles du soleil, de la lune, & des cinq planetes, ainsi que les autres tables subsidiaires de l'Almageste sont les premieres & les seules qui nous soient restées. M. Veidler loue Ptolémée d'avoir osé entreprendre ce grand ouvrage. C'est précisément parce que l'ouvrage est trop grand, que nous ne pouvons le lui attribuer en entier. Les premieres entreprises ne sont pas si vastes ; on ne défriche une étendue de terre considérable que par des portions successives. Nous croyons que les tables du soleil & de la lune, comme nous l'avons déjà dit (*a*), sont d'Hypparque ; Ptolémée completta la théorie des planetes : mais il faut faire attention que s'il est le premier qui ait réussi dans l'entreprise de représenter leurs mouvemens par des hypothèses, il n'est pas le premier qui l'ait tenté, ni le premier qui ait construit des tables ; il le dit lui-même (*b*) : mais ces tables, ni aucunes notions de leur construction ne nous sont parvenues.

§. XXXII.

Suidas (*c*) nous apprend que Ptolémée avoit laissé deux livres intitulés *des apparences & des significations*, c'est-à-dire, les levers & les couchers des étoiles, & l'état de l'atmosphere qui doit les accompagner : Usserius (*d*) dit même en avoir vu quatre qu'on avoit décorés du nom de Ptolémée. L'un de ces deux livres est celui que le P. Petau a traduit & inséré dans son Uranologion (*e*). On a douté s'il étoit réellement de Ptolémée ; mais le P. Petau se décide, &, ce semble avec raison, pour l'affirmative (*f*). Le second

(*a*) *Suprà*, p. 473.
(*b*) *Almag.* Lib. IX, c. 2.
(*c*) Au mot Ptolémée.
(*d*) *In differt. de anno solari Maced.* &c. Weidler, p. 181.
(*e*) P. 71.
(*f*) *Varia dissertationes ad Uranologion.* p. 415.

n'existe point, ou est celui qui a été traduit en latin par Leonicus, & que l'on trouve aussi dans l'Uranologion. (*a*).

Dans le premier les levers & les couchers des étoiles sont marqués relativement aux jours de l'année égyptienne fixe, commençant en automne, & pour différens climats. Ces climats y sont désignés par le nombre des heures du plus long jour. Le mot *hora*, qui est répété presque à chaque ligne, a paru au P. Petau une énigme qu'il laisse à deviner à ses lecteurs (*b*); elle n'étoit cependant pas difficile. On voit dans une scholie qui est à la fin, que Ptolémée a eu intention de marquer le parallèle, où les observations ont été faites; il ne pouvoit mieux le désigner que par l'heure du plus long jour, comme il avoit déjà fait dans la table des climats de l'Almageste (*c*). Ceci, suivant la remarque de M. Freret, est un exemple de ces distractions, qui empêchent les yeux les plus clairvoyans de voir les choses les plus faciles.

Les plus nombreuses de ces observations ont été faites sous le climat de 13 heures, qui est celui de Meroé; de $13^h \frac{1}{2}$, celui de Syene; de 14^h, celui d'Alexandrie, de $14^h \frac{1}{2}$, celui de Rhodes; enfin de 15^h, climat de la Grece & de l'Hellespont. Il y en a quelques-unes qui appartiennent au climat de $15^h \frac{1}{2}$ & 16 heures. Ce dernier est celui de l'embouchure du Boristhene, ou celui de l'Asie septentrionale, où nous soupçonnons que l'astronomie a été très-anciennement cultivée (*d*).

§. XXXIII.

Il faut remarquer que Ptolémée, dans la table des climats de son Almageste, les désigne aussi par leur latitude, ce qu'il n'a point fait ici; sans doute parce que les astronômes, dont il rapporte les observations, n'avoient indiqué les climats que par le nombre des heures. Il paroît même que ces astronômes y sont cités, plutôt comme auteurs & garans des pronostics attachés aux apparences des étoiles que comme observateurs de ces apparences. Ces astronômes sont en grand nombre; Dosithée qui observa à Colones; Philippe dans le Péloponese & dans la Locride; Calippe vers l'Hellespont; Méton à Athenes, dans les Cyclades, la Macédoine & la Thrace; Conon & Métrodore en Italie; Hypparque en Bithynie; Metrodore dans la Macédoine & la Thrace: d'où il résulte, selon nous, que ces

(*a*) P. 92.
(*b*) *Varia differt.* p. 417.
(*c*) Freret, défense de la chronol. p. 484.
(*d*) Astron. anc. Liv. IV.

différens auteurs avoient composé chacun des calendriers pour les lieux où ils ont observé : ils y annonçoient les vents, les pluies, le froid & les autres variations, qui devoient accompagner le lever & le coucher de certaines étoiles, suivant les remarques qu'ils avoient eu occasion de faire. Ptolémée a calculé ensuite pour chaque jour de l'année, & d'après les positions de son catalogue des fixes, les levers & les couchers des 30 plus belles étoiles du ciel pour les cinq climats depuis 13 jusqu'à 16 heures, ou depuis Meroé jusqu'à l'embouchure du Boristhene ; il a recueilli de ces astronômes les prédictions jointes aux phénomènes ; c'est pour cela seul qu'il les a cités : en voici un exemple ; après avoir dit que pour le climat de 13^h, l'épi de la Vierge se leve le 7 Octobre, il ajoute pour le lendemain *spica oriens Democrito tempestatem excitat.* Cela ne veut-il pas dire simplement, que, selon Démocrite, il arrive un ouragan le lendemain du lever de l'épi de la Vierge.

Remarquons qu'aucun des astronômes dont nous venons de parler, n'a observé dans un climat plus boréal que l'Hellespont, que les prédictions, qui peuvent accompagner les apparences des étoiles pour les climats de $15^h \frac{1}{2}$ & 16^h, sont sans noms d'auteur, & l'on conviendra que ce n'est pas sans raison, si nous avons attribué ces observations à une astronomie plus ancienne que les Grecs, & à celle, qui peut-être sortie de la Tartarie septentrionale & des environs de Selinginskoi, a répandu les élémens de cette science dans l'Asie (*a*).

§. XXXIV.

Le second calendrier de Ptolémée, celui qui a été traduit par Leonicus, paroît avoir été formé d'une maniere toute différente, il est disposé suivant l'ordre de l'année & des mois romains, commençant en Janvier. C'est une compilation des anciens calendriers ; car on y remarque les mêmes équinoxes & les mêmes solstices à des jours différens. Les couchers & les levers des mêmes étoiles y sont répétés aussi plusieurs fois, mais sans indiquer les climats. On y trouve plusieurs levers, qui ne peuvent être regardés que comme des fragmens de très-anciens calendriers, faits du tems de Chiron, & même bien avant lui, dans l'Egypte, dans l'Orient, comme nous l'avons déjà dit (*b*), & apportés dans la Grece par les premieres

(*a*) Astron. anc. p. 100.

(*b*) *Ibid.* p. 11 & 454.

colonies qui vinrent s'y établir avec Inacus, Cecrops, Danaïs & Cadmus (*a*).

Si ce calendrier est en effet de Ptolémée, on ne voit pas trop par quelle raison il a fait cette compilation. Les anciens, tels que Chiron, Eudoxe, Méton, &c. ignorant le mouvement des fixes, pouvoient regarder les différences entre les levers observés par différens astronômes, comme des erreurs d'observation, & les rapporter tous, dans la crainte de mal choisir. Mais Ptolémée connoissoit la différence des siecles & des climats sur le tems du lever & du coucher des étoiles; il en avertit lui-même (*b*): pourquoi donc n'a-t-il pas distingué ni les uns ni les autres?

§. XXXV.

On attribue encore à Ptolémée un ouvrage intitulé en grec τετραβιβλος, ou en latin *quadripartitus*. Ces quatre livres ne sont que des regles d'astrologie, ou l'art de prédire l'avenir au moyen de différens aspects, tant des planetes que des étoiles, qui changent de vertus & d'influences en changeant de configurations; on y trouve la destinée des particuliers comme celle des empires. On doute que cet ouvrage soit de Ptolémée; Gauric n'ose affirmer qu'il en soit l'auteur (*c*). Gassendi & le P. de Challes (*d*) le regardent comme indigne de ce grand homme. Nous croyons qu'il est difficile de décider la chose: il est vrai que Ptolémée n'a point infecté son Almageste des erreurs de l'astrologie; il ne dit pas un mot qui puisse y être rapporté; mais il semble que vivant dans un pays où elle régnoit, où elle étoit associée à l'astronomie, il est difficile qu'il s'en soit préservé. Ce τετραβιβλος, ainsi que l'Almageste, est adressé au même personnage, nommé Syre, ou Syrus, ce qui dénote qu'ils partent tous deux de la même main. Il a peut-être seulement séparé les deux sciences, comme il avoit fait de la géographie qu'il a traitée à part, & dont il ne parle pas plus dans l'Almageste que de l'astrologie. On ne doute cependant point que la géographie ne soit de lui.

Les autres ouvrages de Ptolémée sont 1°. un recueil de centons ou aphorismes astrologiques, publiés en 1535 par Joach. Camerarius. Cardan,

(*a*) Freret, Défense de la chronol. p. 485.
(*b*) *Almag.* Lib. VIII, c. 6.
(*c*) *In præfat. Almag.*
(*d*) Gassendi, *in Philos. Epicur.* Tom. II, p. 501.
De Challes, *cours de Math.* T. I, p. 50.

Argolus & quelques autres ont cru que cet ouvrage n'étoit point de Ptolémée, mais de Hermès Trismegiste; 2°. un planisphere imprimé à Venise en 1558, avec le commentaire de Frederic Commandin. Ce planisphere est une projection de la sphere sur le plan de l'équateur : cette projection semble être une invention de Ptolémée. Les anciens avoient eu des armilles, ou astrolabes, qui représentoient tous les cercles de la sphere, dans le même ordre que dans le ciel. Hypparque avoit fait un globe céleste plein, où les constellations étoient représentées. Ptolémée imagina de réduire la sphere sur un plan; il plaça l'œil au pôle, & en tirant à chaque point des cercles de la sphere, ou à chaque étoile des constellations, un rayon visuel prolongé, jusqu'à ce qu'il rencontrât l'équateur, ce rayon marqua sur ce plan le lieu de l'objet. Il eut ainsi sur un plan la représentation du ciel, un peu déformée à la vérité. Un tableau est un plan de projection placé entre l'œil & l'objet, où chaque rayon mené de l'objet à l'œil, marque sa place en y passant. Ici le plan de projection est, par rapport à l'œil, au-delà de l'objet. Nous avons vu que l'évêque Synesius (*a*) fait honneur de cette invention à Hypparque; mais nous ignorons sur quelle autorité. Le planisphere de Ptolémée, ou du moins son traité nous est resté, & cette espece de projection porte encore son nom : 3°. le traité de l'Analemme : 4°. des hypothèses des planetes : 5°. Chronologie des Rois Assyriens, Medes, Persans, Grecs & Romains, depuis Nabonassar : 6°. un grand ouvrage sur la musique en trois livres.

§. XXXVI.

L'Almageste, traduit en latin, fut imprimé pour la premiere fois à Venise en 1515 sous la conduite du P. Lichtenstein; le traducteur est inconnu. La traduction latine de Georges de Trébisonde fut imprimée aussi à Venise en 1527.

Le texte grec parut à Basle en 1538 par les soins de Simon Geynœus, qui fit usage d'un manuscrit qui avoit appartenu à Regiomontanus.

Toutes les œuvres de Ptolémée, la géographie excepté, parurent à Basle en 1541.

Le premier livre de l'Almageste fut imprimé en grec à Virtemberg en 1549 par E. Reinhold, avec une version & des notes.

(*a*) *Suprà*, p. 107.

Schrekenfuchfius donna une nouvelle édition latine de toutes les œuvres de Ptolémée, la géographie exceptée, en Bafle en 1551.

Jean-Baptifte Porta traduifit le fecond livre de l'Almagefte. Cet ouvrage fut imprimé à Naples en 1505.

§. XXXVII.

Nous ne quitterons point Ptolémée fans effayer de le juftifier d'une inculpation affez grande. Quelques aftronômes ont été perfuadés que Ptolémée n'étoit point obfervateur; nous ignorons quelle preuve on pourroit donner d'un pareil foupçon. Il a puifé dans les écrits d'Hypparque & de ceux qui l'ont précédé, fans qu'on doive conclure qu'il n'a point fait les obfervations dont il fe dit l'auteur. Penfe-t-on que ces obfervations foient imaginaires? Mais alors comment auroit-il rencontré fi jufte la plupart des élémens de la théorie des planetes (*a*)? Penfe-t-on que ces obfervations feulement ne foient pas de lui : mais alors pourquoi n'en a-t-il pas ufé de même dans d'autres cas? Par exemple, la détermination de la quantité du mouvement des fixes eft fondée fur des obfervations de Ménélaüs & d'Agrippa; s'il y avoit quelque occafion où il dût être tenté de s'attribuer les obfervations d'autrui, ce devoit être celle-là. Cette détermination étoit naturelle & importante; il ne l'a cependant pas fait. Ptolémée n'a pu, ni dû fuppofer aucune obfervation. Nous croyons bien qu'il a ufé de finefle, en ne donnant des obfervations qu'il a faites, que celles qui s'accordoient avec le réfultat moyen de toutes les autres. Cette adreffe, que nous n'approuvons pas, n'eft cependant point un crime; d'ailleurs pourquoi n'auroit-il pas fait les obfervations des planetes qu'il s'attribue? Il y a cent fois plus de mérite à avoir imaginé fes hypothèfes, quelque défectueufes qu'elles foient, à avoir conçu l'idée de l'Almagefte, dépôt de toutes les connoiffances aftronomiques, que d'avoir fait le plus grand nombre d'obfervations. Ptolémée n'ignoroit pas qu'il laiffoit un tréfor à la poftérité, quoique peut-être il ne prévît pas que ce livre perpétueroit l'aftronomie jufqu'à Copernic, & feroit feul l'étude de quatorze fiecles.

§. XXXVIII.

Plusieurs habiles aftronômes ont élevé des doutes fur l'exactitude de fes obfervations. » La quantité du mouvement de l'apogée du foleil, qui

(*a*) *Suprà*, p. 549, 554.

» résulte des observations de Waltherus, dit M. Cassini (*a*), s'accorde plus » exactement aux observations d'Hypparque que celles de Ptolémée, qui » dans la détermination de l'apogée du soleil, aussi-bien que dans celle de » l'obliquité de l'écliptique, semble n'avoir pas osé s'écarter de ce qui avoit » été déterminé par Hypparque.

» Kepler (*b*), dit-il ailleurs (*c*), dans l'examen des observations de Mars, » faites par Ptolémée, fait voir que l'on ne peut pas compter tout-à-fait » sur leur exactitude; il juge même par la méthode dont il s'est servi pour » déterminer la situation des étoiles fixes, qu'elles étoient alors plus avan- » cées de 30′ qu'il ne les a marquées.

Nous avons dit nous-mêmes (*d*) que le lieu des étoiles, déterminé par la lune, ne pouvoit pas être fort exact; mais c'est le défaut de la méthode & des instrumens; & de ce que cet astronôme n'a pas fait aussi bien qu'on a fait depuis lui, en s'aidant de ses travaux avec des inventions nouvelles & des instrumens perfectionnés, s'ensuit-il qu'il n'ait pas été observateur, & qu'il n'ait pu parvenir à déterminer la position d'aucune étoile fixe.

§. XXXIX.

Les instrumens de l'école d'Alexandrie, du tems d'Hypparque & de Ptolémée, & après eux, furent ceux que nous avons décrits dans le second livre de cette histoire; le dioptra (*fig.* 23), inventé par Hypparque, & destiné à mesurer les diametres; il étoit formé de deux regles qui, mobiles sur une troisieme, pouvoient être rapprochées pour embrasser les deux extrémités du diametre (*e*); le triquetron (*fig.* 42), ou les regles parallactiques, imaginées par Ptolémée pour la mesure des parallaxes.

Il y avoit encore l'astrolabe de Ptolémée, qui a servi depuis de modele à tous les astrolabes. Cet instrument étoit un cercle de cuivre (*fig.* 36), d'une médiocre grandeur, selon Ptolémée, divisé en 360°, & chacun de ces degrés en autant de parties qu'il étoit possible. Intérieurement à ce premier cercle étoit adapté un second cercle, placé dans le même plan & mobile. Sur la circonférence de ce dernier étoient adaptés deux petits cylindres égaux, placés aux deux extrémités d'un de ses diametres. Le tout étoit porté sur un pied, & placé verticalement au moyen d'un fil à plomb. Le

(*a*) Elémens d'astron. p. 196.
(*b*) *In stellâ Martis*, c. LXIX, pag. 326.
(*c*) Elémens d'astron. p. 467.
(*d*) *Suprà*, p. 553.
(*e*) *Suprà*, p. 99.

point d'où partoit ce fil déterminoit le zenith de cet instrument. Au moyen d'une ligne méridienne, on plaçoit cet instrument dans le plan du méridien, & lorsqu'on vouloit observer la distance du soleil au zenith, on faisoit mouvoir le cercle intérieur de maniere que l'ombre du petit cylindre supérieur tombât exactement sur le cylindre inférieur. Le cercle intérieur portoit un *index*, qui marquoit sur les divisions du cercle extérieur les degrés de la distance du soleil au zenith.

§. XL.

Ptolémée décrit un second instrument (*fig.* 37) formé d'une pierre, ou d'une piece de bois quadrangulaire; de l'un des angles sur une des faces bien unies, il décrit un quart de cercle, en prenant le sommet de cet angle pour centre; à ce point central, il adapte un petit cylindre, qui sert de gnomon, & perpendiculairement au-dessous, il ajoute un second petit cylindre, dont on ne conçoit pas trop l'usage, à moins qu'il ne serve de ligne de foi, comme nous le dirons tout-à-l'heure. Le quart de cercle est divisé en degrés & en parties de degré. Cet instrument étant dirigé dans le sens du méridien, l'ombre du cylindre supérieur marque sur les divisions du quart de cercle la distance du soleil au zenith B D. On plaçoit l'instrument de niveau par le moyen d'un fil à plomb A F, qui devoit être tangent aux deux petits cylindres; & c'étoit-là l'usage du cylindre inférieur, qui ne servoit qu'à marquer la ligne de foi : à moins qu'on ne supposât que ce second cylindre étoit mobile le long de l'arc de cercle, & qu'il servoit à recevoir l'ombre du cylindre supérieur, comme dans le premier instrument que nous avons décrit; mais Ptolémée, ni Théon ne le disent point (*a*).

N'oublions pas de remarquer encore que Théon dit expressément qu'on donnoit à cet instrument une position horizontale par le moyen d'un niveau d'eau N (*b*).

Cet instrument est le modele de nos quarts de cercle. On avoit commencé par se servir de cercles entiers, pour embrasser toute l'étendue des cercles célestes en quatre parties. Mais quand on eut reconnu que l'équateur & l'écliptique étoient partagés en quatre, par les points des équinoxes & des solstices, que les cercles qui passoient par les pôles étoient coupés en deux par ces points, & encore en deux parties par l'équateur ou l'écliptique, on

(*a*) *Voy.* Ptolémée, *Lib. I, c.* 11, & le comment. de Théon.

(*b*) Commentaire de Théon, *Lib. I. c.* 2.

voit

vit qu'un quart de la circonférence du cercle suffisoit à toutes les mesures célestes : peut-être les regles parallactiques de Ptolémée y conduisirent-elles aussi. Remarquons qu'on voit dans la table isiaque la figure d'un quart de cercle dessinée, & plusieurs fois répétée ; il est porté sur une colonne, & l'on y voit des lignes tracées, qui ressembleroient presque à des transversales. *Voyez* cette table dans Pignorius & dans Kirker.

§. XLI.

Après Ptolémée, on trouve dans l'école d'Alexandrie Hypsicles d'Alexandrie, disciple d'Isidore, qui est inconnu. Il fleurit sous les Antonins, & composa un livre *de ascensionibus*, qu'Erasme Bartholin a fait imprimer en grec à Paris, en 1657, avec la traduction latine de Jac. Mentelius. L'école d'Alexandrie possédoit un manuscrit appelé μικρὸς, ἀστρὸ νομὸς ou κρυνὸ μυμενὲς, Pappus (*a*) fait mention de ce manuscrit qui contenoit les traités suivans : 1°. *Theodosii sphericorum libri III ;* 2°. *Euclidis data, optica, catoptrica & phenomena ;* 3°. *Thodosii de habitationibus, item de diebus & noctibus libri II ;* 4°. *Autolici liber de sphera, & de ortu & occasu stellarum inerrantium ;* 5°. *Aristarchi Samii liber de magnitudinibus & distantiis solis & lunæ ;* 6°. *Hypsicles liber de ascensionibus ;* 7°. *Menelaï sphericorum libri III.* Fabricius (*b*) avertit que ces différens traités se trouvent réunis en manuscrit dans quelques bibliothèques ; on les a aussi traduits en arabe par Thebith (*c*). Les Arabes les appeloient traités intermédiaires ; sans doute entre les élémens d'Euclide & l'Almageste. Si l'on ajoute ces deux ouvrages à ce recueil, on aura la somme des connoissances du second siecle de l'ère chrétienne.

§. XLII.

Au troisieme siecle fleurirent Porphyre & Censorin. Le premier, philosophe platonicien, vécut sous le regne d'Aurelien. Suidas (*d*) nous apprend qu'il composa une introduction à l'astronomie. M. Weidler (*e*) pense que c'est le même ouvrage, qui est imprimé avec le *Tétrabiblos* de Ptolémée dans l'édition de Basle en 1569 par Jerôme Volfius ; mais Volfius prétend qu'il n'est point de Porphyre. Censorin, dans son livre *de die natali*, nous a conservé de précieux restes de l'antiquité sur les

(*a*) *Collec. mathemat.* Lib. VI.
(*b*) *Bibliotheca graca*, Lib. III, cap. 5, 12.
(*c*) Weidler, p. 186.
(*d*) *In Lexicon.*
(*e*) Weidler, *Ibid.*

jours, les mois & les années des anciens, & particulierement sur ce qu'on appeloit la grande année. Nous l'avons cité souvent dans le cours de cet ouvrage.

§. XLIII.

Vers l'an 280 fleurit Anatolius d'Alexandrie, qui après Eusebe fut Evêque de Laodicée; il fut célebre par la littérature, l'éloquence & la philosophie. Instruit des mathématiques & de l'astronomie, il fut choisi pour chef de l'école péripatéticienne à Alexandrie. C'est lui qui proposa de faire usage de la période de Méton pour régler la pâque. Quoique Eusebe, S. Cyrille, Victor, évêque de Capoue, & Denis le petit ayent réformé depuis le cycle pascal, l'honneur de cette application appartient à Anatolius. Bucherius a traduit & fait imprimer l'ouvrage de cet évêque, intitulé *de pascalibus canonibus*. On a encore quelques autres fragmens d'Anatolius, que Fabricius a insérés dans sa bibliotheque greque (*a*).

Pendant ce tems, Septime Sévere à Rome favorisa l'astronomie, quoiqu'unie à l'astrologie (*b*). Alexandre Sévere protégea, pensionna les mathématiciens, & leur donna des chaires publiques (*c*); mais l'astrologie en ayant abusé, Dioclétien & Maximien defendirent, par un édit rigoureux, l'art de prédire l'avenir, confondu alors avec les mathématiques; ce qui fut confirmé par Constance & Constantin (*d*).

§. XLIV.

Julius Firmicus Maternus, sous le regne de Constantin, nous a laissé un ouvrage en huit livres, intitulé *Astronomicon poëticum*; mais c'est un ouvrage purement astrologique, & qui ne mérite aucune attention. Il a été imprimé à Venise en 1499, dans un recueil avec Aratus, Manilius, Proclus, &c. Ces recueils ont été formés & imprimés plusieurs fois. Nicolas Prakner, astrologue comme Firmicus, a, selon M. Weidler, publié cet ouvrage en 1551, avec quelques autres opuscules de même genre de Ptolémée & des Arabes. Firmicus étoit de Sicile; il fut d'abord payen, & finit par être chrétien (*e*).

Théon le jeune, surnommé le philosophe par Suidas, étudia dans l'école

(*a*) Lib. III, 2, p. 275.
(*b*) Aelius Spart. *in vitâ Septim. Sever.* c. III.
(*c*) Aelius Lamp. *in vitâ Alex. Sev.* c. 27, 44.
(*d*) *In cod. Justin.* Lib. IX, tit 18.
(*e*) Weidler, p. 188.

d'Alexandrie. Il y a apparence qu'il fut obſervateur ; il rapporte lui-même ſon obſervation d'une éclipſe de ſoleil, arrivée l'an 365 (*a*). Il eſt plus connu par le commentaire qu'il fit ſur l'almageſte, pour en faciliter la lecture. Camerarius a publié en 1538 ce commentaire avec le texte grec de Ptolémée. Le cardinal Beſſarion, célebre par ſon goût pour la littérature, diſoit qu'il faiſoit plus de cas de ce commentaire que d'une province (*b*). On attribue à Théon les notes ſur Aratus (*c*). On penſe cependant qu'elles ne ſont pas de lui ſeul, mais de pluſieurs écrivains, qui portoient le même nom ; parce qu'elles renferment beaucoup de répétitions, & même de ſentimens contraires. Cette rencontre de pluſieurs Théons à faire des notes ſur le même ouvrage ſeroit plus extraordinaire que de voir le même homme flotter entre des opinions oppoſées.

Riccioli (*d*) lui attribue deux ouvrages, l'un du lever de la canicule, l'autre du petit aſtrolabe.

§. XLV.

Ammien Marcellin (*e*) témoigne que dans le quatrieme ſiecle l'aſtronomie étoit en honneur à Alexandrie, & que cette ville renfermoit un grand nombre de ſavans ; nous avons cependant de la peine à le croire. S'il y avoit eu alors tant de ſavans illuſtres, leurs noms & quelques-uns de leurs ouvrages nous ſeroient parvenus. Nous croyons qu'il en fut de ce ſiecle à Alexandrie, comme de tous ceux qui partout ont ſuccédé aux ſiecles brillans. La gloire des grands hommes qui ne ſont plus, excite à les ſuivre un grand nombre d'eſprits médiocres ; mais la force leur manque, & leur nom périt avec eux. A peine y en a-t-il un comme celui de Théon, qui échappe à l'oubli. La célébrité d'Alexandrie étoit celle d'une gloire paſſée ; le génie y étoit épuiſé, & les progrès de l'aſtronomie attendoient les Arabes.

L'hiſtorien que nous avons cité, a conſervé les opinions des philoſophes d'Alexandrie de ce ſiecle ſur les cometes. On voit qu'ils avoient recueilli indiſtinctement toutes les opinions, propoſées dans les différens ſiecles. Les uns penſoient que la lumiere étendue des cometes étoit formée par la lumiere de pluſieurs étoiles réunies ; les autres qu'elles naiſſent

(*a*) *Comment. Theon. in Almag.* p. 334, édit. 1538.
(*b*) *Camerarius in præf.*
(*c*) Weidler, p. 189.
(*d*) Riccioli, *Almag.* Tom. I, pag. XLV.
(*e*) *Hiſt.* Lib. XXII.
Weidler, p. 189, *in not.*

des exhalaisons seches de la terre, qui s'enflammoient & s'élevoient peu à peu dans l'éther; quelques-uns, que c'étoit la lumiere du soleil répandue partout, même pendant la nuit, qui nous étoit renvoyée par quelque nuage épais. Quelques autres disoient qu'une nuée s'élevant plus haut qu'à l'ordinaire, pouvoit briller ainsi, éclairée par la proximité du feu éthéré & supérieur : enfin les derniers, & sans doute le petit nombre, regardoient les cometes comme des astres semblables aux planetes, dont le cours est inconnu : opinions chaldéennes, égyptiennes, greques, tout est ici réuni; ce que nous en devons conclure, c'est que le grand nombre, partagé en différentes opinions, se réunissoit à placer les cometes au rang des météores, & ce fait joint au silence de Ptolémée sur ces astres, prouve démonstrativement que lui-même les regardoit comme des feux sublunaires : car il est naturel de penser que les sentimens d'Hypparque & de Ptolémée influoient sur ceux de la multitude. La saine opinion sur la nature des cometes s'y étoit conservée à la maniere des préjugés; on n'étoit pas en état de l'apprécier, on la confondoit avec toutes les autres.

§. XLVI.

Paulus d'Alexandrie composa des élémens de la science des prédictions; ouvrage qui a été traduit en latin dans un tems où l'on cherchoit la connoissance de l'avenir dans tous les restes de l'antiquité : il ne traite que par occasion de l'astronomie, des stations des planetes, expliquées comme dans Ptolémée; aussi cet ouvrage & ses pareils sont-ils oubliés, comme ils méritent de l'être : il a été cependant imprimé à Virtemberg en 1588 (*a*).

Pappus d'Alexandrie fut un des commentateurs de Ptolémée (*b*); mais cet ouvrage est perdu : un fragment sur le cinquieme livre est inséré dans le commentaire de Théon (*c*). Ce géometre a commenté aussi le traité d'Aristarque *de magnitudinibus & distantiis solis & lunæ* (*d*). On voit, suivant la remarque que nous avons faite précédemment, que l'école d'Alexandrie n'avoit plus que des commentateurs. Pappus doit cependant être distingué de la foule : il a rendu un service essentiel aux sciences, en composant ses collections mathématiques. Ce sont des restes précieux de

(*a*) Weidler, p. 190.
(*b*) Suidas, *in Lexicon.*
Comm. Eutoc. Œuv. de Wal. T. III, p. 549.
(*c*) P. 231, 236.
(*d*) Œuvres de Wallis, Tome III, page 569.

l'antiquité ; on y retrouve les inventions, & même l'esprit des géometres anciens.

M. Weidler fait mention (*a*) d'un Consul, nommé Théodore Manlius, qui avoit écrit un ouvrage intitulé *de naturâ rerum & de astris*, qui n'est connu que par l'éloge qu'en fait Claudien dans le panégyrique dédié à ce Consul (*b*).

Le même historien place ici, c'est-à-dire au quatrieme siecle, Achilles Tatius, de qui nous avons des élémens d'astronomie, sous le titre d'*Introduction aux phénomènes d'Aratus*. On doute cependant si Achilles Tatius n'a point précédé Julius Firmicus, qui semble en faire mention (*c*) ; ce qui nous paroît fort vraisemblable. Au reste cette date n'est point importante ; un siecle de plus ou de moins n'a rien d'intéressant sur l'époque des auteurs qui expliquent les ouvrages des autres. Ce n'est pas que le traité d'Achilles Tatius ne soit utile, nous l'avons cité plusieurs fois ; il y traite du monde, du ciel, des étoiles & des planetes ; de leurs levers & de leurs couchers, de la division de la sphere céleste, de la grande année, &c. Il a été traduit en latin par le P. Petau (*d*). Achilles Tatius se fit chrétien & fut évêque d'Alexandrie. C'est par erreur, ou par quelque faute d'impression, que Riccioli le place en 890 (*e*).

§. XLVII.

Au cinquieme siecle, Sinesius, évêque de Ptolémaïde, fut disciple d'Hipatia, fille de Théon. On a de lui un discours à Péonius, qui accompagnoit le don d'un astrolabe, ou planisphere de son invention. L'ouvrage où il décrivoit cet astrolabe est perdu. Ce planisphere, selon les apparences, étoit fait en grand, & suivant les regles de la projection. Nous présumons que l'œil étoit placé au pôle, de ce qu'on dit que les intervalles des étoiles voisines du pôle paroissoient plus grands que les autres (*f*). Dans le planisphere d'Hypparque, dont nous avons parlé (*g*), si l'on s'en rapporte à un passage de l'épitre de Sinesius, on s'étoit contenté de marquer les seize étoiles de la premiere grandeur, qui servoient à connoître l'heure la nuit ; dans celui-ci on avoit marqué jusqu'aux étoiles de la sixieme grandeur.

(*a*) P. 191.
(*b*) Claudianus *in panegyrico*.
(*c*) *Lib. IV*, *c.* 10.
(*d*) *Uranologion*.
(*e*) *Almag.* Tom. I, p. XXVIII.
(*f*) Epitre de Sinesius.
Weidler, p. 193, 194.
(*g*) *Suprà*, p. 106.

On trouve encore dans ce siecle Rufus Festus Avienus, qui traduisit en vers latins le poëme d'Aratus, auquel il a ajouté bien des choses dont Aratus n'avoit point parlé, & qu'il a tirées de l'interprétation de Germanicus & des scholiastes grecs. Cet ouvrage est inséré dans la collection des interprètes latins d'Aratus, dont Théon Gramineus fut l'éditeur en 1559 (a), & dans beaucoup d'autres semblables. Macrobe, écrivain célebre par ses Saturnales & son commentaire sur le songe de Scipion; ses ouvrages renferment quelques connoissances astronomiques que nous avons extraites dans celui-ci.

Martianus Capella, Carthaginois, nous a été également utile par son livre *de nuptiis Philologiæ & Mercurii.* Le sixieme & le septieme livres roulent sur l'arithmétique & la géométrie, le huitieme sur l'astronomie. Il y traite du monde en général, des cercles de la sphere, des pôles, des solstices, des constellations, du lever & du coucher des étoiles, des planetes, &c. Il y enseigne que Mercure & Vénus se meuvent autour du Soleil (b). Ce qu'il y a de singulier, c'est qu'un peu plus haut (c) il assure que dans tout ce qu'il dit il a suivi Eratosthenes, Hypparque & Ptolémée; ce qui confirme notre soupçon (d), que le silence de Ptolémée pouvoit être volontaire. Martianus Capella n'a pas toujours bien entendu ces astronômes, quoiqu'il les ait suivis; car il est tombé dans quelques erreurs, même relativement à son tems; elles ont été relevées par Riccioli (e).

§. XLVIII.

Proclus, surnommé Diadochus, philosophe platonicien, disciple & successeur de Sirianus à l'école d'Athènes, a composé plusieurs ouvrages de grammaire, de philosophie & de mathématiques; il a fait un traité *de spheris & de circulis cælestibus*, qui n'est qu'un abregé des élémens de Geminus: il a été imprimé seul en grec & en latin à Strasbourg en 1539 & 1611, & dans des recueils en 1547, 1549, 1589. Il a fait un autre ouvrage intitulé *Hypothyposis astronomicarum positionum*, qui se trouve à la suite de l'édition de l'Almageste de 1551. Il y donne la description & l'usage de quelques instrumens de l'ancienne astronomie. Nous en avons profité; mais l'on a vu qu'à l'égard des clepsidres, Vitruve nous avoit laissé des

(a) Weidler, p. 194.
(b) *In nuptiis Philolog. & Merc.*, pag. 289, 297.
(c) *Ibid.* Pag. 274.
(d) *Suprà*, p. 196.
(e) *Almag.* Tom. I, p. 503.

détails beaucoup plus intéressans. Dans son commentaire sur le premier livre d'Euclide (*a*), il nous apprend comment l'astrologie ou l'astronomie étoit alors divisée. La premiere partie étoit la gnomonique, qui avoit pour objet la division des heures & l'érection des gnomons : la seconde, la météroscopique, qui traitoit des différences des hauteurs des astres, de leurs aspects, & qui renfermoit différens théorèmes astrologiques : enfin la troisieme, la dioptrique, qui enseignoit à déterminer les distances du soleil, de la lune & des planetes, au moyen de l'instrument de ce nom. Le mot dioptrique vient de διὰ, qui signifie à travers, & ὄπτομαι, qui signifie voir. Les modernes ont réservé ce nom pour la partie de l'optique, qui traite de la vision à travers les verres.

Riccioli pense (*b*) qu'il faut distinguer deux Proclus, l'un sous l'an 84, l'autre postérieur à Ptolémée, & florissant vers 514 ; il s'ensuivroit que les ouvrages, dont nous venons de parler appartiennent en partie à l'un & à l'autre : mais la critique & la séparation en seroient difficiles, peut-être impossibles, & les ouvrages n'en valent pas la peine.

On peut douter s'il n'y a pas eu des choses intercalées dans les hypothyposes de Proclus. 1°. Il se cite lui-même, p. 379 & 397 : 2°. Il paroît citer Alfergan, qui est bien postérieur : d'ailleurs il semble parler, p. 388, de ce mouvement libratoire imaginé, dit-on par Thebith ; mais cette derniere preuve ne seroit pas suffisante, parce qu'il seroit possible que cette invention, attribuée à Thebith, fût plus ancienne que lui.

§. XLIX.

Thius, qui vivoit vers l'an 500, fut vraiment astronôme. Bouillaud (*c*) a extrait d'un manuscrit de la bibliotheque du Roi sept observations, les seules qui existent entre les observations de Ptolémée & celles d'Albategnius. Elles sont utiles pour la recherche des moyens mouvemens des planetes. Il est fâcheux que nous n'ayons pas plus de notions de ses travaux & de ses observations.

Laurentius, qui vivoit sous Justinien, n'est connu que par le témoignage que lui rend Suidas (*d*) d'avoir composé un ouvrage sur les mois & sur les prodiges ou présages. Il semble que l'Empereur Léon fasse aussi mention de quelques observations de lui (*e*).

(*a*) Pag. 12, édit. de 1533.

(*b*) Riccioli, *Almag.* Tom. I, page XLII.

(*c*) *Astron. philol in Prolegom.* p. 6.

(*d*) *In Lexicon.*

(*e*) *In Tacticorum epilogo.*

Aurelius Caſſiodore fleurit ſous l'Empereur Anaſtaſe & ſous Théodoric, Roi des Goths : d'abord gouverneur de Sicile, enſuite chancelier, il devint enfin moine & ſavant. Il a écrit ſur les quatre ſciences, de l'arithmétique, de la muſique, de la géométrie & de l'aſtronomie. Il n'a écrit que des choſes très-générales & très-abregées ; toute l'aſtronomie tient dans deux pages. Ce qu'il y a de plus remarquable, c'eſt qu'il y condamne l'aſtrologie comme contraire à la religion & à la raiſon. Il a donné auſſi des méthodes pour quelques calculs relatifs au comput eccléſiaſtique, tels que ceux de trouver l'épacte pour une année de l'ère chrétienne.

Simplicius vécut ſous le regne de Juſtinien ; il fut obligé de ſe retirer en Perſe, à cauſe de la religion payenne qu'il profeſſoit. Il ſeroit ſingulier qu'un philoſophe eût été martyr d'une pareille religion. Bouillaud (*a*) ſuppoſe qu'il a enſeigné l'aſtronomie à Alexandrie. Quoi qu'il en ſoit, ſon commentaire ſur Ariſtote, où l'on trouve beaucoup de faits aſtronomiques, méritoit qu'il fût cité ici.

§. L.

Isidore, Archevêque de Seville au ſeptieme ſiecle, vécut juſques vers 636 : ſon livre des origines ou des étymologies eſt curieux ; il ſeroit plus intéreſſant ſi l'érudition & la critique en étoient meilleures. Le troiſieme livre roule ſur les quatre ſciences, qui occupoient alors les ſavans, arithmétique, muſique, géométrie & aſtronomie, non pour en augmenter, mais pour en reſſaſſer les connoiſſances les plus ſimples & les plus communes. Ce livre traite des inventeurs de l'aſtronomie, de ſes écrivains, de ſon objet, de la forme du monde & du ciel, de la ſituation, du mouvement & de la diviſion de la ſphere céleſte, de la grandeur du ſoleil & de la lune, de leur mouvement, des éclipſes, de la différence des étoiles & des planetes, &c. Iſidore, 500 ans après Ptolémée, fait encore mention de l'opinion de Bérose, que la lune a un hémiſphere obſcur & un hémiſphere éclairé ; il met ce ſyſtême abſurde à côté de la véritable cauſe de l'illumination de la lune, afin que l'on puiſſe choiſir (*c*), il n'en ſavoit pas davantage. Il penſoit que la ſphere ſe meut avec tant de rapidité, qu'elle entraîneroit la ruine du monde, ſi les planetes, par leur mouvement propre, ne retardoient pas ſon mouvement (*d*). Il a encore des opinions plus ſingulierement

(*a*) *Aſtron. philol. in prolegom.* p. 14.
(*b*) *Lib. III originum*, c. 23.
(*c*) *Ibid.* C. 52.
(*d*) *Ibid.* C. 34.

erronées ;

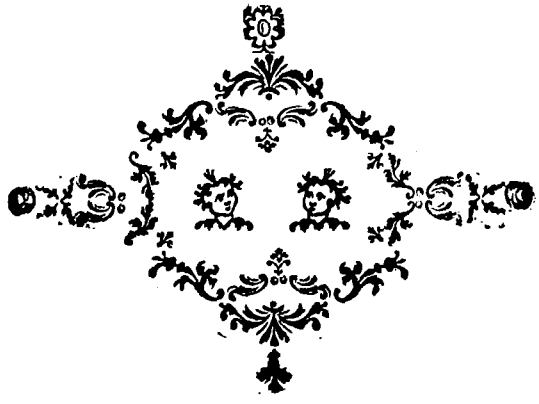
erronées ; il dit, par exemple, qu'il y a au-dessus des eaux destinées à rafraîchir l'axe du monde, & à l'empêcher de s'enflammer (*a*) ; que les astres sont gouvernés par des intelligences (*b*) ; enfin que lorsque le soleil se leve, il est vu à la fois par les peuples de l'Inde & par ceux de la grande Bretagne (*c*). Ainsi on peut croire que ce bon évêque au septieme siecle, méconnoissoit la rondeur de la terre, & le phénomene de la succession de la nuit & du jour. Telle étoit donc alors l'ignorance de ceux qui passoient pour savans! La philosophie consistoit à imaginer des eaux célestes pour arroser l'axe du monde comme l'essieu d'une roue. Voilà les idées grandes de ces siecles, des successeurs des astronômes d'Alexandrie. Il n'en a pas moins passé pour un grand homme. M. Weidler dit : *seculo septimo inter doctos excelluit Isidorus* (*d*).

§. LL

Une chose non moins extraordinaire, c'est le traité de la construction de la sphere d'Aratus par Leontius, mécanicien. La plus grande partie nous en est parvenue. Leontius avoit réellement dressé une sphere où les positions des étoiles étoient, relativement aux colures, telles qu'elles sont dans la sphere d'Aratus. Le projet est bizarre ; car il reconnoît que de son tems les apparences du ciel différoient beaucoup des descriptions d'Aratus, & même s'éloignoient en quelque chose de celles de Ptolémée. Il n'ignoroit pas qu'Hypparque avoit relevé les erreurs d'Aratus. On a droit d'être étonné qu'au septieme siecle il construise un globe, d'après ces descriptions reconnues pour défectueuses dès le tems d'Hypparque. Leontius n'attribue point l'erreur au mouvement des étoiles en longitude ; il paroît qu'il ne le connoissoit pas. Il donne pour raison qu'Aratus a suivi Eudoxe, qui n'étoit pas assez instruit des choses dont il parloit ; & il ajoute la pitoyable raison, que ce poëte n'avoit pas composé son ouvrage pour la perfection de la science, mais pour l'utilité des marins ; comme si les erreurs des positions des étoiles étoient indifférentes aux marins (*e*). Remarquons combien le progrès des connoissances est lent : voilà un homme qui n'ignore point que les apparences du ciel ont changé, ou du moins que les descriptions d'Aratus sont défectueuses ; il n'ignore point qu'Hypparque

(*a*) *Ejusd. de naturâ rerum cœlestium*, cap. 14.
(*b*) *Ibid.* c. 27.
(*c*) *Ibid.* c. 16.
(*d*) P. 200.
(*e*) *De fabric. sphæræ Aratæ.*

a vivement censuré le poëme & les erreurs d'Aratus, mais il ignore encore que le même Hypparque, sept ou huit cens ans avant lui, a découvert le mouvement des étoiles en longitude; que ce mouvement, confirmé par Ptolémée, a été consigné dans le livre de l'Almageste. Tout cela lui étoit inconnu; cependant on conclut quelquefois de la connoissance d'un fait à celle d'un autre: & voilà comment une critique judicieuse peut se tromper.



ECLAIRCISSEMENS,

DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE CINQUIEME.

Des Arabes, des Persans & des Tartares modernes.

§. I.

Nous avons dit que les Arabes, qui ont précédé Mahomet, sont peu connus; Riccioli cependant cite, d'après Junctinus, un astronôme nommé Abubater, qui vivoit 500 ans avant J. C. (*a*) Le même auteur fait mention d'un autre astrologue nommé Andrujager, qui florissoit l'an 230; mais ces faits ont peu d'autorité & d'intérêt. Les Arabes n'ont commencé à s'éclairer que sous Alraschid & Almamon; leur premier pas fut la traduction de l'Almageste. M. Peiresc avoit un ancien manuscrit de ce livre. On lisoit à la fin; *ce livre a été traduit sous les ordres du calife Almamon par Alhazen & par Sergius* (qui étoit chrétien) *l'an 212 de l'hégire*, (*b*), c'est-à-dire, l'an 818 de J. C. ou la quatrieme année du regne d'Almamon. D'Herbelot dit cependant que cette traduction fut faite par Isaac Benhonain, & corrigée par Thebith Ben Corath, vers l'an 827. M. de Montucla soupçonne, avec assez de vraisemblance, qu'il y a eu plusieurs traductions de ce livre fondamental (*c*).

§. II.

Alfergan rapporte dans ses élémens d'astronomie, qu'Almamon s'appliqua d'abord aux observations & aux plus importantes, telles que celles de l'obliquité de l'écliptique, qu'il détermina de 23° 35′ (*d*); & dans une

(*a*) *Almag.* T. IV, p. XXIX.

(*b*) Gassendi, *in vitâ Peyreschii, ad annum 636.* Lib. V, p. 326.

(*c*) Histoire des Mathématiques, T. I, p. 342.

(*d*) Golius, *ad Alfergan*, p. 69, 71.

édition de cet auteur, faite sur une ancienne version trouvée à Nuremberg, on lit 23° 33′. Voici ce que Golius nous apprend, d'après Ibn Ionis, astronôme Arabe. Iahja, fils d'Abimansor, Sened, fils d'Alis, & Abbas, fils de Said, trouverent à Bagdad la plus grande déclinaison du soleil de 23° 33′. Ibn Ionis cite le traité de l'astrolabe d'Alfergan; ainsi il n'y a pas de doute que la leçon de la version de Nuremberg ne soit bonne.

Ibn Ionis continue; après la mort d'Iahja, d'autres astronômes observerent avec un nouvel instrument qu'Almamon avoit fait construire : ces astronômes furent Chalid, fils d'Abdel-imelic, Abultibus, Sened, fils d'Alis, & Alis, fils d'Isa. C'étoit au tems où Almamon partit pour sa derniere expédition contre les Grecs, la vingtieme année de l'ère d'Iesdegird, ou l'an 827. Ils trouverent la plus grande déclinaison du soleil de 23° 33′ 52″; détermination qui confirma la premiere, avec une incertitude de 52″ seulement.

§. III.

Mais Mohammed, Ahmed, & Hasen, fils de Mousa s'étant appliqués à l'astronomie avec beaucoup de zele & de dépense, observerent, dans leur maison sur le pont de Bagdad, la hauteur méridienne du soleil au solstice d'hiver de 33° 5′ (*a*). L'an 337 d'Iesdegird, ou l'an 959 (*b*), & l'année suivante, la hauteur méridienne de 80° 15′ dans le solstice d'été. On en déduit la latitude du pont de Bagdad de 33° 20′, & l'obliquité de l'écliptique de 23° 35′. Il faut croire qu'Alfergan est contemporain de cette observation; ce qui peut servir à fixer son âge. Il avoit employé la premiere dans son traité de l'astrolabe que nous n'avons point; il se corrigea ensuite & employa celle-ci dans une seconde édition de ses élémens d'astronomie, parce qu'il crut que la derniere observation étoit la plus exacte. Si ces observations n'ont pas été corrigées de la fausse parallaxe de 3′ que les Arabes employoient quelquefois; l'obliquité est trop petite d'environ 1′ 11″, à cause de la réfraction dont ils ne tenoient pas compte; mais si elle a été corrigée de l'effet de cette parallaxe, qui est de 1′ 8″, cela feroit compensation, & l'on en doit conclure que d'après cette observation, l'obliquité de l'écliptique ne peut pas être moindre que 23° 35′.

(*a*) Il y a dans le texte 28° 5′, mais c'est évidemment une faute; il faut lire 33′ 5″. *Golius ad Alfergan*, p. 71.

(*b*) Nous soupçonnons qu'il y a ici une faute, & qu'il faut lire 237; car ce Mohammed doit être le même que le Mohammed-ben-mousa qu'Abulfarage place sous le regne d'Almamon (Hist. Dyn. p. 161).

On peut remarquer que ces trois obſervations, qui donnent 23° 33′, 23° 33′ 52″, & 23° 35′, font connoître les limites de la préciſion des obſervations des Arabes. L'incertitude eſt de 2′, & il ſemble qu'en établiſſant l'obliquité de l'écliptique de 23° 34′, on ſera fondé à regarder cette détermination comme bonne, puiſqu'elle eſt le milieu de ces trois obſervations, & qu'elle eſt d'ailleurs conforme à une obſervation réitérée par l'ordre d'Almamon, faite avec un inſtrument qu'il avoit fait conſtruire ſans doute exprès, pour qu'il fût ſupérieur à ceux qu'on avoit employés juſqu'à lui.

§. IV.

Une autre entrepriſe qui a illuſtré le regne d'Almamon, eſt celle de la meſure de la terre. Il ne faut point douter que les Arabes ne fuſſent très-bien que Ptolémée, dans ſa géographie, donnoit à la circonférence de la terre 180000 ſtades, mais les hommes de tous les tems furent toujours perſuadés que les déterminations anciennes ont beſoin d'être renouvelées. Voici ce qu'Abulfeda rapporte (*a*). » Ptolémée, auteur de l'Almageſte, & » pluſieurs autres des anciens (*b*), ont obſervé quel eſpace contenoit ſur la » terre un degré céleſte, & ont trouvé 66 $\frac{2}{3}$ milles. Ceux qui ſont venus » après eux, ont voulu s'en éclaircir par leur propre expérience; car s'étant » aſſemblés par l'ordre d'Almamon dans les plaines de Sinjar, & ayant » pris la hauteur du pôle, ils ſe ſéparerent en deux troupes; les uns » s'avancerent vers le ſeptentrion, les autres vers le midi, allant le plus » droit qu'il leur fût poſſible, juſqu'à ce que l'une des troupes eût trouvé » le pôle ſeptentrional plus élevé de 1°; & que l'autre au contraire l'eût » trouvé abaiſſé de 1°. Ils ſe raſſemblerent après à leur premiere ſtation, » pour confronter leurs obſervations. On trouva que l'une des troupes » avoit compté dans ſon chemin 56 $\frac{2}{3}$ milles, au lieu que l'autre n'avoit » compté que 56 milles; mais ils demeurerent d'accord du compte de 56 $\frac{2}{3}$ » milles pour un degré; ſi bien qu'entre les obſervations des anciens & » celles des modernes, il y a une différence de 10 milles ». M. Picard en conclut qu'ils faiſoient le degré de 47188 toiſes (*c*), parce qu'il déduit le mille arabe de 7 $\frac{1}{2}$ ſtades, ſuivant la proportion de 66 $\frac{2}{3}$ milles pour 500 ſtades; mais Abulfeda, & M. Picard après lui, s'eſt mépris; il n'eſt nul-

(*a*) *Coſmographia in prolegom.*

(*b*) Martin de Tyr, Poſſidonius, Eratoſthenes ſans doute.

(*c*) M. Picard anc. Mém. Acad. Sc. T. VII, P. I, p. 3.

(*c*) M. Picard anc. Mém. Ac. Sc. T. VII, p. 31.

lement vraisemblable que les Arabes se soient trompés de 10000 toises sur la valeur du degré. Cette erreur est impossible dans la mesure itinéraire, & à l'égard de l'arc céleste, on ne peut supposer que les deux troupes se soient accordées à se tromper de 10′ dans le même sens. L'erreur des instrumens de Ptolémée n'alloit qu'à 5′. Nous soupçonnons que celle des instrumens arabes n'alloit gueres qu'à 2′. Nous allons faire voir comment on peut s'y prendre pour trouver la valeur du mille arabe.

§. V.

ALFERGAN dit (*a*) que ces milles étoient chacun de 4000 coudées, de celles qu'on appeloit coudées noires. Nous avons fait voir, par le témoignage des auteurs Arabes mêmes, que la coudée noire avoit 27 doigts, & étoit à la coudée haschemite dans le rapport de 27 à 32. Nous avons également montré que cette coudée de 32 doigts étoit la même que la coudée du Caire de 20, 544 pouces: de ce rapport de 32 à 27, on déduit la coudée noire de 17, 332 pouces, le mille arabe de 962 toises 5 pieds 4 pouces, & le degré de 54563 toises; l'erreur est donc au plus de 2500 toises, en comparant ce degré à celui que nous avons mesuré aux environs de Paris, de 57072 toises. Mais la plaine de Sinjar est par 36° de latitude (*b*); & si l'on suppose que les degrés de latitude croissent comme les quatriemes puissances des sinus de latitude, on trouvera dans la table de M. Bouguer (*c*) le degré pour 36° de 56868 toises; l'erreur ne seroit donc que de 2300 toises, ou 2′ $\frac{1}{2}$ environ; ce qui, en donnant quelque chose pour l'erreur de la mesure itinéraire, ne laisse que 2′ pour l'erreur de l'observation & des instrumens (*d*).

Il est clair à présent qu'Abulfeda dit que les anciens s'étoient trompés de 10 milles, parce qu'il a cru que les 66 $\frac{2}{3}$ milles étoient de la même espece que les 56 $\frac{2}{3}$. Peut-être que le mille arabe étoit d'abord de 4000 coudées ordinaires, qui étoient égales à 3000 coudées haschemites, ou persannes & égyptiennes, & le mille arabe de 856 toises, comme le mille persan & égyptien. Mais lorsque par l'ordre d'Almamon, on adopta une nouvelle coudée, le mille augmenta à proportion, & devint de 963 toises; d'où pourroit être venu, avec quelques changemens le mille italique moderne de 958 toises (*e*).

(*a*) *Alfergan.* p. 3.

(*b*) Tables de Nassireddin, publiées par Greaves, p. 10.

(*c*) Figure de la terre, p. 305.

(*d*) *Voyez* le paragraphe précédent.

(*e*) Suivant le P. Boscovich, cité par M. de la Lande, *Connoissance des tems*, 1767, 132.

§. VI.

Remarquons que malgré le préjugé assez bien fondé, que les sciences & les déterminations vont en se perfectionnant, des différentes mesures de la terre que nous avons rapportées, celles d'Eratosthenes, d'Hypparque & des Arabes sont les moins bonnes; & que la meilleure, celle même qui doit passer pour très exacte, est celle qui, rapportée par Aristote, se perd dans l'antiquité des tems. Si Possidonius fut plus heureux que les Arabes, c'est qu'ils ne mesurerent réellement qu'un degré, quoiqu'ils en ayent mesuré deux, & que le philosophe en mesura d'abord 7 $\frac{1}{2}$, & ensuite 20 (*a*); d'ailleurs, comme nous l'avons soupçonné, c'est qu'ayant l'ancienne mesure sous les yeux, il s'est permis quelques changemens pour s'en rapprocher.

§. VII.

On trouve trouve sous le regne d'Almamon plusieurs astronomes qui ont passé pour célebres. Nous ne répéterons point ceux que nous avons déjà nommés; mais Abulfarage (*b*) cite Abdalla, Ebnsahel, Nubacht, Harbash habitant de Bagdad, qui fut fort exercé dans le calcul. Il composa trois livres de tables astronomiques; le premier contient les regles ou hypotheses; le second les observations auxquelles il compare les hypothèses; le troisieme de petites tables nommées Alshah (*c*). Il écrivit quelques autres ouvrages, & vécut 100 ans.

Mohamed-ben-mousa, le même sans doute qui a observé l'obliquité de l'écliptique de 23° 35′, fut encore un astronôme célebre; il a laissé des tables astronomiques dont on a fait long-tems usage, & jusqu'au tems où Nassirreddin, astronôme Persan, donna les siennes (*d*).

Mashalla, Juif, habile à découvrir les choses cachées, c'est-à-dire, astrologue & devin, fleurit sous ce regne (*e*).

§. VIII.

Albumasar, ou Aben-maaschar Giafar ben Mohamed ben Omar, fut, selon d'Herbelot (*f*), le Prince des astronômes de son tems; mais il y a lieu

(*a*) *Suprà*, p. 165 & 531.
(*b*) Hist. Dyn. p. 161.
(*c*) Trans. phil. n°. 163 abrégé, T. I, p. 261 Ibn Ionis, *Golius ad Alfergan*, p. 69.
(*d*) Abulpharage, p. 161. Herbelot, p. 616.
(*e*) Weidler, p. 209.
(*f*) Herbelot, p. 27.

de croire que sa plus grande célébrité est due à l'astrologie. Il est auteur de huit traités astrologiques, qui traitent des grandes conjonctions des planetes & des années : ils ont été imprimés à Augsbourg en latin en 1489, & à Venise en 1515 (*a*). D'Herbelot lui attribue aussi des tables astronomiques, un traité de la conjonction des planetes, qui se trouve à la bibliotheque du Roi, N° 133, & qui est sans doute le même que celui qui est imprimé. Mais le plus fameux de ses ouvrages est celui des *olouf*, ou milliers d'années, dans lequel il traite de la naissance, de la durée & de la fin du monde. C'est dans ce traité qu'il soutient que le monde a été créé, lorsque les sept planetes se sont trouvées en conjonction dans le premier point du Bélier, & qu'il finira lorsqu'elles se trouveront assemblées au dernier point des Poissons. Nous avons déjà cité cet endroit des écrits d'Albumasar. On dit qu'il observa une comete au-dessus de Vénus l'an 844 (*b*). Il étoit né l'an 805, & il mourut l'an 885 : les tems s'accordent donc bien, & c'est à tort qu'on a prétendu que cette observation appartenoit à un autre astronôme (*c*).

§. IX.

Les Arabes avoient certainement quelques élémens de l'ancienne astrologie. Nous dirons un mot ici de ce qu'ils entendoient par les grandes conjonctions, suivant Albumasar. Les anciens astrologues partageoient les signes en quatre classes, auxquelles ils avoient donné les propriétés des quatre élémens ; savoir, le Bélier, le Lion, le Sagittaire, la Triplicité ou les signes du feu ; le Taureau, la Vierge, le Capricorne, les signes terrestres ; les Gemeaux, la Balance, le Verseau, les signes de l'air ; l'Ecrevisse, le Scorpion, les Poissons, les signes de l'eau.

La conjonction de Jupiter & de Saturne étant arrivée dans le premier degré du Bélier, vingt ans après arrivoit dans le signe du Sagittaire, vingt ans après dans le signe du Lion, & enfin au bout de vingt autres années, elle revenoit dans le signe du Bélier. Voilà ce qui a conduit à l'établissement de la période de 60 ans, on choisira entre cette conjecture & celle que nous avons déjà proposée (*d*). Ces conjonctions ne sortoient point de ces trois signes pendant 240 ans, selon Albumasar (*e*), & plus exactement pendant 200 ans (*f*);

(*a*) Weidler, p. 214.
(*b*) Riccioli, *Almag.* Tom. II, p. 6.
(*c*) *Ibid.* Tom. I, p. XXIX.
(*d*) Astron. anc. p. 331.
(*e*) Albumasar, *de magnis conjunc.* Tr. I, diff. 2.
(*f*) Riccioli, *Almag.* Tom. I, pag. 674.

c'est

c'est ce qu'on appeloit la triplicité du feu, ce qui feroit une feconde période des grandes conjonctions. Enfin il s'écouloit quatre de ces périodes, c'est-à-dire, quatre fois 240 ans, ou 960 ans, & plus exactement 795 ans avant que les grandes conjonctions revinssent au premier degré du Bélier. Cette période de 960 ans étoit celle des très-grandes conjonctions.

Les Arabes appellent aduar & akuar les cycles & les révolutions d'années qui, selon les astrologues, reglent les actions & les événemens de la vie des hommes : chaque aduar contient 360 années solaires, & chaque akuar 120 années lunaires. L'art de l'astrologie orientale consistoit à trouver les rapports & les combinaisons de ces deux cycles (*a*). Nous ignorons comment étoient composées ces années lunaires & solaires; tout cela ne peut être que très-ancien; & le nombre de 360 années nous fait soupçonner que ces cycles sont du tems, où l'on croyoit que l'année n'avoit que 360 jours.

§. X.

Ahmed-ebn-Cothair-al-Fargani, que nous nommons Alfergan, fut, dit-on (*b*), contemporain de Hasbash, dont nous venons de parler; ce qui a fait présumer qu'il avoit vécu sous le regne d'Almamon, quoique Hasbash ayant atteint cent ans, doive avoir vu plusieurs regnes. Il composa des élémens d'astronomie, divisés en trente chapitres; c'est un abrégé de l'astronomie arabe, ou plutôt de la greque, que les Arabes commençoient à naturaliser chez eux. Le dénombrement des étoiles est dans ce livre comme dans l'Almageste de 1022 (*c*). M. Bernard (*d*) pense que les astronômes d'Almamon faisoient le mouvement des fixes de 1° en 66 ans & 8 mois, ce qui est précisément le mouvement établi par les Indiens (*e*); cependant Alfergan, qui devoit connoître les déterminations des astronômes d'Almamon, ses contemporains, le fait, comme Ptolémée, de 1° en 100 ans (*f*). Il disoit encore, comme lui, que la parallaxe du soleil n'étoit pas sensible par les observations; mais qu'au moyen de sa distance connue, on la déduisoit de 3′ (*g*). On a trois traductions de ce livre; la premiere de J. Hispalensis, au douzieme siecle, imprimée à Ferrare en 1493, & à Nuremberg en 1537, avec une préface de Melancton : la seconde

(*a*) Herbelot, p. 74.
(*b*) Abulpharage, p. 161.
Herbelot, p. 340.
(*c*) Alfergan, Elémens d'astronomie, p. 75.
(*d*) Transf. phil. n°. 163, abrég. T. I, p. 252.
(*e*) Les Indiens supposent 54″ par an, ce qui revient au même. *V.* astron. anc. p. 109.
(*f*) Alfergan, p. 74.
(*g*) *Ibidem*, c. 27, p. 100.

de Jac. Christman, traduite de l'hébreu, imprimée à Francfort en 1590. M. Christman a ajouté à cette traduction un ample commentaire sur le premier chapitre, où il explique les calendriers romain, égyptien, arabe, persien, syriaque, hébreu, avec leurs époques, & une chronologie depuis les olympiades & la fondation de Rome jusqu'à notre âge. La troisieme enfin est de Jac. Golius, professeur des langues orientales à Leyde, laquelle version n'a vu le jour qu'après sa mort à Amsterdam en 1669. Les notes savantes dont elle est enrichie ne vont même que jusqu'au neuvieme chapitre, où la mort l'arrêta (*a*).

Alfergam avoit composé deux autres ouvrages, l'un des cadrans solaires (*b*), l'autre de la description & de l'usage de l'astrolabe (*c*). On dit qu'il excella tellement dans le calcul arithmétique & astronomique, qu'on l'appeloit vulgairement le calculateur (*d*). Ce fut peut-être lui qui le premier fit usage des sinus; du moins M. de Montucla observe que ce furent les Arabes, qui simplifierent la pratique des opérations trigonométriques, en employant les sinus au lieu des cordes des arcs doubles dont Ptolémée s'étoit servi. Il ajoute que ce doit être une de leurs premieres inventions, puisqu'on la trouve dans Alfergan (*e*). A qui peut-on attribuer plus naturellement cette invention qu'à celui que les Arabes nommoient le calculateur?

§. XI.

Almamon mourut l'an 833 : sous son regne parurent plusieurs tables astronomiques; celles d'Iahia, fils d'Abumansor, auxquelles on donne le nom de *tabulæ probatæ*, parce qu'elles sont établies sur les observations modernes comparées aux anciennes (*f*); celles d'Ahmed ben Abdallah al Marouzi. La premiere partie comprend les tables, qui portent le nom d'Almamon, calculées selon la méthode des Indiens; cette partie seroit bien curieuse : elle contient sans doute les mêmes méthodes que M. le Gentil nous a communiquées, avec des explications que des ignorans n'ont pu procurer à cet académicien. La seconde partie de ces tables est, suivant les principes de Ptolémée; le manuscrit est à la bibliotheque du Roi (*g*). Ceci prouve qu'Almamon peut être rangé au nombre des souverains, qui,

(*a*) Weidler, p. 207.
(*b*) Weidler, qui cite à faux Abulfarage, p. 161.
(*c*) Golius, *ad Alferg.* p. 69.
(*d*) *Ibid.* p. 2.
(*e*) Hist. des Math. Tome I, p. 358.
(*f*) Golius, *ad Alferg* p. 66.
(*g*) Bibliotheque orientale, p. 935.

par leurs propres travaux, ont contribué aux progrès de l'aſtronomie. Les Arabes ont conſervé la plus grande vénération pour ce prince; il ne faut pas croire que tout ce qu'on lui attribue ait été exécuté de ſon vivant : on lui a fait honneur d'une grande partie des progrès que l'aſtronomie a faits depuis lui (*a*); il y avoit quelque juſtice, puiſqu'il avoit donné l'impulſion. Les progrès des ſciences ne s'arrêterent pas après lui : il avoit excité l'émulation avec tant de magnificence, il avoit ſi bien montré l'exemple à la nation, que l'aſtronomie fleurit chez les Arabes pendant pluſieurs ſiecles.

§. XII.

Thébith ben Corah fut le premier aſtronôme célebre depuis Almamon. On varie beaucoup ſur le tems où il a vécu. Les écrivains, cités par M. Weidler (*b*), le placent depuis le neuvieme juſqu'au treizieme ſiecle. Riccioli lui-même le place en 1275 (*c*). On ne comprend pas ſur quoi cette incertitude peut être fondée; car Abulfarage, qui vivoit au treizieme ſiecle, le place au neuvieme (*d*), & d'Herbelot dit poſitivement (*e*) que Thebith étoit né l'an 221, & mort l'an 288 de l'hégire; ce qui répond à peu-près à l'an 836, & 901 de notre ère. Voilà ſans doute des autorités ſuffiſantes.

Thebith crut s'appercevoir que le mouvement des étoiles en longitude ne ſe faiſoit pas toujours dans le même ſens. Il fut trompé par des obſervations attribuées à Hermès, & plus anciennes que Ptolémée de 1985 ans, par leſquelles on trouvoit l'étoile de la Lyre dans 24° du ſagittaire, & la claire de l'Hydre dans 7° du Lion (*f*), tandis que Ptolémée place la premiere dans 17° 20′ du Sagittaire, & la ſeconde dans 0° 0′ du Lion. Ces étoiles paroiſſoient donc avoir rétrogradé de 7° environ depuis Hermès juſqu'à Ptolémée. Il n'y a point d'apparence que Thebith eût forgé exprès de fauſſes obſervations pour établir une fauſſe hypothèſe; il eſt bien plus naturel de croire que Thebith, à Bagdad, étant au centre de toutes les traditions orientales, poſſédant des livres qui nous ſont inconnus, a pu y puiſer des notions qui ne nous ſont point parvenues. Les voyageurs prétendent avoir vu en Aſie des bibliotheques conſidérables, à Gaza, à Damas,

(*a*) Golius, *ad Alfergan*, p. 67.
(*b*) Pag. 211.
(*c*) Riccioli, *Almag*. Tom I, pag. XXVII.
(*d*) Hiſt. dyn. Pag. 184.
(*e*) Pag. 1015.
(*f*) Aug. Riccius, qui cite le traité du Juif Iſaac, p. 23, *de mundi fundamento*.

à Ardwil en Perse (*a*). Il y avoit sans doute dans les manuscrits, qui y furent renfermés, bien des faits utiles sur l'antiquité, dont les Arabes ont pu avoir connoissance. Les observations attribuées à Hermès paroissent fausses, & invraisemblables au premier coup d'œil; cependant le degré de la longitude est marqué, l'intervalle des années entre Hermès & Ptolémée est exactement spécifié; ce ne sont point là les caracteres de l'imposture, & nous allons faire voir qu'il y a une maniere très-simple d'expliquer ce qui paroît d'abord peu vraisemblable. Hermès, 1985 ans avant Ptolémée, ou environ 1680 ans avant Hypparque, voulant désigner le lieu de quelques étoiles, les compara aux constellations du zodiaque, & trouva que la Lyre, par exemple, répondoit au 24 degré du Sagittaire. Ensuite, lorsqu'Hypparque 1680 ans après fit le dénombrement des étoiles, elles s'étoient avancées de 23° 20′ : ainsi il dût trouver l'étoile au 17° 20′ du Capricorne. Mais comme le Bélier avoit toujours été la premiere constellation du zodiaque (*b*), il y a apparence que lorsqu'Hypparque eut découvert le mouvement des étoiles en longitude, voulant que le signe du Bélier fût le premier du zodiaque fixe, comme il l'avoit toujours été du zodiaque mobile, il nomma le Bélier l'espace qui dans l'écliptique s'étoit appelé jusques-là le Taureau, & le Sagittaire, celui qui s'étoit appelé le Capricorne; de sorte que la Lyre se trouva au 17° 20′ du Sagittaire, tandis que par les observations d'Hermès elle étoit au 24e. Ptolémée dans son catalogue, la place précisément au 17° 20′ du Sagittaire. Il est vrai qu'en partant de ce que nous venons d'établir, & des 2° 40′ qu'il ajouta aux positions d'Hypparque, il auroit dû la faire plus avancée de 2° 40′; mais on peut aisément supposer qu'Hypparque dessina de nouveau les constellations, & que changeant un peu leur étendue, l'étoile qui auroit dû se trouver au 17° 20′ du Sagittaire, ne se trouva que dans 14° 40′.

Augustin Riccius & Regiomontanus (*c*), qui ont réfuté le systême de Thebith, n'ont point douté de l'authenticité des observations d'Hermès; ils ont attribué la différence de ces observations & de celles de Ptolémée, à des équivoques sur les noms des étoiles; mais notre explication, fondée sur le mouvement même des étoiles, & sur l'équivoque du nom des signes, nous paroît plus vraisemblable.

(*a*) Encyclopédie, art. *bibliotheque*. M. l'abbé Sevin, Mém. Acad. Inscrip. Tom. VII, p. 334.

(*b*) Hist. de l'astron. anc. p. 482.

(*c*) Aug. Ric. *Trac. de octavâ sphærâ*, p. 23. Regiomont. *epit. Almag.* L. VII, p. 6.

§. XIII.

Thebith s'y trompa, & devoit s'y tromper; il étoit clair que les étoiles s'étoient avancées depuis Hypparque & Ptolémée jusqu'à lui; elles paroissoient avoir rétrogradé depuis Hermès jusqu'à Ptolémée, ou Hypparque: il dût conclure qu'elles avoient un mouvement libratoire, ou d'oscillation autour des points équinoxiaux; il l'appela mouvement de trépidation, *motus trepidationis*. Il suppose deux écliptiques, l'une fixe dans la neuvieme sphere, l'autre mobile dans la huitieme. Celle-ci, la sphere des fixes, avoit deux mouvemens, l'un constant & uniforme d'orient en occident, qui produit la révolution autour des pôles de la terre en 24 heures; l'autre celui de trépidation, qui s'accomplissoit dans de petits cercles dont les circonférences étoient éloignées de 4° 18′ 43″ (*a*) des points équinoxiaux; en sorte que les premiers points du Bélier & de la Balance parcourent ces deux petits cercles, dont les centres sont les points équinoxiaux. De là il arrive que les étoiles paroissent se mouvoir tantôt vers l'orient, tantôt vers l'occident, tantôt plus vîte, tantôt plus lentement. Toutes les spheres inférieures suivent ce mouvement; en sorte que les absides des déférens & leurs déclinaisons sont invariables (*b*). Cette hypothèse admise, les pôles de l'écliptique mobile doivent avoir un mouvement à l'égard des pôles de l'écliptique fixe, & l'obliquité de la premiere sur l'équateur doit être variable: aussi Thebith ne regardoit pas cette obliquité comme constante (*c*). Il n'est pas le seul Arabe qui ait parlé ainsi (*d*). Dans les mêmes livres où étoient conservées les observations d'Hermès, on trouvoit peut-être des observations d'une obliquité plus grande; nous avons vu qu'on la faisoit jadis de 24°; & même nous avons eu lieu de soupçonner qu'on l'avoit faite de 25° (*e*). On ne connoît les opinions de Thebith que par ce qu'en ont extrait les astronômes plus modernes; on peut dire qu'elles sont fausses; mais on ne peut juger de la maniere dont il avoit fait cadrer ses hypothèses avec les observations, & du degré de vraisemblance qu'il avoit pu leur donner.

(*a*) Ou 4° 19′ August. Riccius, p. 7.

(*b*) *Purbachii theoriæ planet.* Reinholdus, *in notis ad eunaem*, pag. 233, 1601. Junctinus, *Opera*, Tom. II, p. 162.

(*c*) August. Riccius, p. 23.

(*d*) *Infrà*, §. 35

(*e*) Histoire de l'Astron. anc. p. 333.

§. XIV.

Cependant il paroît que Thebith supposa que l'obliquité de 23° 51′ 20″, telle qu'elle avoit été observée par Pitheas, Eratosthenes & Hypparque, étoit la plus grande ; car le diametre de ces petits cercles étoit déterminé en conséquence. Soit (*fig.* 34) ABCD l'équateur, dont le centre est E, l'écliptique fixe APCQ, dont le centre est F. Soient A & C les points moyens des équinoxes, la ligne droite AFC représente le colure ; supposons que le premier degré du Bélier & de la Balance I & K décrivent la circonférence des petits cercles IR, KS ; pendant cette révolution, le centre F parcourra deux fois la ligne GH. Quand le premier degré du Bélier sera en I, l'écliptique mobile sera le cercle IPMN, dont le centre sera en G. Alors les points des équinoxes seront en L & en M, écartés de l'équinoxe moyen de la quantité de l'arc AL. Thebith fixa cet arc à 10° 45′. En même tems le pôle de l'écliptique étant transporté en G, l'obliquité est mesurée par GE ou ON, elle est la plus grande, & c'est pour que cette obliquité fût de 23° 51′ 20″, & la plus petite EF ou DQ de 23° 33′ 40″, qu'il détermine la ligne GE de 4° 18′ 43″. Cependant l'obliquité GE étant supposée de 23° 51′ 20″, & l'arc GF de 4° 18′ 43″, l'obliquité la plus petite EF se trouve de 23° 29′. Il y a apparence que Thebith fit ici une erreur de calcul. Tout ceci est tiré des théoriques de Purbach ; il en résulte que Thebith admettoit une variation périodique de 22′ 20″ dans l'obliquité, & une oscillation des points équinoxiaux dans une étendue de 21° 30′.

§. XV.

On dit que la période de ce mouvement étoit de 800 ans ; il faut entendre la demi période, car la quantité de la libration étoit de plus de 8°. A raison de 1° en 100 ans, comme Ptolémée, la période seroit de 1600 ans, & à raison de 1° en 80 ou 84 ans, comme on l'infere d'Albategnius (*a*), elle seroit de 1450 ans.

Cette quantité de 8° ne s'accorde point avec le mouvement des étoiles en longitude, qui avoit eu lieu depuis Ptolémée. Pour peu que Thebith eût observé, il n'est pas possible qu'il n'ait vu que 8° ne suffisoient pas

(*a*) Chap. 51, p. 179.

pour représenter ce mouvement, qui étoit d'environ 10° $\frac{1}{2}$. Aussi nous avons établi, d'après d'autres auteurs (*a*), qu'il étendoit cette libration jusqu'à 22°.

Ce systême de Thebith sert à prouver son âge, suivant la remarque de M. de Montucla (*b*). » il avoit déjà séduit bien des gens du tems d'Albate-» gnius. Ce judicieux & habile astronôme (*c*) se mocque expressément de » ceux qui adoptoient une pareille chimere; & ce qui est remarquable, » c'est précisément de cette quantité d'environ 8° qu'il parle. Thebith étoit » donc antérieur à Albategnius, dont l'âge est bien déterminé.» Nous avons vu que d'Herbelot fixe aussi très-positivement celui de Thebith. Cette autorité nous décide : car nous observerons que la preuve précédente n'est pas démonstrative. L'astronôme Arabe n'avoit fait que renouveler cette opinion. Augustin Riccius nous apprend que, selon Averroès elle étoit plus ancienne que Thebith, & qu'elle appartenoit aux anciens Babyloniens. Le Juif Isaac, dans son livre intitulé *Jesod Holam*, ou *de fundamento mundi*, semble attribuer également cette opinion à Hermès, disant à ses disciples, *oportere eos circa navim pendentem in æthere, quæ quatuor centum annorum curriculum ascendens, æquali indè annorum spatio descendit, cautiores fieri* (*d*). Roger Bacon l'attribue aussi aux sages des Indiens (*e*).

§. XVI.

Thebith étoit fondé par ses observations, à croire l'obliquité variable : car il n'ignoroit pas sans doute qu'Eratosthenes, Hypparque & Ptolémée l'avoient établie de 23° 52'. Il l'observa lui-même, & il la trouva de 23° 33' 30" (*f*).

Du mouvement libratoire que Thebith donnoit aux points équinoxiaux, il résultoit une incertitude sur la longueur de l'année, déterminée par le retour du soleil à ces mêmes points. Il pensa qu'il falloit avoir recours, pour plus d'exactitude, à la méthode que les Chaldéens avoient employée de la déterminer à l'égard des étoiles fixes; il l'établit de $365^j\ 6^h\ 9'\ 11''$ (*g*). Il est évident que cette année n'est aucune des sidérales connues; celle des Indiens est de $365^j\ 6^h\ 12'\ 30''$ (*h*); celle des anciens Chaldéens étoit de

(*a*) Reinhold, *loco cit.* p. 251. Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. 166.
(*b*) Histoire des mathém. T. I, p. 347.
(*c*) Albategnius, *de scien. stel.* c. 52.
(*d*) *Tract. de motu octavæ sphæræ*, p. 6.
(*e*) *Opus majus*, édit. 1733, p. 399.
(*f*) Christman *ad Alferg.* c. 6. Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. XLV.
(*g*) Weidler, p. 211.
(*h*) Histoire de l'Astron. anc. p. 110.

365j 6h 11′ (a). Il faut donc que la sienne ait été établie sur ses propres observations, comparées à des observations plus anciennes. Mais quelles furent ces observations plus anciennes? L'Almageste n'en contient aucune de cette espece; nouvelle preuve que les Arabes avoient sur l'antiquité une infinité de notions, qui sont perdues pour nous; peut-être y en a-t-il quelques-unes renfermées dans les manuscrits qui nous restent; il seroit bien à souhaiter que ceux qui savent la langue arabe se donnassent la peine de traduire ces manuscrits.

Thebith a travaillé beaucoup sur la trigonométrie, & il admit seulement vingt-deux cas possibles dans la résolution des triangles sphériques (b). Il étoit de Harran, qui est l'ancienne Carrhes des Grecs; Sabéen de religion, de cette religion qui veut être aussi ancienne que le monde, qui fut, disent ses sectateurs, la religion d'Abraham, & dont les livres sacrés ont été composés par Adam (c). Thebith fut secrétaire du calife Mothadeb: Il a beaucoup écrit sur sa religion.

§. XVII.

Mohamed-ben-Geber, astronôme qui tenoit le surnom d'Albatani, de la ville de Batan dans la Mésopotamie, où il étoit né, & celui d'*Aractensis* en latin, de la ville d'Aracte, où il a principalement observé, est connu parmi nous sous le nom d'Albategnius. M. Halley en fait grand cas; il l'appelle *auctor pro suo sæculo admirandi acuminis, in administrandis observationibus exercitatissimus* (d). On imagine que ce Geber, de qui il est fils, est le fameux Geber, le pere des Alchimistes, qui a composé 500 volumes sur la pierre philosophale (e). Si le pere eut une certaine célébrité, le fils en a une plus réelle & plus solide.

Albategnius ayant reconnu que les tables de Ptolémée étoient défectueuses, que ses hypothèses sur la lune & les planetes étoient insuffisantes, tenta de pallier les défauts de ces hypothèses, & construisit de nouvelles tables, plus conformes à l'état du ciel, dressées pour le méridien d'Aracte ou Racah (f). Elles ont été long-tems précieuses aux Arabes, comme les plus exactes qu'ils eussent. Il changea la quantité du mouvement des fixes que Ptolémée avoit cru de 1° en 100 ans; Albategnius la trouva beaucoup plus grande, en

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 149.
(b) Mersenne, *Synopsis mathem.* p. 204. Weidler, p. 212.
(c) Herbelot, p. 726.
(d) Transf. philosop. 1693, n. 204.
(e) Herbelot, p. 387.
(f) *Ibid.* p. 193.

comparant

comparant ses observations à celles de Ménélas (*a*), & l'établit de 1° en 66 ans, ou d'environ 54″ 32‴ par an. Quoiqu'il n'en parle point, on ne peut douter qu'il n'ait comparé ses observations à celles de Ptolémée, & cette comparaison lui auroit fait établir 1° de mouvement, suivant Riccioli (*b*), en $64\frac{12}{69}$ ans. Nous croyons que ce qui le fit pencher pour la premiere détermination, fut la connoissance qu'il avoit sans doute de ce mouvement établi par les Indiens de 54″ par an (*c*). Cette observation des étoiles nous apprend le tems où il a fleuri; car il la date lui-même de l'an 127 de Nabonassar, qui répond à l'an 879 de notre ère. Albategnius, doutant de toutes les déterminations anciennes, voulut vérifier celle de l'obliquité de l'écliptique, quoiqu'elle l'eût déjà été plusieurs fois chez les Arabes mêmes. Il explique qu'il observa avec une très-longue alidade, & avec toutes les attentions indiquées dans l'Almageste, pour la vérification de la position de l'instrument, la plus courte distance du soleil au zenith d'Aracte, lors du moment du solstice d'été, de 12° 26′, & la plus grande au solstice d'hiver, de 59° 36′; d'où résulte l'obliquité de 23° 35′ (*d*); il n'a eu égard ni à la parallaxe ni à la réfraction : en ayant égard à la réfraction, cette obliquité seroit un peu plus grande, & de 23° 35′ 47″.

§. XVIII.

Albategnius vérifia aussi la théorie du soleil; il trouva par ses observations que l'excentricité étoit de 2p 41′ $\frac{1}{4}$, dont le rayon en contient 60, ou 3465, dont le rayon en contiendroit 100000 (*e*). Cette détermination ne differe pas beaucoup de celle d'Hypparque (*f*); mais la remarque la plus importante qu'il ait faite, un véritable pas qu'il a fait faire à la science, c'est la découverte du mouvement de l'apogée du soleil que Ptolémée avoit cru fixe dans le 5° $\frac{1}{2}$ des Gemeaux, ou du moins qu'il n'avoit cru assujetti qu'à la rétrogradation des points équinoxiaux. Albategnius le trouva dans 22° 17′ (*g*); il étoit donc avancé de 16° 47′, & à raison du mouvement des points équinoxiaux, il n'auroit dû l'être que de 10° 18′. Il en résultoit qu'il avoit un mouvement propre, par lequel il s'étoit avancé de 6° 29′.

Ceci nous démontre qu'Albategnius regarda la détermination de l'apogée

(*a*) *De scientiâ stellarum*, c. 51.
(*b*) *Almag.* Tom. I, p. 444.
(*c*) Histoire de l'Astron. anc. p. 109.
(*d*) Albategnius, c. 4.
(*e*) *Ibid.* c. 28.
Halley, Transf. philos. N°. 204.
(*f*) *Suprà*, p. 472.
(*g*) Albategnius, c. 28.

du soleil, rapportée dans l'Almageste, comme appartenant à Hypparque, & non à Ptolémée : car il établit ce mouvement de 59″ 4‴ par rapport aux équinoxes (*a*) ; & comme l'équinoxe rétrogradoit, suivant lui, de 54″ 32‴, il s'ensuit qu'il ne faisoit le mouvement propre de l'apogée du soleil que de 4″ 32‴. Alors tout est d'accord, & supposant qu'Hypparque ait observé vers 140 ans avant J. C., il s'étoit écoulé 1019 ans : l'équinoxe, en conséquence de 1° en 66 ans, a dû rétrograder de 15° 26′, l'apogée du soleil a avancé de 1° 17 : donc il a dû paroître avancé relativement à l'équinoxe, de 16° 41′ 29″.

§. XIX.

Ce grand astronôme se trompa dans la détermination de la longueur de l'année solaire, qu'il a trouvée de 365ʲ 5ʰ 46′ 24″ (*b*), plus petite de 8′ 48″ qu'Hypparque ne l'avoit trouvée, & plus petite de près de 2′ $\frac{1}{2}$ qu'elle n'est réellement ; ce qui a fait penser depuis à quelques astronômes modernes que la longueur de l'année étoit susceptible d'accroissement & de diminution. On croyoit qu'elle avoit diminué depuis Ptolémée jusqu'à Albategnius, & qu'elle commençoit à augmenter ; mais on a reconnu que cette différence n'étoit due qu'à l'erreur des observations de Ptolémée, qui, suivant M. Halley (*c*), sont plutôt fictives que réelles : du moins nous croirons volontiers qu'elles sont altérées (*d*). Une erreur de 2′ $\frac{1}{2}$ est énorme. Thebith ayant trouvé l'année sidérale de 365ʲ 6ʰ 9′ 12″, il en résulte que l'année tropique étoit en conséquence de 365ʲ 5ʰ 48′ 57″, & il faut supposer plus d'un jour d'erreur dans l'observation des équinoxes par Ptolémée. Celui dont Albategnius a fait usage est un équinoxe observé le 9 du mois Athir, la troisieme année d'Antonin, qui a dû sans doute tomber le 8. Cette différence d'un jour ne produiroit pas encore tout-à-fait 2′. Albategnius dût être étonné de trouver une si grande différence entre ses déterminations & celles d'Hypparque & de Ptolémée. Nous pensons qu'Albategnius fut porté à adopter celle qu'il nous a laissée, par une raison semblable à la raison que nous avons soupçonnée à Hypparque (*e*). Il connoissoit sans doute l'année sidérale de Thebith, & il en déduisit la longueur

(*a*) Riccioli, *Almag.*, Tom. I, pag. 158.
Albategnius.
(*b*) *Ibid.* p. 20.
Hist. des Mat. Tom. I, p. 349.
(*c*) Transf. Phil. N°. 204.
(*d*) *Suprà*, p. 549.
(*e*) *Ibid.* p. 470.

de l'année tropique. Hypparque avoit trouvé une année trop longue, parce qu'il avoit employé un mouvement des étoiles trop lent; Albategnius trouva l'année trop courte, parce qu'il faisoit ce mouvement trop grand. Ce mouvement supposé de 54″ 33‴, il devoit y avoir 22′ 5″ de différence, & l'année tropique conclue de l'année sidérale de Thebith, devoit être de $365^j\ 5^h\ 47'\ 7''$, qui differe seulement de 43″ de celle qu'Albategnius a trouvée par les équinoxes; il fut donc fondé à ne pas croire s'être écarté de la vérité. Si même il s'étoit servi du mouvement des fixes, déduit de la comparaison de ses observations à celles de Ptolémée, ce mouvement, qui seroit à-peu-près de $56'' \frac{1}{4}$, lui auroit donné une différence de 22′ 47″, qui retranchées de l'année sidérale de Thebith, laissoient pour l'année tropique $365^j\ 5^h\ 46'\ 25''$, ou précisément la même année qu'il déduisit de l'observation des équinoxes. Ainsi Albategnius fut bien excusable de s'y tromper, puisque son résultat étoit appuyé d'un côté sur les observations de Ptolémée, & de l'autre sur celles des Chaldéens, qui avoient servi à établir l'année sidérale de Thebith.

§. XX.

Au reste il s'est servi pour déterminer l'apogée & l'excentricité du soleil de la même méthode qu'Hypparque avoit employée (*a*). Il ne paroît pas avoir fait grand chose sur la théorie de la lune; il lui donne deux équations, qui sont absolument les mêmes que celles de Ptolémée (*b*). On a de lui deux observations d'éclipses de cette planete, & deux d'éclipses solaires dans les années 883, 891 & 901 (*c*); elles sont les seules, avec celles de Thius que nous avons citées, qui puissent servir à rectifier les moyens mouvemens entre Ptolémée & Tycho.

Nous avons tiré ces extraits d'un seul ouvrage d'Albategnius, intitulé *de numeris & motibus stellarum*; l'original arabe est perdu: on en a deux éditions, l'une à Nuremberg en 1537, l'autre à Bologne en 1645, de la traduction de Plato Tiburtinus, qui connoissoit mal la langue arabe, & qui étoit peu instruit de l'astronomie (*d*).

Ce livre renferme d'ailleurs différens problêmes de la sphere & d'astronomie, tels que ceux-ci: étant donnée la longueur des jours, trouver l'am-

(*a*) *Suprà*, p. 471.
(*b*) Albategnius, c. 30.
(*c*) *Ibid.* Halley, Transactions philosophiques, N° 204.
(*d*) *Ibid.*

plitude & la hauteur du pôle, & *vice versâ*; trouver les arcs semi-diurnes des astres; trouver l'heure la nuit par le moyen des étoiles; trouver la distance mutuelle de deux étoiles, étant données leurs longitudes & leurs latitudes, &c. Albategnius fit usage des sinus, mais Regiomontanus remarque qu'il s'y trompa beaucoup; 1°. parce qu'il ne fit point de différence des arcs de petits cercles aux arcs de grands cercles: 2°. en ce qu'il regarda les arcs comme des lignes droites, & qu'il employa indifféremment les sinus de ces arcs pour les arcs mêmes, comme avoit fait Ptolémée; mais il paroît, suivant Regiomontanus, qu'il en fit un abus plus grand que Ptolémée, qui n'en usoit que pour les petits arcs, au lieu qu'Albategnius en use pour tous également (*a*).

§. XXI.

L'Astronomie fleurit particulierement dans le dixieme siecle chez les Arabes; le calife Sharfoddaula la protégea: mais il eut un regne trop court; il ne fut sur le trône que deux ans & huit mois, & mourut à l'âge de 28 ans (*b*). On trouve sous son regne Abdol-Rahman-Alsuphi, astronôme célebre par plusieurs ouvrages, & par un grand nombre d'observations. Il étoit né l'an 904, & mourut l'an 986, âgé de 82 ans. Il est auteur d'un ouvrage sur la projection des rayons (*c*). Nous avons eu occasion de remarquer que la théorie des projections paroît avoir pris naissance dans l'école d'Alexandrie; mais voilà le premier ouvrage sur cet objet, dont l'histoire nous ait conservé quelque notion: soit que ce traité appartînt à l'astronôme Alsuphi, ou qu'il ne fût qu'une traduction. Il avoit composé un traité d'astronomie, & des tables persiennes (*d*). Ce dernier titre est assez singulier pour un ouvrage composé par un Arabe, & dans un tems où les Perses n'avoient eu aucune communication de la nouvelle astronomie. Ce titre, s'il est exact, nous feroit soupçonner que cet astronôme avoit trouvé quelques restes de l'ancienne astronomie des Perses, & qu'il les avoit rédigés en tables, pour les comparer à celles de Ptolémée. Il est le premier Arabe, qui ait donné un catalogue pour son tems, avec les lieux des étoiles & les figures des constellations dessinées. (*e*). M. Weidler fait

(*a*) Notes de Regiomontanus sur Albategnius, c. 26.
(*b*) Abulpharage, p. 212, 217.
(*c*) *Ibidem*, p. 214.
(*d*) Bouillaud, astron. phil. *in proleg.* p. 15. Hyde *in præf. tabularum Ulug-Beg.*
(*e*) *Ibid.* Abulpharage, p. 214.

mention d'un manuscrit d'Alsuphi, intitulé *liber de locis stellarum fixarum cum imaginibus suis verificatis*, qui est sans doute l'ouvrage dont nous venons de parler, dont quelques extraits, dit-il (*a*), ont vu le jour ; mais il ne dit pas où. Ce catalogue est cité par Ulug-Beg (*b*). M. Bernard en rapporte quelques positions (*c*) ; il est pour l'an 964 : on y voit que cet astronôme n'a fait qu'ajouter 12° 42′ aux positions de Ptolémée, pour les réduire à son tems. M. Bernard remarque qu'il s'accorde avec Ptolémée pour la latitude ; mais il s'accorde avec lui en tout, puisqu'il l'a copié sur tout. Il en résulte qu'il faisoit le mouvement des fixes de 1° en 66 ans, comme Albategnius. Il observa l'obliquité de l'écliptique, qu'il trouva aussi de 23° 35′ (*d*).

Dans l'ouvrage d'Alsuphi, les constellations sont dans le même ordre que dans celui de Ptolémée & d'Ulug-Beg. Il y manque la Couronne australe ; mais on y trouve de plus trois constellations entre Andromede & le Triangle ; savoir, Andromede avec un poisson devant elle, la même debout sur un autre poisson, & un Cheval. On y trouve la longitude & la latitude des étoiles : il comprend 126 pages *in-folio* (*e*).

§. XXII.

Il semble que l'astronomie ait été cultivée en Egypte sur la fin du dixieme siecle, selon d'Herbelot (*f*) ; on voit qu'il y avoit alors au Caire l'observatoire de Hakem, sultan d'Egypte. On trouve encore un catalogue d'étoiles cité par Edouard Bernard (*g*), qui en rapporte quelques positions tirées des tables hakimites d'un certain Johanides. Ces positions appartiennent à l'an 996 ; c'est le tems du regne de Hakem (*h*). Le catalogue ne paroît pas une réduction de celui de Ptolémée. En comparant les positions des étoiles aux positions de Ptolémée, on trouveroit 1° en 53 ans. Les astronômes que le calife Sharfoddaula chargea de veiller à l'observation des sept planetes, étoient Ahmed-ebn-Mohammed-al-Saghani, & Vaiian-ebn-Sahel. Il paroît que ces astronômes observerent des solstices & des équinoxes. Vaiian laissa un détail des observations qu'il avoit faites, ou dont il avoit été témoin (*i*).

(*a*) Weidler, p. 212.
(*b*) *In pref. tabul.* Ulug-Beg.
(*c*) Transactions philos. abrégé, T. I, p. 244.
(*d*) *Ibid.* N°. 163, p. 262.
(*e*) M. Niebuhr, Descr. de l'Arabie, p. 103.
(*f*) Biblioth. orient. p. 934.
(*g*) Transf. phil. abrégé, Tom I, p. 245.
(*h*) Bibliot. orient. p. 411.
(*i*) Abulpharage, p. 217.

§. XXIII.

ALBATRUNIUS-ABUL-RIHAN, l'an 995, suivant M. Bernard, ou l'an 1068, selon Abulpharage (*a*), observa l'obliquité de l'écliptique de 23° 35′, avec un quart de cercle de 15 coudées de rayon. M. Bernard cite Gréaves, d'après un manuscrit arabe d'Albatrunius. Abu-Mahmud-al-Chogandi, sous le califat de Phacrodaula, trouva, vers 992, l'obliquité de l'écliptique de 23° 32′ 21″, avec un sextant de 40 coudées de rayon, dont le limbe étoit divisé en secondes. Cette derniere observation surtout est remarquable par la précision qu'elle semble comporter; elle est exprimée en secondes, & il n'y a que celle-ci, & celle de l'obliquité de l'écliptique par Ulug-Beg, dont nous parlerons bientôt, qui soient portées à cette précision. Cela s'accorde avec l'idée qu'on nous donne de l'instrument qui étoit, dit-on, divisé en secondes. En partant des valeurs des trois coudées, qui étoient en usage chez les Arabes (*b*), le rayon du quart de cercle seroit de 19 pieds 3 pouces, de 21 pieds 8 pouces, ou de 25 pieds 8 pouces: quant au sextant de 40 coudées, son rayon, en partant des mêmes valeurs de la coudée, devoit être de 51 pieds 6 pouces, de 57 pieds 9 pouces, ou de 68 pieds 6 pouces. Comme la coudée noire de 27 doigts est celle qui paroît avoir été le plus en usage chez les Arabes, celle qui du moins a servi pour la mesure du degré, il est probable que c'est de cette coudée dont il est question. Alors cet instrument ayant 57 pieds 9 pouces de rayon, le degré auroit répondu à une étendue de 12 pouces 1, 22 lignes, la minute à 2, 42 lig., les 10″ à 0, 40 lignes, & la seconde à 0, 04 lignes. Remarquons qu'on ne peut pas supposer que cet instrument ait été un gnomon: il est bien qualifié de sextant dont le limbe étoit divisé en secondes; & comme $\frac{1}{25}$ de ligne n'auroit pas été sensible, il faut croire qu'il étoit divisé par transversales. Quelque étonnante qu'ait été l'exécution d'un pareil instrument, comme nous voyons d'un côté le témoignage positif des Arabes, accompagné de la circonstance que le limbe étoit divisé en secondes, & que de l'autre nous voyons une observation presque unique chez ces peuples, en ce qu'elle paroît faire avec la précision d'une seconde, il nous semble difficile de ne pas admettre la réalité de l'instrument. M. le Monnier est de ce sentiment (*c*). Ajoutons que l'air simple dont les Arabes rapportent ces faits est

(*a*) Transf. phil. N°. 163. Abulpharage, p. 229.

(*b*) *Suprà*, Eclaire. p. 507 & 526.

(*c*) Mém. Acad. Sc. ann. 1745, p. 524.

l'expression de la vérité. On admire plus ce qu'on a imaginé que ce qu'on a exécuté ; s'ils avoient menti pour se donner un mérite, ils se seroient loués en même tems.

§. XXIV.

M. Bernard cite plusieurs autres Arabes, à-peu-près du même tems, qui ont observé l'obliquité de l'écliptique ; Abu-Joaffer-Alchasan, avec son associé Abulfadus Harwanensis, à Edesse, la trouverent un peu moins de 23° 35′ vers 970.

Abul-Vassi Albuziani, & Abn-Hamed Saganiensis, l'observerent à Bagdad très-près de 23° 35′ vers 987. Ce qu'il y a de singulier, c'est que M. Bernard, après avoir rapporté toutes les observations connues de l'obliquité de l'écliptique depuis celles d'Eratosthenes & d'Hypparque, jusqu'à celles des Arabes & d'Ulug Beg, qui toutes vont très-sensiblement en diminuant, en conclut que l'obliquité a toujours été la même depuis le commencement du monde (*a*).

Haly-Aben-Rodoan ne fut qu'un astrologue vers 1024 ; il a fait un commentaire sur les centuries & le Tetrabiblon de Ptolémée, un livre sur les trois nativités. On lui attribue encore un ouvrage sur la projection des rayons.

Nous avons placé ici cet astrologue, suivant Riccioli & M. Weidler (*b*). Snellius, à la fin de son traité de la comete de 1618 (*c*), dit qu'Haly-Aben-Rodoan, l'an 92 de l'hégire, ou l'an 711 de notre ère, observa une comete dans le 19° du Scorpion ; mais il nous paroît peu vraisemblable qu'un siecle avant Almamon, un Arabe ait pu être assez éclairé pour connoître Ptolémée, & pour écrire sur la projection des rayons. C'est pourquoi nous l'avons laissé à l'époque assignée par Riccioli.

§. XXV.

Arsachel perfectionna la méthode de déterminer les élémens de la théorie du soleil. Hypparque & Ptolémée avoient employé deux observations d'équinoxes, & une de solstice, parce que l'apogée étant dans le signe des Gémeaux & voisin du solstice, on avoit ainsi une observation près de l'apogée ou du périgée, & deux autres dans les moyennes distances.

(*a*) Transf. philos. N°. 163.
(*b*) *Almag.* Tom. I, p. XXXV. Weidler, p. 214.
(*c*) Pag. 66 & 67.

Arſachel remarquant que les obſervations de ſolſtices étoient toujours incertaines, & ſe voyant poſſeſſeur d'un grand nombre d'obſervations du ſoleil, faites dans tous les points de ſon orbite, employa deux équinoxes & une de ces obſervations; il fit voir même que l'on pouvoit employer trois obſervations quelconques, pourvu qu'elles ne fuſſent pas dans des points trop voiſins les uns des autres (*a*).

Albategnius avoit obſervé l'apogée du ſoleil dans 22° 17′ des gemeaux (*b*); Arſachel le trouva dans 17° 50′. Les aſtronômes du ſiecle paſſé ſe ſont tourmentés pour décider ſi le mouvement de l'apogée du ſoleil étoit toujours direct, s'il étoit toujours égal, & pour juger lequel s'étoit trompé, des deux aſtronômes Arſachel & Albategnius. Aujourd'hui que nous connoiſſons aſſez bien la quantité & la marche égale & progreſſive de cet apogée, nous ſavons qu'en 883, à l'époque d'Albategnius, il devoit être vers 21° 51′ des Gémeaux, mais que du tems d'Arſachel, en 1076, loin d'avoir reculé, il devoit avoir avancé de 3° 31′ (*c*). Arſachel avoit obſervé l'obliquité de l'écliptique de 23° 34′ (*d*).

Aben-ezra, dans ſon livre intitulé *initium ſapientiæ*, dit qu'aucun aſtronôme contemporain ne fut comparable à Arſachel. Cela pourroit être vrai, ſans faire un très-grand honneur à Arſachel; le génie des Arabes les abandonnoit, & leur regne étoit déjà paſſé. Aben-ezra nous apprend encore qu'il étoit poſtérieur de 71 ans à Arſachel. Cet Aben-ezra fut auſſi un aſtronôme, mais duquel il ne nous eſt rien reſté. Son opinion ſur la longueur de l'année, qui n'eſt que celle d'Albategnius, eſt rapportée par le cardinal Cuſa. Aben-ezra a rendu un ſervice à l'hiſtoire de l'aſtronomie, en nous conſervant les trois ſpheres dont Scaliger nous a laiſſé la deſcription, & dont nous avons parlé dans l'aſtronomie ancienne.

§. XXVI.

Alhazen a fait auſſi un petit traité des crépuſcules, dans lequel il cherche la hauteur de l'atmoſphere, ou le terme du fluide groſſier, capable de réfracter la lumiere. Il y parvient au moyen de trois conditions; ſavoir, que le point cherché ſoit dans l'horizon ſenſible, qu'il ne ſoit pas dans le cône d'ombre de la terre, & que cependant il en ſoit très-proche, puiſque dans la poſition précédente de l'ombre de la terre, la lumiere du

(*a*) Snellius, *ibid.*
(*b*) Albategnius, c. 28.
(*c*) *V.* les tables du ſoleil de M. de la Caille.
(*d*) Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. XXXI.

crépuſcule

crépuscule ne paroissoit pas encore. L'observation de la durée du crépuscule lui avoit appris qu'il commence lorsque le soleil est abaissé d'environ 19° sous l'horizon. Il savoit que la circonférence de la terre étoit de 24000 milles, il trouva le rapport de la hauteur de l'atmosphere au rayon du globe comme 0 P 48′ 50″ à 60 P ; ce qui donne cette hauteur de 51 $\frac{48}{60}$ milles (*a*), équivalens à 44331 toises, suivant l'évaluation du mille persien qui est celui dont Alhazen s'est servi (*b*), ou de 19 $\frac{1}{5}$ lieues de 25 au degré ; ce qui ne s'éloigne pas beaucoup de la détermination de M. de la Hire. Nous avons vu que Possidonius donnoit à cette hauteur environ 15 lieues (*c*). Nous soupconnerions volontiers que la méthode dont Possidonius s'est servi, étoit semblable à celle qu'employe ici Alhazen ; mais cette présomption ne suffit pas pour ôter à celui-ci une détermination, qui est dans son ouvrage.

§. XXVII.

Alhazen, selon Riccioli (*d*), crut démontrer que les astres paroissent plus petits au zenith. On avoit remarqué que l'effet de la réfraction tend à diminuer les distances des étoiles. On en avoit conclu que les diametres horizontaux des astres devoient être dans le même cas. Rigoureusement parlant, la réfraction, en élevant tous les astres dans leurs verticaux qui concourent au zenith, fait paroître les astres plus près de ce point de concours ; ils occupent un espace plus serré, & pourroient paroître plus petits, si la réfraction étoit plus grande ; mais la quantité est trop petite ; elle les éleve ou les rapproche trop peu du zenith, pour que la diminution soit sensible. Il s'ensuit que la distance des deux extrémités d'un diametre horizontal, la distance de deux astres, qui ont la même hauteur, n'est pas sensiblement diminuée ; elle ne peut l'être que lorsque les astres sont à différentes hauteurs. Or les deux extrémités du diametre sont toujours à la même hauteur. Alhazen ne s'est pas trompé ; il dit lui-même qu'à cet égard l'effet de la réfraction est insensible (*e*).

Remarquons que les Arabes avoient bien observé qu'un objet étoit grossi quand on le voyoit à travers une sphere de cristal ; ils avoient même remarqué que l'objet prenoit la forme d'une zône autour de l'axe de la sphere (*f*).

(*a*) Alhazen, *de crepusculis*, c. 6.
(*b*) *Suprà*, p. 148, *voyez* la note.
(*c*) *Suprà*, p. 121.
(*d*) Riccioli, *Almag.* Tom. II, p. 643. Alhazen, *de crepusculis*, Lib. VII, 52, 53, 54.
(*e*) *Ibid.* 55.
(*f*) *Ibid.*

Cette zône, qui est une vraie déformation de l'objet, les a empêchés sans doute de faire usage du grossissement observé, & de parvenir à la théorie des verres optiques. Le traité d'optique d'Alhazen est en sept livres que Frederic Risner a fait imprimer à Basle en 1572. On trouve à la fin le traité qu'Alhazen avoit composé sur les crépuscules.

§. XXVIII.

Geber, Espagnol, fleurit dans le même siecle; il traduisit l'Almageste en neuf livres, qui furent imprimés à Nuremberg en 1533. Geber reprocha plusieurs erreurs à Ptolémée; nous en avons parlé (*a*). Il plaça cependant Mercure & Vénus au-dessus du Soleil, comme les trois planetes supérieures, parce que les unes ont, comme les autres, des stations & des rétrogradations. En les plaçant au-delà, comme Ptolémée, il les fit mouvoir comme lui autour du centre de la terre. Il traite au commencement de sa traduction de Ptolémée, de la résolution des triangles sphériques, théorie nécessaire au calcul astronomique. On lui fait honneur, dit l'historien des mathématiques, des deux principaux théorêmes qui fondent cette théorie, au lieu de la regle embarrassée dont les anciens faisoient usage. Son ouvrage est du moins le premier où l'on rencontre cette découverte: il étoit ennemi des longs calculs & il le témoigna si souvent, que Snellius lui donne l'épithete de *calculorum osor* (*b*). Si c'est à l'envie de les abréger que nous devons ses inventions trigonométriques, on peut dire que la paresse, si peu propre à produire de bons effets, en a produit ici un très-heureux (*c*). On dit que Geber avoit composé une machine, qui réunissoit tous les instrumens de Ptolémée; aussi Regiomontanus l'appelle *machina collectitia* (*d*). Il a voulu corriger les hypothèses de Ptolémée; mais Copernic, qui n'a pas été content de ces changemens, les taxe de chicanes plutôt que de corrections (*e*). Geber est postérieur à Arsachel, puisqu'il le cite (*f*).

§. XXIX.

Almansor, ou Alméon fleurit vers 1140 ou 1150 (*g*); il s'occupa de la recherche de l'obliquité de l'écliptique, qu'il trouva de 23° 33′ ½ (*h*). Il

(*a*) *Suprà*, p. 548.
(*b*) *In append. ad observ. hassiacas*, p. 102.
(*c*) Hist. des math. Tom. I, p. 352.
(*d*) Regiomontanus, *de torqueto*, *praef.*
(*e*) Wardhus. *praef. astr. geometr.* p. 4.
(*f*) Riccioli, *Almag.* T. I, p. XXXV.
(*g*) Bouillaud, *astron. philol.*
(*h*) *Ibid.* p. 15.
Transactions philos. N°. 163, abrégé, Tom. I, p. 262.

construisit de nouvelles tables astronomiques que l'on conserve manuscrites dans la bibliotheque Bodleïenne. Il étoit d'ailleurs livré à l'astrologie ; il a laissé un ouvrage de ce genre, qui est imprimé à la suite de l'édition de Julius Firmicus, faite à Basle en 1551.

Humenus fut un Egyptien qui dressa aussi des tables astronomiques en arabe (*a*).

Albohazen, vers 1250, composa un traité du mouvement & du lieu des étoiles fixes, que Rabi Juda traduisit d'Arabe en Espagnol, & qu'il dédia à Alphonse, Roi de Castille. C'est sur la lecture de ce livre qu'Alphonse adopta un sentiment plus sain, celui d'Albategnius sur le mouvement des fixes & sur la quantité de ce mouvement. Les tables alphonsines avoient été publiées en 1252 : il les réforma à cet égard dans une nouvelle édition, en 1256 (*b*).

Vers le même tems Aben-Ragel écrivit huit livres des présages des astres, qui ont été mis au jour en latin avec des extraits & des traités de Messala, dAlkindi, d'Avenar, d'Omar, de Zahel par Antoine Stupa & Pierre Lichtenstein à Basle en 1571. Alcabitius composa des élémens d'astrologie, qui ont été traduits en latin barbare. Valentin Nabod corrigea cette traduction, & la fit imprimer avec un commentaire à Cologne en 1560 (*c*).

§. XXX.

Quoique les Arabes ne cultivassent l'astronomie que relativement à l'astrologie, on ne peut nier cependant qu'ils n'ayent été utiles à la science par leurs observations & par leurs travaux ; ils sentirent même toute l'utilité de l'astronomie pour la géographie. Les Arabes eurent un grand nombre de géographes, dont plusieurs sont célébres, entr'autres Esseriphus, Essachel dont l'ouvrage étoit si estimé, que Roger, Roi de Sicile, disoit que Ptolémée n'avoit décrit qu'une partie du monde, mais que ce géographe avoit embrassé l'univers entier (*d*) ; Abulfeda, prince de Syrie & fameux géographe, qui a laissé une description fort estimée de l'Arabie, dont une partie a été publiée en arabe & en latin à Londres par Greaves en 1650 (*e*).

(*a*) Christmann, *ad Alfergan.* Weidler, p. 216.

(*b*) Aug. Ricc. *de motu octavæ sphæræ*, c. 46. Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. XXIX.

(*c*) Bayle, Dict. hist. Tom. 1, p. 135. Weidler, p. 218.

(*d*) Weidler, *ibid.*

(*e*) *Ibidem*, p. 219.

§. XXXI.

Nous placerons ici la notice de plusieurs ouvrages dont il est fait mention dans les bibliotheques orientales d'Hottinger & d'Herbelot.

Ibn-Heiten; de la maniere de trouver exactement la hauteur du pôle; du mouvement du centre de l'épicycle lunaire; de la mesure de la terre, du soleil & de la lune.

Abu-Schel; de l'explication du planisphere.

Ibn-Schiatir; préceptes généraux d'astronomie; traité des instrumens astronomiques, & de leur usage.

Ibn-Iahia; des erreurs des astronômes.

Abuschaker; Théorie des planetes, démontrée & corrigée sur de nouvelles observations.

Ibn-Sina; des meilleurs instrumens pour observer les phénomènes célestes (*a*).

Les tables astronomiques d'*Eb-Ali*, fils d'Iahia l'architecte, qui est un autre sans doute que l'astronôme dont nous venons de parler.

Les tables astronomiques d'*Ebn-Almassih*, mort l'an 1047 environ.

Les tables astronomiques d'*Ebn-Schater*. Cet ouvrage a été commenté, abrégé, augmenté par plusieurs astronômes; il falloit que ce fût un bon ouvrage.

Tables astronomiques d'*Ebn-Jounos*, le même sans doute qu'Ibn-Ionis qui cite Alfergan. Il vivoit vers 976.

Tables astronomiques par *Abou Hanifah*, vers 1238.

Les tables astronomiques d'*Albumasar*, calculées suivant la chronologie & la forme des années persiennes.

Tables astronomiques de *Kouschiad*, en deux livres, dont le premier contient les calculs du mouvement des astres; le second traite de leurs mouvemens, de leurs spheres & de leurs épicycles. Kouschiad étoit Persan.

Tables astronomiques d'*Aboucassem*, qui vivoit vers 913.

Tables astronomiques d'*Aboulseth-Abdalrahmen*, qui vivoit vers 1107, dédiées à Almerouzi. Le sultan Sangiar donna à leur auteur mille dinars d'or.

Tables astronomiques de *Tabani*, les plus exactes qui eussent encore paru. L'auteur y compare le calcul des ères & des époques des Grecs à celui des Arabes. Kouschiad y a ajouté celui des ères persiennes.

(*a*) Hottinger, biblioth. orient. cap. 11, p. 150.

Tables astronomiques du *Scheich-Aboulvasa-Mohammed-ben-Ahmed-Albouzgiani.* Cet auteur entreprit d'examiner & de corriger les observations faites du tems d'Almamon : il eut plusieurs commentateurs.

Tables astronomiques de *Schamseddin-Mohammed-ben-ali-Khogiah.* L'auteur avoit observé pendant 40 ans avec les meilleurs instrumens, *pour mesurer la quantité des corps célestes par rapport au cercle du premier mobile, & au cercle de la terre; c'est-à-dire, pour mesurer la différence de leur proximité & de leur éloignement.* Un Arabe Hagikkalfah a observé qu'*il n'y avoit point de proportion sensible entre la grandeur du corps de la terre & la grandeur du ciel de Mars, & que par conséquent il n'y a pas moyen de mesurer l'une par l'autre. C'est pourquoi*, dit Herbelot, *toutes les tables & observations astronomiques des Orientaux sont différentes entr'elles, & il n'y a point de tables plus justes que celles qui ont été dressées par les chrétiens;* mais tout cela est fort mal expliqué. Pour prononcer avec quelque équité, il faudroit être mieux instruit. Depuis Aristarque & Ptolémée, on savoit qu'il n'y a point de proportion bien sensible entre le globe de la terre & la sphere de l'orbe du soleil; à plus forte raison entre ce globe & la sphere de l'orbe de Mars qui est plus grande. Les Arabes avoient trop étudié Ptolémée pour s'y être trompés; & l'auteur vouloit dire peut-être qu'il avoit observé l'espace que le corps de Mars occupe dans le cercle du premier mobile, ou dans l'équateur, ce qui est exact, puisqu'aujourd'hui nous n'observons la grandeur des diametres qu'en parties de l'équateur : nous avons la preuve, dans l'ouvrage d'Albategnius sur les étoiles, que les Arabes avoient essayé de mesurer les diametres & les grandeurs relatives des astres (*a*) : faute de lunettes & de micrometres, ils ont fait sans doute de mauvaises observations; mais ici on leur fait faire de mauvais raisonnemens; ce qui est pis.

Tables astronomiques du *Scheikh-Aboulseth*, dit Alsofi; ouvrage composé pour rectifier les tables de Samarcande ou d'Ulug-Beg (*b*).

Herbelot cite encore plusieurs autres tables astronomiques, mais ce ne sont que des compilations.

§. XXXII.

Entre les livres rapportés de Perse à Trebizonde par Chioniades, étoit celui qui est intitulé *constructio expedita.* C'est d'après ces livres que George

(*a*) Albategnius, *de stellis.* *Infrà*, Liv. VIII, §. 13 & 14.

(*b*) Herbelot, Bibliotheque orientale, p. 934.

Chrysococca rédigea les tables persiennes, qui sont en manuscrit à la bibliotheque du Roi, & que Bouillaud a imprimées par extrait à la fin de son astronomie philolaïque.

M. de l'Isle a déduit de ces tables que l'année tropique des Perses étoit de $365^j\ 5^h\ 49'\ 3''\ \frac{1}{2}$, le mouvement de l'apogée du soleil de $5''\ 25'''\ \frac{1}{5}$, & l'année anomalistique de $365^j\ 6^h\ 9'\ 55''\ \frac{1}{2}$. Par un autre calcul il avoit trouvé $9'\ 52''\ \frac{1}{2}$ (*a*). Edouard Bernard (*b*) donne quelques positions d'étoiles, qui paroissent tirées de ces tables; ce sont les positions de Ptolémée, auxquelles on a ajouté $15^o\ 10'$, d'où le mouvement des fixes résulte de 1° en 65 ans. L'obliquité de l'écliptique dans ces tables est supposée de $23^o\ 35'$ (*c*); l'équation du centre du soleil de $2^o\ 0'\ 30''$, & le lieu de l'apogée, la premiere année d'Iesdegird, dans $2^s\ 17^o\ 50'\ 7''$ (*d*).

La longueur de l'année tropique, suivant Ptolémée, est de $365^j\ 5^h\ 55'\ 12''$, & l'équation du centre de $2^o\ 23'$.

Suivant les Indiens, cette même année est de $365^j\ 5^h\ 50'\ 54''$, & l'équation du centre est assez petite. Il est aisé de voir que les élémens de ces trois différentes tables ne se ressemblent point, & n'ont pas été copiés les uns sur les autres.

§. XXXIII.

Les astronômes employés par Holagu, eurent d'abord en chef le fameux Nassireddin, & pour adjoints Al-Moviad de Damas, Al-Fakhr, Al-Maraghi qui étoit de Moussel, Al-Fakh, Al-Calathi de Teflis, Nagmeddin-ben-Debiran-al-Calvini, & Yahi-ebn-Almagrebi. Ils commencerent à travailler l'an 657 de l'hégire, ou 1257 de notre ère : ils avoient représenté au Monarque Tartare que ce ne seroit pas trop de 30 ans pour donner aux observations & aux tables, qui en résultent, toute l'exactitude nécessaire. Ce Prince les exhorta à y travailler avec tant de zele & d'assiduité, que leur travail pût être fini en 12 ans : en effet Nassireddin publia l'an 669 de l'hégire, en langue persienne, son ouvrage, qui est divisé en quatre parties; la premiere traite des ères & des époques, les deux autres du mouvement & des révolutions des planetes, la quatrieme des étoiles fixes. Les positions des étoiles de ce catalogue, comparées à celles de Ptolémée,

(*a*) Manuf. de M. de l'Isle, n°. 13, 12. F.
(*b*) Transac. philosoph. abrégé, Tom. I, p. 246.
(*c*) *Ibid.* p. 272. Astron. philol. proleg. p. 15.
(*d*) Astron. philol. p. 221.

ſuppoſent le mouvement en longitude de 1° en 67 ans (a); c'étoit la quantité de ce mouvement, telle qu'elle a été établie chez les Perſes, chez les Indiens & preſque dans toute l'Aſie. Pluſieurs Arabes ont commenté & augmenté ces tables, qui portent le nom de tables ilekaniques, en l'honneur du Prince ſous les auſpices duquel elles furent conſtruites.

§. XXXIV.

NASSIREDDIN étoit né l'an de l'hégire 597, & mourut l'an 672, ou 687, après avoir vécu 73 ans, ou 87 ans ſolaires. Weidler raconte (b) que Naſſireddin ayant été mal accueilli de Moſtaſem, ſultan de Bagdad, ſe retira en Perſe ſous la protection des Empereurs Mogols. On ne peut pas vérifier ce fait par la bibliotheque orientale d'Herbelot; car cet auteur rapporte le fait comme vrai dans un endroit, page 453, & s'en mocque dans un autre, page 666. Quoi qu'il en ſoit, Holagu lui donna l'adminiſtration de tous les colleges dont il étoit devenu le maître. Cet aſtronôme étoit géometre; il a travaillé ſur les élémens d'Euclide, ſur les ſphériques de Théodoſe & ſur les coniques d'Apollonius. Il avoit auſſi traité dans d'autres ouvrages, de la morale, de l'économie politique & de la loi muſulmane (c).

Naſſireddin eſt auteur d'une table géographique que Greaves a traduite en latin & publiée à Londres en 1652: on y trouve les longitudes & les latitudes des principales villes de l'Aſie. Le premier méridien d'où l'on compte les longitudes, eſt établi dans les îles Fortunées, comme avoit fait Ptolémée, qui a placé ce premier méridien au point le plus occidental connu. Il reſte à ſavoir pourquoi les anciens ont compté les longitudes comme nous le faiſons encore aujourd'hui, de l'oueſt à l'eſt, plutôt que de l'eſt à l'oueſt. Il ſembleroit plus naturel de compter les longitudes dans le ſens du mouvement diurne du ſoleil, & de la marche de ſa lumiere ſur la terre. Les tables de Naſſireddin, ou les tables ilekaniques, ſont conſtruites ſur les obſervations faites à Maragh; il faut entendre cependant que les moyens mouvemens ont été déterminés par la comparaiſon des obſervations anciennes; douze années n'auroient pas ſuffi, à beaucoup près. Naſſireddin y a adopté les ſentimens des aſtronômes d'Alexandrie, & y combat les hypotheſes du huitieme ciel, imaginées par les Arabes (d); c'eſt-à-dire ſans doute,

(a) Abrégé, Tranſ. philoſ. Tom. I, p. 245.
(b) Weidler, p. 228.
(c) Herbelot, Bibliot. orient. p. 665. Chardin, Tom. V, part. II, 1723.
(d) Weidler, p. 228.

la *trépidation* ou *l'oscillation* que Thébith avoit cru remarquer dans le mouvement des fixes en longitude. On croit que Nassireddin a pu aller jusqu'à la Chine avec les Tartares, & que c'est ainsi qu'il avoit acquis les connoissances sur l'astronomie des Cathaïens ou des Chinois, que l'on trouve dans son ouvrage (*a*). Il établit par ses observations l'obliquité de l'écliptique de 23° 30′ (*b*).

§. XXXV.

Al-Noddam, dont le vrai nom est Houssain-ben-Mohamed-al Nischabouri, dit al-Amni l'aveugle, surnommé Nadham (*c*), a fait des notes sur les tables de Nassireddin; il observa l'obliquité de l'écliptique de 23° 33′ (*d*). Ce même astronôme assuroit que cette obliquité étoit décroissante; ainsi la découverte n'est que renouvelée de nos jours. L'opinion de cet astronôme se lie aux conjectures que nous avons proposées (*e*), & peut faire croire que la connoissance de cette diminution est plus ancienne qu'on ne le pense.

Shah-Cholgius fut un astronôme Persan, né dans la Bactriane, qui florissoit vers 1448; il ajouta un ample commentaire aux tables ilekaniques; ses hypothèses & ses élémens astronomiques sont presque en tout conformes à ceux de Ptolémée, comme nous l'avons remarqué; Greaves en a traduit une partie imprimée à Londres en 1652.

Dans ces tables, on voit que les Persans n'ont fait que copier Ptolémée; ils établissoient le rapport de l'excentricité du soleil au rayon de son orbite, comme Hypparque, de 2 $\frac{1}{2}$ à 60. Les équations des autres planetes sont les mêmes que celles de Ptolémée: les nœuds, comme dans l'Almageste, n'ont pas d'autre mouvement que celui des étoiles fixes: en un mot cette astronomie persanne n'est que l'astronomie d'Alexandrie, à l'exception des moyens mouvemens, qui paroissent avoir été établis sur de nouvelles observations, puisqu'ils sont différens de ceux de Ptolémée. On voit par le titre des tables ilekaniques, que ces tables furent dressées sur les anciennes observations comparées aux modernes, c'est-à-dire, à celles de Nassireddin (*f*). Voici

(*a*) Greaves, préface des tables d'Ulug-Beg.

(*b*) Shah-Cholgius, *Astronomica quædam*, &c, p. 56.

(*c*) Herbelot, Bibliotheque orientale, p. 934.

(*d*) Transac. philos. n°. 163, abrégé, T. I, p. 261.

(*e*) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 242 & 333.

(*f*) Catalogue des manusc. de la bibliot. du Roi, p. 287, n°. 163.

une

une comparaison de ces moyens mouvemens annuels à ceux de Ptolémée & aux modernes.

	Persans.	*Ptolémée.*	*Modernes.*
♄	0s 12° 12′ 48″	0s 12° 13′ 24″	0s 10° 13′ 36″
♃	1s 0° 19′ 43″	1s 0° 20′ 23″	1s 0° 20′ 34″
♂	6s 11° 16′ 19″	6s 11° 16′ 54″	6s 11° 17′ 9″

§. XXXVI.

Les Persans ont quarante-neuf constellations comme Hypparque, c'est-à-dire, une de plus que Ptolémée; il y a quelque différence dans les noms. Les constellations boréales du Bouvier & du Serpentaire sont nommées chez eux *Aava* la grande & la petite, c'est-à-dire Eve, mere du genre humain : ils appellent Hercule l'*Homme à genoux ;* Cassiopée l'*Homme sur une chaise ;* Persée, l'*Homme tenant une tête de femme ;* Andromede, la *Femme enchaînée ;* Orion est nommé le *Violent.* On voit ici la confirmation de ce que nous avons dit, que chez les anciens les constellations désignées par des figures d'homme, de femme, étoient sans nom, & n'étoient caractérisées que par les passions & les attitudes de ces figures ; c'est ce qui nous a fait penser qu'elles y avoient été placées par l'astrologie. Ceci prouve encore que la sphere des Persans n'est point l'ouvrage des Grecs d'Alexandrie, les noms se seroient conservés ; ce sont au contraire les Grecs, qui ont pris cette ancienne sphere, & qui ont ajouté les noms qui y manquoient.

A l'égard de la Baleine, du Centaure, d'Antinoüs & de Céphée, ils leur ont donné les noms de quelques-uns des anciens géans (*a*). Nous ignorons si ces géans, qui furent les premiers hommes, ne sont pas fabuleux ; mais on peut dire sans hyperbole que la mémoire de leur existence, véritable ou fabuleuse subsiste dans la terre entiere.

Toutes ces constellations sont dessinées dans le livre d'Abul-Rahmen, qui sans doute est le même qu'Abdul-Rahman-Alsofi.

§. XXXVII.

Leurs tables astronomiques sont celles d'Holagu & d'Ulug-Beg, dont nous parlerons bientôt; ils n'ont ni télescopes, ni globes, ni cartes, soit célestes soit

(*a*) Chardin, Tom. V, Pag. 86 & 87.

terrestres (a). L'instrument dont ils se servent pour observer les hauteurs & les latitudes, est l'astrolabe que nous avons décrit, & le bâton de Jacob, dont on a fait assez long-tems en Europe usage sur mer. Ils ont des quarts de cercle fort grands, mais ils ne s'en servent gueres; non plus que des regles de Ptolémée, des anneaux astronomiques, & des autres instrumens pareils dont ils ont des figures, mais dont ils ne font point d'usage. Les savans du pays disent qu'on lit dans les livres des anciens astronômes, qu'ils se servoient de ces grandes machines immobiles, comme ils apprennent des étrangers qu'on s'en sert en Europe, *mais qu'eux ne s'en servent point, parce qu'il y faut trop de peine & de dépense, & parce que les anciens leur ont laissé les phases si exactes, qu'il n'est pas besoin qu'ils se donnent la peine de les examiner* (b). Voilà le langage de la paresse orientale; mais en même tems le témoignage d'un état ancien des choses, où l'astronomie étoit cultivée, & où l'on construisoit de grands instrumens.

Au reste, selon le rapport de Chardin, leurs petits astrolabes sont très-curieusement travaillés avec beaucoup d'exactitude, de délicatesse & de netteté; aussi ce sont le plus souvent les astronômes qui les font eux-mêmes.

§. XXXVIII.

Les astronômes, qui aiderent Ulug-Beg dans ses observations, furent Gaïetheddin, Jamchid, Salaheddin, Cadizade, & son fils Ali-Kushgius, qui étoient Persans. C'est sans doute au fameux gnomon de 180 pieds qu'on détermina la hauteur du pôle de Samarcande; Gréaves remarque qu'il a fallu des instrumens d'une grande exactitude pour la fixer à 39° 37′ 23″: Gréaves fonde sans doute la précision de cette observation sur ce que les secondes y sont marquées. Nous convenons que c'est une présomption, mais ce n'est pas toujours une preuve.

Au moyen d'un pareil instrument, Ulug-Beg & ses astronômes purent cependant déterminer avec assez de précision la hauteur du soleil, sa déclinaison, & l'obliquité de l'écliptique; aussi les tables qui furent construites sur ces observations, étoient si exactes pour ce tems, qu'on les a presque toujours trouvées d'accord avec celles de Tycho.

(a) Chardin, Tom. V, pag. 85. (b) *Ibid.* Pag. 89.

Elles ſont diviſées en quatre parties, la premiere traite des époques, la ſeconde des tems (ſans doute des révolutions), la troiſieme du mouvement des planetes, la quatrieme des étoiles fixes. De tous ceux qui eurent part à ce travail, Ali-Kushgius fut le ſeul qui ſurvéquit; il acheva l'ouvrage avec Ulug-Beg. Ce prince avertit dans la préface que malgré ſes occupations royales, il a cru devoir achever l'ouvrage que ſon précepteur Salaheddin avoit en mourant laiſſé imparfait. Ce goût pour les ſciences, & cet attachement pour celui qui lui en avoit donné les principes, font beaucoup d'honneur à Ulug-Beg.

Le manuſcrit perſan de ces tables ſe trouve dans la bibliotheque du Roi à Paris, dans celle d'Oxfort, & parmi les papiers de feu M. de l'Iſle, qui ſont au dépôt de la marine; Thomas Hyde en a ſéparé le catalogue des étoiles fixes, qu'il a traduit en latin, & qu'il a fait imprimer avec un commentaire à Oxford en 1665. La table géographique des longitudes & des latitudes d'Ulug-Beg a été publiée avec celle de Naſſireddin par Greaves à Londres en 1652.

§. XXXIX.

Ulug-Beg eſt le ſecond auteur d'un catalogue des étoiles fixes; car l'aſtronôme Arabe, nommé Abdal-Rahman-al-Suphi (*a*), n'a fait que copier le catalogue de Ptolémée. Ulug-Beg avoit vérifié quelques-unes des poſitions du catalogue de cet Arabe, & comme il ne les trouva pas exactes, il ſe détermina à le recommencer : il y avoit vingt-ſept étoiles trop auſtrales pour être obſervées de Samarcande, il les tira du livre d'Al-Suphi (*b*). Le catalogue d'Ulug-Beg eſt daté de 1437.

Ulug-Beg obſerve dans ſa préface qu'il y a huit étoiles marquées dans le catalogue de Ptolémée & d'Al-Suphi, qu'il n'a pu retrouver dans le ciel; ces étoiles ſont une du Cocher, l'onzieme du Loup, & les ſix étoiles informes qui ſont auprès du Poiſſon auſtral. Nous, après une vérification exacte des deux catalogues de Ptolémée & d'Ulug-Beg, nous en avons trouvé onze de moins dans ce dernier; & ce qu'il y a de plus étonnant, c'eſt que ce ne ſont point des petites étoiles : il y en a trois de la cinquieme grandeur, quatre de la quatrieme, & quatre de la

(*a*) *Suprà*, p. 597. Herbelot, p. 9 & 58.

(*b*) Hyde, Tables d'Ulug-Beg, *in pref.* pag. 2.

troisieme. Mais ce qui est tout-à-fait extraordinaire, c'est que les six informes du Poisson austral, dont il y en a quatre de la troisieme grandeur, ne se retrouvent plus dans aucun catalogue. Ces étoiles ont-elles disparu, ou n'est-ce pas quelque méprise de celui, qui les a introduites dans le catalogue? Nous avons cru devoir faire mention de ces omissions en faveur de ceux, qui rechercheront un jour les vicissitudes qu'éprouvent les étoiles fixes.

Ulug-Beg détermina le mouvement des fixes de 1° en 70 ans; c'étoit approcher beaucoup de la vérité; doù il avoit établi le mouvement annuel de 51″ 26‴, & le tems de la révolution totale de 25200 ans (*a*).

On trouve dans ces tables l'équation du soleil de 1° 55′ 53″ 12‴ plus grande de 21″ $\frac{1}{2}$ seulement que dans les tables de M. de la Caille; l'époque de la longitude du soleil, réduite à Greenwich le 3 Juillet 1437 à 19^h 40′ 40″ dans 4^s 29° 16′ 24″, plus petite de 1′ 48″ que celle des tables de Halley. Remarquons que les Orientaux disposent leurs tables de maniere que leurs équations sont toujours additives: ainsi cet usage, que nous suivons quelquefois, nous vient de l'Asie (*b*).

On y trouve encore une année sidérale de 365^j 6^h 10′ 8″ 9‴ 23⁗, qui est encore plus grande que la nôtre d'environ 1′ 10″ (*c*).

Ulug-Beg observa l'obliquité de l'écliptique avec un grand appareil d'instrumens, & la trouva de 23° 30′ 17″ (*d*). Cette observation, dépouillée de l'effet de la réfraction & de la fausse parallaxe qu'on y avoit appliquée, donne 23° 31′ 58″.

§. XL.

La méthode des Siamois, dit Dominique Cassini, ne fait point usage des tables, mais seulement de l'addition, soustraction, multiplication, division, sans qu'on puisse distinguer d'abord à quels élémens ces nombres se rapportent.

» On cache sous ces nombres diverses périodes d'années solaires, de » mois lunaires, & d'autres révolutions, & le rapport des uns avec les » autres. On cache aussi sous ces nombres diverses especes d'époques

(*a*) Hyde, Tables d'Ulug-Beg, *in praef.* pag. 4.
Sbah-Cholgius, *Astronomica quadam*, pag. 30.

(*b*) Manuscrits de M. de l'Isle, N°. 13, & 14. C.

(*c*) *Ibid.* N°. 13, 14. I.

(*d*) *Ibid.* N°s 13, 14. B.

» qu'on ne distingue point, comme sont l'époque civile, celle des mois » lunaires, des équinoxes, des apogées & du cycle solaire. Les nombres » dans lesquels consiste la différence entre ces époques, ne sont pas ordi- » nairement à la tête des opérations auxquelles ils servent, comme ils » devroient être selon l'ordre naturel; ils sont souvent mêlés avec certains » nombres, & les sommes ou les différences sont multipliées ou divisées » par d'autres; car ce ne sont pas toujours des nombres simples, mais » souvent ce sont des fractions, tantôt simples, tantôt composées, sans » être rangées en forme de fractions, le numérateur étant quelquefois » dans un article & le dénominateur dans un autre, comme si on avoit » eu un dessein formé de cacher la nature & l'usage de ces nombres. On » entremêle au calcul du soleil des choses qui n'appartiennent qu'à la » lune, & d'autres qui ne sont nécessaires ni à l'un ni à l'autre, sans en » faire aucune distinction. On y confond ensemble des années solaires & » des années luni-solaires, des mois de la lune & des mois du soleil, » des mois civils & des mois astronomiques, des jours naturels & des » jours artificiels. On y divise le zodiaque, tantôt en douze signes, selon » le nombre des mois de l'année, tantôt en vingt-sept parties, selon le » nombre des jours que la lune employe à parcourir le zodiaque, & » tantôt en trente, selon le nombre des jours que la lune met à retourner » au soleil. On n'y parle point d'heures dans la division du jour; mais » il s'y trouve des onziemes, des sept cent troisiemes, & des huit cen- » tiemes parties de jour, qui résultent des opérations arithmétiques que » l'on prescrit.

» Cette méthode est ingénieuse; étant développée, rectifiée & purgée » des choses superflues, elle sera de quelque utilité, se pouvant pratiquer » sans livres : c'est pourquoi j'ai tâché de la déchiffrer (*a*). Les tables des Indiens, rapportées par M. le Gentil, présentent les mêmes difficultés, & ressemblent à celles-ci par la construction, quoiqu'elles en different par les élémens.

§. XLI.

Il falloit être un nouvel Œdipe pour découvrir le sens de ces énigmes. Voici ce que Dominique Cassini en a déduit.

1°. L'époque de ces calculs est le 21 Mars de l'an 658 de notre ère;

(*a*) Cassini, Mém. de l'Acad. des scien. Tom. VIII, p. 181.

mais il ne faut pas conclure que leur astronomie, ou la connoissance de la méthode des éclipses ne soit pas plus ancienne chez eux. Cette époque de l'an 638 est remarquable; elle est fixée à une conjonction moyenne de la lune & du soleil, qui fut équinoxiale & en même tems écliptique (*a*). On a donc pu la choisir à cause de ces caracteres, & la substituer à une plus ancienne. Co-cheou-King à la Chine abandonna les époques feintes & éloignées dont on faisoit usage, & prit pour époque un solstice qu'il avoit observé lui-même l'an 1280 (*b*). Si l'on ne donnoit que cette date à l'astronomie chinoise, on voit qu'on se tromperoit beaucoup. Il est naturel de penser qu'elle a chez les Siamois une date plus reculée, puisqu'ils n'en connoissent point l'origine, & que leur époque civile remonte à l'an 544 avant J. C. (*c*). Cette époque est très-près de celle de l'avénement de Cyrus au trône; & comme M. Freret (*d*) fait voir que les Persans ont pu aller à la Chine au sixieme siecle, & y ont conservé leur ère, ils ont pu également aller à Siam.

2°. La révolution de la lune est précisément, comme la nôtre, de $29^j\ 12^h\ 44'\ 3''$.

3°. Deux années solaires, l'une sidérale de $365^j\ 6^h\ 12'\ 36''$, qui ne differe que de quelques secondes de celle des Indiens, suivant M. le Gentil (*e*); l'autre tropique de $365^j\ 5^h\ 55'\ 13''\ 46'''$, qui ne differe pas de $2''$ de celle d'Hypparque & de Ptolémée. Le Cardinal de Cusa, qui cite Aben-ezra, fait mention de ces deux années indiennes; ainsi rien ne paroît mieux constaté que leur existence. Il résulte de ces deux années que les Siamois connoissoient le mouvement des étoiles, ou la rétrogradation des points équinoxiaux, & qu'ils l'établissoient annuellement de $42''\ 8'''$. Cette connoissance ne venoit pas de la Chine; car l'an 584 ce mouvement y étoit supposé de 1° en 75 ans, ou de $45''$ par an (*f*); & l'an 665, on pensoit qu'il ne falloit pas y avoir égard (*g*). Cette connoissance ne vient point non plus de l'Almageste, puisque le mouvement des fixes y est établi de $36''$ par an.

4°. Une période de dix-neuf ans, qui comprend 228 mois solaires &

(*a*) Cassini, Mém. Acad. des Sc. T. VIII, p. 312.
(*b*) *Infrà*, Eclairc. Liv. VI, p. 25.
(*c*) Mém. Acad. Sci. T. VIII, p. 315.
(*d*) Mém. Acad. Inf. T. XVI, p. 247.
(*e*) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 110.
(*f*) Souciet, Recueil d'observat. T. II, p. 61.
(*g*) *Ibid*, p. 72.

235 mois lunaires ; c'est la période fameuse de Méton ; c'est celle que nous avons retrouvée partout dans l'Asie.

5°. Les Siamois ont, comme les Chinois, une épacte de mois, qui est de $\frac{77}{228}$ d'un mois lunaire.

6°. L'équation du soleil de 2° 12′.

7°. La plus grande équation de la lune, de 4° 56′.

Tout ceci prouve qu'ils ne tiennent leurs méthodes ni des Chinois, ni de Ptolémée. Le P. Gaubil dit positivement que ces méthodes siamoises, & celles des Chinois n'ont rien de commun (*a*). On ne peut pas non plus en chercher la source dans les tables persiennes, rapportées par Chrysococca; car ces tables font l'apogée du soleil plus reculé de 2°, l'apogée de la lune plus avancé de 6°, l'équation du soleil plus petite de 12′, & celle de la lune plus grande de 4′.

Ces regles Siamoises ne sont pas tirées non plus des tables de Ptolémée, où l'apogée du soleil est fixe à 5° $\frac{1}{2}$ des Gémeaux. Il est également fixe ici, mais au 20° de la même constellation, l'équation du soleil de l'Almageste est plus grande de 11′; il ne semble donc pas que ces connoissances astronomiques ayent été communiquées. Les Siamois ne sont ni moins ignorans, ni plus inventifs que les autres Indiens ; & on ne peut s'empêcher de penser que ces connoissances sont encore des débris de l'ancienne astronomie.

Quoique les astronômes Siamois, au moyen de leurs tables, puissent prédire assez bien les éclipses, la nation entiere n'en est pas plus éclairée. Les Talapoins croyent, comme les Indiens, que lorsque la lune s'éclipse, un dragon la dévore, & la rejette ensuite. » Quand on leur objecte que les » mathématiciens d'Europe prédisent l'instant même de l'éclipse, sa grandeur, » sa durée, & qu'ils savent pourquoi la lune est quelquefois éclipsée toute » entiere, quelquefois à demi : ils répondent froidement que le dragon a » ses pas réglés, que les Européens en connoissent l'heure, & la mesure » de son appétit, qui est quelquefois plus grand ou plus petit. Toutes » les preuves qu'on leur apporte ne peuvent leur faire abandonner cette » chimere (*b*).

(*a*) Souciet, Recueil d'observat. T. II, pag. 13.

(*b*) Histoire des voy. *in*-12, T. XXXIII, pag. 439.

ECLAIRCISSEMENS,

DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE SIXIEME.

De l'Astronomie des Chinois & de celles de quelques autres Peuples.

§. PREMIER.

Les éclaircissemens sur l'astronomie chinoise seront la suite des faits dont nous n'avons donné qu'un apperçu dans le texte de l'histoire. Les lecteurs se seroient ennuyés de revenir sur les mêmes objets, & d'entendre bégayer les Chinois dans la langue que parloient Hypparque & Ptolémée. Ces détails placés ici n'interromperont point le cours de la narration, & pourront être lus cependant de ceux qui en seront curieux.

A l'époque de 300 ans avant notre ère, les Chinois faisoient l'année solaire de $365^{j}\ 6^{h}$ précisément; ou du moins la connoissance exacte de la durée de l'année étant perdue, il ne resta que la connoissance vulgaire & en nombres ronds de cette durée : la révolution de la lune étoit connue à 20 ou 30″ près; on connoissoit mal sa révolution à l'égard du nœud, & point du tout sa révolution à l'égard de l'apogée (*a*). Quant aux éclipses; on avoit alors une méthode pour les calculer & les prédire; mais on n'a plus cette méthode, on voit seulement que les Chinois se servoient de la période de 235, ou plutôt de celle de 223 lunaisons, pendant laquelle, disoient-ils, il y a vingt-trois éclipses tant de lune que de soleil (*b*). Il ne paroît pas qu'ils connussent la quantité de la parallaxe; mais ils disoient

(*a*) Souciet, observ. faites aux Indes & à la Chine, T. III, p. 97.

(*b*) Souciet, observ. faites, &c. T. III, pag. 153.

que

que lorſque la lune étoit au ſud de l'écliptique, on ne pouvoit pas compter ſur l'éclipſe du ſoleil; ce qui ſuppoſe qu'ils connoiſſoient par expérience l'effet de la parallaxe (*a*). On ignore s'ils avoient connoiſſance du mouvement des fixes.

§. II.

L'AN 104 avant J. C. Sſe-Ma-tſien, aidé de Lohia-Hong, rédigea pluſieurs préceptes pour calculer le mouvement des planetes, les éclipſes, les conjonctions, les oppoſitions, &c. Comme ils ne connoiſſoient que le moyen mouvement des planetes, il ſuffiſoit d'avoir une époque de leur conjonction avec le ſoleil, ou de leur apparition, & de calculer le mouvement, à raiſon du tems écoulé. Ils avoient des tables, où étoient marquées les ſtations & les rétrogradations; ils ſavoient que les orbites des planetes coupent l'écliptique, mais ils ne s'aviſerent que fort tard de calculer la latitude.

Alors, c'eſt-à-dire, du tems de Sſe-ma-tſien, on avoit des inſtrumens de léton, dont on ne rapporte ni l'uſage, ni l'antiquité; on dit ſeulement qu'ils étoient compoſés de grands cercles de deux pieds cinq pouces de diametre, ſans nous dire le rapport de ce pied avec le nôtre. Lohia-hong faiſoit tourner un globe & des cercles ſous un autre grand cercle, qui repréſentoit le méridien: voilà préciſément les armilles d'Alexandrie, établies ou renouvelées, à-peu-près à la même époque; le texte ſemble dire qu'elles étoient plus anciennes à la Chine, & on n'aura pas de peine à le croire, puiſque nous avons fait voir que cette eſpece d'inſtrument remontoit au tems d'Hoang-ti, 2697 ans avant J. C.

Lohia-hong ſe ſervit d'un inſtrument pour meſurer l'étendue des conſtellations ſur l'équateur; on rapportoit encore à ce cercle, ſuivant l'ancien uſage, le mouvement des aſtres. L'inſtrument étoit ſans doute un ſecteur, ou un quart de cercle, peut-être même un cercle entier; car les hommes ont été long-tems à s'appercevoir que le quart de la circonférence du cercle pouvoit ſuffire à toutes les meſures céleſtes, & que l'inſtrument circulaire, ainſi réduit, avoit un volume moins embarraſſant & plus aiſé à manier.

Par le moyen des ombres égales avant & après midi, on traça une ligne

(*a*) Souciet, obſerv. Tom. III, p. 155.

méridienne, & posant l'instrument ou les armilles sur cette ligne, on remarqua les étoiles, ou les planetes qui passoient par le méridien. Les horloges d'eau mesuroient l'intervalle de tems entre le passage d'une étoile par le méridien, & le coucher ou le lever du soleil, la grandeur des jours, les crépuscules du soir & du matin, le tems que les planetes étoient sur l'horizon (*a*), &c. Enfin on retrouva quelque partie de l'astronomie perdue.

§. III.

L'ANNÉE fut établie de $365^j \frac{1}{4}$, & en conséquence le cercle fut divisé en $365^\circ \frac{1}{4}$, & le degré en 100 minutes. Le mouvement diurne du soleil se trouva donc précisément d'un degré chinois. On partagea l'année, ou sans doute elle étoit partagée plus anciennement en 24 *tsieki*, & on fixa le solstice d'hiver au dernier degré de la constellation *Teou*, qui répond à quelques étoiles du Sagittaire. L'année astronomique commençoit au moment du solstice, & le jour à minuit; mais on régla que l'année civile commenceroit par le premier jour de la lune, pendant laquelle le soleil entre dans le signe, qui répond à notre signe des Poissons, conformément à ce qui avoit été établi par le grand Yu, fondateur de la dynastie des Hya. Les Chinois ont toujours eu pour principe; 1°. que le solstice d'hiver doit arriver dans l'onzieme lune, le solstice d'été dans la cinquieme, l'équinoxe d'automne dans la huitieme, & l'équinoxe du printems dans la deuxieme; 2°. qu'il falloit regarder comme intercalaire la lune pendant laquelle le soleil n'entroit dans aucun signe (*b*). Ces connoissances, jointes aux observations constantes qu'ils faisoient des solstices & des équinoxes, les ont toujours redressés; & si quelquefois ils ont mal intercalé, ils n'ont pas été long-tems à s'en appercevoir.

Nous remarquerons que cette fixation du commencement de l'année civile au commencement du signe des Poissons confirme la conjecture, par laquelle nous avons supposé que le solstice d'hiver avoit été observé jadis dans le 1° des Poissons. L'usage constant des Chinois de commencer l'année par ce solstice, & cette nouvelle fixation de l'année civile, conformément à ce qui avoit été réglé par le grand Yu, semblent naître d'une tradition conservée, que le solstice avoit été vu réellement dans le commencement du signe des Poissons.

(*a*) Souciet, Tom. II, p. 5.

(*b*) *Ibid.* p. 6 & suiv.

§. IV.

Les Chinois établissoient alors l'obliquité de l'écliptique de 24° chinois, ou de 23° 39′, suivant notre division (*a*). Cette déclinaison, dit le Pere Gaubil, n'étant pas le fruit des observations des Han, qui regnerent 200 ans avant J. C., ne sauroit venir que d'une suite d'observations, & même d'assez bonnes observations faites avant ces princes (*b*).

Cependant, en calculant une observation qu'ils ont conservée, on en déduit pour ce tems même une obliquité plus grande; ils observerent à Si-gan-fou, alors capitale de l'empire, que les ombres solstitiales du gnomon de huit pieds chinois étoient de 1, 58 pieds en été, & de 13, 14 pieds en hiver, on en conclut l'intervalle des tropiques de 47° 31′ 45″, déduction faite de l'effet de la réfraction; & conséquemment l'obliquité de l'écliptique de 23° 45′ 52″ (*c*).

Ces deux déterminations de l'obliquité de l'écliptique ne s'accordent pas. Il se présente ici une observation naturelle & assez bien fondée. Nous avons dit (*d*) que les Grecs antérieurs à Pitheas, Eratosthenes & Hypparque, faisoient l'obliquité de l'écliptique de 24°. Cette détermination venoit sans doute de l'Asie; les Chinois ont pu en avoir eu connoissance comme les autres: ils divisoient le cercle très-anciennement en 360° (*e*); ils n'établirent la division en 360° $\frac{1}{4}$ que du tems des Han. Ils ont compté peut-être les 24° de l'ancienne détermination, suivant leur nouvelle division qui ne donne plus que 23° 39′; & l'observation découvre leur erreur, en faisant voir que dans le tems même où la tradition conservoit encore cette ancienne obliquité, l'obliquité réelle & observée étoit plus grande de 7′.

§. V.

Ce n'est pas là tout ce qui restoit aux Chinois de leurs anciennes connoissances. Ils disoient que les différentes phases de la lune dépendent de ses distances au soleil; que sa courbe n'est ni selon l'équateur ni selon l'écliptique; qu'elle est très-compliquée, & qu'on peut considérer jusqu'à neuf routes ou mouvemens de la lune (*f*). La connoissance de ces mouvemens fondoit le calcul des éclipses; mais on ne sait quels étoient ces mouvemens: c'est une tradition confuse de l'ancienne astronomie.

(*a*) Souciet, Tom. II, p. 8.
(*b*) *Ibid.* p. 114.
(*c*) *Ibid.* p. 8.
(*d*) Hist. de l'astron. anc. p. 43.
(*e*) Souciet, Tom. III, p. 51.
(*f*) *Ibid.* Tom. II, p. 10.

Ils partageoient l'année en douze mois égaux de $30^j\ 10^h\ 30'$, relativement au mouvement du soleil, & dans le même esprit que les Indiens, avec cette différence que les mois des Indiens étoient inégaux, parce qu'ils connoissoient l'inégalité du mouvement du soleil, & que ceux des Chinois étoient égaux, parce qu'ils supposoient ce mouvement uniforme (*a*). Ce mois solaire excede leur mois lunaire de $21^h\ 45'\ 34''$; ils accumuloient à chaque mois ces différences, jusqu'à ce qu'elles eussent atteint, ou surpassé la durée d'un mois lunaire; & alors ils intercaloient une treizieme lune. Ainsi les Chinois ont une épacte de mois, comme nous en avons une d'année.

§. VI.

Les Chinois établissoient que, dans l'intervalle de dix-neuf années solaires, la lune faisoit 254 révolutions à l'égard de l'écliptique, 235 seulement à l'égard du soleil; d'où l'on déduit la révolution périodique de la lune de $27^j\ 7^h\ 43'\ 28''$, & la révolution synodique de $29^j\ 12^h\ 44'\ 25''\ \frac{1}{2}$. Ce cycle avoit sept lunes intercalaires; c'étoit précisément le cycle de Méton. On ne connoit aucune époque, & on ne sait à quel tems on en doit rapporter l'invention; ce qu'il y a de certain, c'est que sous la dynastie des Han, plus d'un siecle avant l'ère chrétienne, les astronômes ont marqué que les conjonctions de la lune & du soleil reviennent à peu près au même jour au bout de dix-neuf ans; mais ils ont ajouté en propres termes que cette période n'étoit pas entierement exacte (*b*). Les défauts connus supposent un assez long usage de la chose. L'astronomie de ce tems étoit trop nouvelle pour une pareille invention; ce qui démontre que la période de dix-neuf ans appartient, comme nous l'avons supposé, à l'ancienne astronomie. En conséquence de ces défauts connus, ils ont imaginé une période de 4617 ans, composée de 243 cycles de 19 ans (*c*). On pourroit peut-être retrouver les principes de cette nouvelle exactitude. Pour que la période de dix neuf ans, accumulée 243 fois, soit en erreur d'une lunaison, il faut que l'erreur de la période soit de $2^h\ 55'$; or on trouve précisément cette erreur, en supposant la révolution synodique de la lune de $29^j\ 12^h\ 44'\ 25''\ \frac{1}{2}$, & l'année solaire de $365^j\ 5^h\ 50'\ 47''$; durée qui ne differe que de $7''$ de celle qui est connue des Indiens : de sorte qu'on pourroit croire que cette période de

(*a*) Souciet, Observations &c. Tom. II, pag. 11.

(*b*) *Ibid.* p. 13.

(*c*) *Ibid.*

4617 ans a été établie sur la connoissance qu'ils avoient par tradition, ainsi que les Indiens, de cette durée de l'année, & sur une fausse connoissance de la révolution de la lune.

Ils ont encore multiplié la période de dix-neuf ans par 81, ce qui fait une période de 1539 ans; mais celle-ci n'a pour objet que de s'accorder aux prétendues propriétés de certains nombres qu'ils appellent nombres du ciel & de la terre. Ils multiplient la période de 4617 ans par 31, ce qui leur donne une période de 143127 (*a*) ans, dont ils supposent l'époque au solstice d'hiver, le soleil, la lune & les cinq planetes en conjonction. Cette époque, comme on le croit bien, est purement fictive; on ne peut pas croire même qu'ils l'ayent établie par le calcul, de maniere à réunir toutes les circonstances précédentes; ou du moins, s'ils l'ont fait, ce seroit un travail superflu de chercher, au moyen de cette quantité d'années, les révolutions qu'ils attribuoient à ces planetes; car on ne sauroit comment partager entr'elles l'erreur que la période peut comporter; il n'y a qu'une équation & sept indéterminées.

Les astronômes postérieurs enchérirent encore sur ces périodes, qui s'étendirent jusqu'à deux & trois cens millions d'années. Sous la même dynastie des Han, les astronômes connoissoient assez bien le nombre & l'arrangement des étoiles visibles; ils en ont laissé un catalogue assez ample. Le P. Gaubil avoit promis de le traduire. Ils observoient les occultations des étoiles & des planetes par la lune, les cometes, &c. Le P. Gaubil n'a pas tenu davantage la promesse qu'il avoit faite de nous en faire part (*b*).

§. VII.

Vers l'an 90 de J. C., l'Empereur Tchang-ti fit faire un nouveau calendrier, parce qu'on trouvoit que le solstice avoit rétrogradé de 5°. Le mouvement des étoiles en longitude, ou plutôt la rétrogradation des points équinoxiaux, déjà connue à Alexandrie, ne l'étoit pas encore à la Chine; Li-fang fut chargé de cette correction. Cet astronôme reconnut aussi que le cycle de 19 ans étoit imparfait, & tenta de le corriger: il en inventa un de 76 ans, ou de 27759 jours, qui est précisément la période de Calippe; car on ne peut pas douter que la perfection de ce nouveau cycle ne fût le retranchement d'un mois au bout de quatre cycles de 19 ans, comme Calippe l'avoit établi dans la Grece.

(*a*) Souciet, Tom. II, p. 16.

(*b*) *Ibid.* pag. 18.

Nous avons dit que les Chinois avoient de tems immémorial un cycle de 60 ans, & que chacune des années de ce cycle portoit un nom, ou un caractere qui les distinguoit. Ce cycle étoit également appliqué aux jours; l'un & l'autre étoient également civils; mais comme les astronômes s'en sont toujours servi pour dater leurs observations, ils sont extrêmement commodes pour reconnoître les phénomènes. S'il s'agit, par exemple, d'une éclipse, dès que les caracteres du jour & de l'année sont donnés, il est impossible de la confondre avec une autre.

Li-fang imagina de multiplier sa période par 20, afin d'en avoir une de 1520 ans, ou de 555180 jours; nombre qui est divisible par 60, & qui a l'avantage de ramener les nouvelles & les pleines lunes aux mêmes jours de la période de 60 jours; c'est-à-dire, à ceux qui portent le même caractere. Enfin il multiplia encore cette période par 3, pour en faire une de 4560 ans, qui eut le même avantage pour le cycle des années. Cette derniere ramenoit, selon lui, les conjonctions & les oppositions du soleil & de la lune aux mêmes points du ciel, au même jour du cycle de 60 jours, & à la même année du cycle de 60 ans.

§. VIII.

Jusqu'a cette époque, les Chinois avoient toujours rapporté le mouvement & le lieu des astres à l'equateur; vers l'an 99, ils commencerent à le rapporter à l'écliptique: on ne connoissoit point alors d'instrument propre à cet usage: on a encore le placet présenté à l'Empereur par les astronomes, pour qu'il leur en fît construire. On sent que les cercles de cuivre & la sphere étant connus & en usage depuis long-tems, il ne s'agissoit que d'ajouter à cette sphere, établie dans les observatoires, un cercle qui représentât l'écliptique. On pourroit croire qu'on avoit apperçu le mouvement progressif des fixes: c'est en effet cette découverte qui porta Hypparque, ou Ptolémée, à changer l'ancienne méthode de rapporter les astres à l'équateur; mais on peut penser que si les Grecs, qui n'observoient que les étoiles, se déterminerent par la connoissance de leur mouvement en longitude, les Chinois, n'ayant considéré, jusqu'à cette époque, que le nombre & les configurations des étoiles entr'elles, y furent conduits par les planetes qu'ils observoient davantage. Comme les planetes s'écartent beau-

(a) Soucict, Tom. II, pag. 22, 23.

coup de l'équateur, & très-peu de l'écliptique, il paroît plus naturel de les rapporter à ce dernier cercle.

§. IX.

L'AN 164 de J. C., l'astronôme nommé Tchang-heng fit des armilles, une sphere, un globe céleste, & un livre pour en expliquer les usages. Nous avons fait voir que les armilles & la sphere sont beaucoup plus anciennes à la Chine. Cette sphere comprenoit les cercles de l'équateur, du méridien & de l'horizon, le zodiaque & sans doute les colures. Chaque degré de ces cercles avoit quatre lignes; ainsi on peut conjecturer que le rayon étoit de 27 pouces chinois. Par le moyen de l'eau, une roue donnoit le mouvement à la machine; on y avoit joint un tube pour observer les astres: on peut croire sans injustice que cette mécanique étoit très-mauvaise; les Chinois en étoient aux premieres connoissances en ce genre quand les Jésuites arriverent à la Chine. Quant au tube, nous ne répéterons point ce que nous avons dit ailleurs (*a*); il servoit sans doute à écarter les rayons latéraux, & à compter plus facilement les étoiles. Aussi Tchang-heng avoit-il fait un catalogue qui contenoit 2500 étoiles (*b*); ce catalogue est perdu.

§. X.

C'EST à cette époque que des étrangers, sujets, dit-on, de l'empire romain, arriverent à la Chine; ils étoient du pays de Ta-tsin. Les Jésuites ont cru reconnoître par différentes recherches, que ce pays étoit placé entre la mer Caspienne & la Méditerranée; & comme ils ont pensé que l'an 164 l'astronomie de Ptolémée pouvoit être répandue dans l'orient, ils ont cru qu'elle étoit la source des nouvelles connoissances astronomiques, qui parurent ensuite à la Chine (*c*), cela n'est nullement probable. L'Almageste ne fut composé qu'en 139, dans un tems où l'imprimerie n'existoit pas, où la communication, supposé qu'il en existât quelqu'une, devoit être très-difficile; vingt-cinq ans ne suffisoient pas pour que les connoissances les plus utiles fussent portées aux extrémités du monde.

Jusqu'ici, ou du moins depuis le renouvellement de l'astronomie, on n'avoit connu que le moyen mouvement des astres; on partageoit l'année en quatre saisons égales, & on ignoroit que le soleil fût plus long-tems

(*a*) *Suprà*, p. 555.
(*b*) Souciet, Tom. II, p. 25.
(*c*) Souciet, Tome II, pages 24, 26 & 118.

dans la partie boréale que dans la partie australe de la terre (*a*). On n'avoit pas soupçonné davantage les équations du mouvement de la lune. L'an 206, deux astronômes, Lieou-hong & Tsay-yong, découvrirent que le mouvement de la lune n'étoit pas uniforme, & qu'il étoit assujetti à une inégalité, laquelle étoit dans son *maximum* de 5° chinois, ou de 4° 55′ 41″. Ils s'apperçurent que l'orbite de la lune étoit inclinée à l'écliptique d'environ 6° chinois; & ils reconnurent que l'année solaire étoit un peu plus courte que $365^j \frac{1}{4}$, mais on ne dit pas de combien (*b*). Ce sont ces astronômes qui déterminerent les premiers à la Chine la révolution de la lune à l'égard de son apogée, ou ce que Ptolémée appeloit la révolution de l'inégalité. Ils l'établirent de $27^j\ 13^h\ 16'\ 50''$, avec un peu moins de 2′ d'erreur (*c*).

C'est aussi vers ce tems que l'on connut le mouvement rétrograde des nœuds de la lune; mais on en fixe mal la révolution: on la croyoit de $27^j\ 7^h\ 42'\ 53''$; c'étoit s'éloigner du vrai de plus de deux heures & demie (*d*). Ce qu'il y a de singulier, c'est que cette révolution est assez précisément celle de la lune à l'égard des étoiles; de sorte qu'il paroît y avoir ici un *qui pro quo* soit de la part des astronômes Chinois, soit de la part des missionnaires qui nous ont transmis leurs idées. Cette révolution déterminée fut l'ouvrage de Lieou-hong; on peut du moins le croire, puisque ce fut lui qui posa le premier des principes pour calculer les éclipses, à la place de l'ancienne astronomie perdue.

§. XI.

L'AN 284, l'astronôme Kiang-ki inventa une méthode qui lui fait honneur; c'est celle de déterminer le vrai lieu du soleil par le moyen des éclipses de lune (*e*): méthode qu'Hypparque avoit inventée plus de 400 ans auparavant. On ne voit pas que les éclipses de lune en ayent été plus réguliérement observées, malgré l'utilité que cet astronôme leur avoit découverte. Un autre astronôme du même tems, nommé Yu-hi, est le premier Chinois qui ait parlé positivement du mouvement des étoiles; il le supposa de 1° en cinquante ans (*f*); environ 150 ans après, un autre astronôme Ho-ching-tien, le supposa de 1° en 100 ans, c'est-à-dire, de la même quantité que Ptolémée.

Yu-hi détermina le lieu du solstice d'hiver, & le compara à une position

(*a*) Souciet, Tom. II, p. 9.
(*b*) *Ibid.* p. 26.
(*c*) *Ibid.* Tom. III, p. 97.
(*d*) *Ibidem.*
(*e*) *Ibid.* Tom. II. p. 45.
(*f*) *Ibid.* p. 46; Tom. III, p. 47.

du

du même solstice, observée du tems d'Yao, & rapportée dans le Chou-king. Ce fut ainsi, dit-on, qu'il connut la rétrogradation des points solstitiaux, & par conséquent le mouvement des étoiles en longitude; mais il se trompa, parce que les anciennes observations sont mal détaillées, accompagnées de circonstances équivoques. Il conclut une différence de 54° entre ces deux positions du solstice; & comme il y avoit 2700 ans d'intervalle, il établit que le mouvement des étoiles étoit de 1° en 50 ans. Ho-ching-tien, l'an 443, en partant de l'observation du solstice rapportée dans le Chou-king, & d'une autre observation qu'il avoit faite lui-même, trouva ce mouvement, comme nous l'avons dit, de 1° en 100 ans. N'est-il pas naturel de croire que ces astronômes, par la tradition, ou d'une maniere quelconque, avoient la connoissance des anciennes hypothèses astronomiques sur lesquelles étoient fondées les deux périodes de 18000 & de 36000 ans? Ainsi prévenus, ils ont vu dans le Chou-king ce qu'ils vouloient y voir; & il ne leur a pas été difficile de faire quadrer l'ancienne observation, exprimée d'une maniere vague & confuse, avec les deux hypothèses si différentes qu'ils avoient embrassées.

§. XII.

Ho-ching-tien imagina une méthode particuliere pour observer plus exactement le moment des solstices; il fit voir qu'il ne falloit pas s'en tenir à remarquer le jour où l'ombre est la plus courte ou la plus longue, à cause des erreurs qui peuvent se glisser dans une seule observation; mais qu'il falloit, plusieurs jours avant ou après, observer l'accroissement & la diminution, afin de déterminer plus sûrement le jour où l'accroissement s'est arrêté pour se changer en diminution, & réciproquement.

Ho-ching-tien fit exécuter, par ordre de l'Empereur, une sphere & un globe, qui avoient environ six pieds chinois de diametre. On voyoit sur le globe les 28 constellations, avec des instructions sur le lieu, le lever & le coucher des planetes. La terre étoit placée au milieu de la sphere, & au centre du monde (*a*).

Cet astronôme a eu quelques conversations avec un bonze Indien (*b*), & on a douté si le bonze ne lui avoit pas communiqué la méthode des solstices; mais on n'en a aucune preuve, & ce n'est qu'un soupçon.

(*a*) Souciet, Tom. II, p. 49.

(*b*) *Ibid.* pag. 48.

Il eſt certain que des étrangers du royaume Yu-tſe apprirent aux Chinoïs l'uſage du *loheou*, du *kitou*, du *po* & du *ki* : loheou & kitou ſont les nœuds de la lune ; po eſt ſon apogée, & le ki eſt un cycle de 28 ans ſolaires, abſolument ſemblable au nôtre. Ce cycle n'a point été connu à Alexandrie. Ces notions étoient dans une aſtronomie appelée keou-tche ; l'an 718, elle fut traduite en chinois par un aſtronôme nommé Kutan : on y trouve un mois ſynodique lunaire de 29j 12h 44′, qui ne differe du nôtre que de 3″. On y voit que le cercle étoit diviſé en 360°, & le degré en 60′ ; le zodiaque partagé en 12 parties, chacune de 30°. Un autre bonze nommé Pou-kong, apprit aux Chinois les noms de Belier, de Taureau, &c. que nous donnons aux ſignes du zodiaque (*a*).

Dans cette aſtronomie kieou-tche il y a une choſe remarquable. Nous avons dit que les Arabes partageoient l'année en ſix ſaiſons (*b*) ; on lit ici que deux lunes font un tems, & ſix tems une année (*c*). Voilà donc le même partage, & un exemple des années de deux mois connues en Egypte. Tout cela indique une ſource commune. Si ce ſont les étrangers venus à la Chine, qui y ont porté cette diviſion, il eſt clair qu'elle appartenoit à une ancienne aſtronomie, & qu'elle avoit été conſervée par ceux qui la communiquerent, Arabes ou autres. A cette époque, les ouvrages des Grecs d'Alexandrie n'avoient point encore pénétré dans l'Aſie, & tout ce qui s'y trouvoit alors d'aſtronomie étoit les reſtes de l'antiquité.

§. XIII.

Tsou-chong, vers l'an 460, obſerva quelques ſolſtices : il détermina le mouvement des étoiles de 1° en moins de 46 ans, & il ſe trompa comme les autres, par une mauvaiſe interprétation du Chou-king : il reconnut que l'étoile polaire, qu'on avoit crue juſques-là immobile au pôle, avoit, comme les autres, un mouvement d'orient en occident autour de ce point ; il aſſuroit qu'elle n'en étoit éloignée que d'un degré. Le préjugé de l'immobilité de l'étoile polaire venoit de ce qu'en effet on avoit remarqué, 3000 ans auparavant, une belle étoile immobile au pôle ; nous en avons parlé. Les Chinois n'y avoient pas ſongé davantage ; mais quand Tſou-chong dit que l'étoile polaire avoit un mouvement, ce n'étoit plus la même étoile ; ce n'étoit point non plus l'étoile de la queue de la petite Ourſe, que nous

(*a*) Souciet, Obſervations, &c. T. II, p. 122.

(*b*) *Ibid.* p. 125.

(*c*) *Supra*, p. 216.

nommons aujourd'hui polaire, ce ne pouvoit être que l'étoile qui est au musle, ou celle qui est à l'oreille de la Giraffe, alors éloignées du pôle, chacune de 3° environ. Au reste, il est bon d'observer que ces deux étoiles marquées sur le catalogue d'Hévélius, ne se retrouvent point dans celui de Flamsteed; soit que ces étoiles ayent disparu, soit que Flamsteed les ait omises. Tsou-chong corrigea la révolution de la lune à l'égard de son nœud, en la diminuant de plus de $2^h \frac{1}{2}$; il l'établit de $27^j\ 5^h\ 5'\ 34'' \frac{1}{2}$, ce qui est assez exact (*a*). Il pensoit que la période de 19 ans étoit en erreur d'un jour au bout de 200 ans; & il proposa une période de 391 ans, d'autres astronômes inventerent également des périodes de 505, 562, 619, 410, 119, 676 ans. Pour juger ces périodes, il faudroit savoir précisément de combien de jours elles étoient composées : mais il y a apparence que ce sont les essais de gens, qui connoissoient mal les révolutions du soleil & de la lune. Aucune de ces périodes ne vaut celle de 19 ans : les Chinois n'estimoient pas cette derniere ce qu'elle vaut; c'est ce qui démontre qu'elle a été réellement inventée dans un tems, où le cours du soleil & de la lune étoit mieux connu.

§. XIV.

Vers le commencement du sixieme siecle, Tchang-se-sin apprit aux Chinois que l'intervalle du solstice d'hiver à l'équinoxe du printems étoit plus court que l'intervalle du même équinoxe au solstice d'été (*b*). On peut juger de leur astronomie par cette remarque qui est si simple, & qui fut si tardive. Cet astronôme fit beaucoup d'observations : on voit qu'il se servoit d'un instrument circulaire & gradué pour mesurer les diametres du soleil & de la lune; mais on ne trouve nulle part la quantité de ces diametres (*c*). Depuis le renouvelement de l'astronomie à la Chine, il est le premier qui ait donné une méthode *générale & assez sûre* pour calculer les éclipses; on la trouve dans le recueil du P. Souciet (*d*). Toutes ces méthodes orientales ont une forme très-différente de la forme des nôtres. Il seroit intéressant que quelque habile astronôme réunît les procédés des Chinois, des Siamois, des Indiens, tant ceux qui nous ont été donnés par M. le Gentil, que ceux qui sont dans les papiers de feu M. de Lisle. Ces différens procédés comparés entr'eux, pour distinguer ce qu'ils ont de commun, & comparés

(*a*) Souciet, Tom. II, p. 53.
(*b*) *Ibid.* p. 59.
(*c*) *Idem*, Tom. III, p. 158.
(*d*) *Ibid.*

à l'astronomie européenne, pour les ramener aux vrais principes, nous donneroient vraisemblablement une connoissance complette de l'astronomie orientale, & de grandes lumieres sur l'astronomie antérieure, qui en est la source.

§. XV.

Vers l'an 584, deux astronômes, Lieou-hiao-tsun & Lieou-tcho, découvrirent, ou du moins employerent les premiers l'équation de l'inégalité du soleil (*a*). Vers l'an 600, on construisit un catalogue fort ample des étoiles, mais on n'y trouve ni longitude, ni latitude, ni déclinaison.

A cette époque de l'an 599 de J. C. il arriva à la Chine des gens d'occident, que l'on qualifie de Mahométans, quoique le commencement du musulmanisme soit postérieur de 23 ans, & que les Arabes eussent autre chose à faire chez eux que d'aller à la Chine. Ils avoient une époque chronologique particuliere : M. Freret fait voir que l'ère de ces gens-là remontoit à l'avénement de Cyrus au trône, qu'ils étoient Persans, & qu'il n'est pas étonnant que les Chinois, peu instruits de ces choses, ayent confondu les deux religions. Il prouve, par différens traits de l'histoire orientale, que des Persans ont pu passer vers ce tems à la Chine; & par différens passages de l'histoire chinoise, que les Chinois ont eu communication avec les Persans (*b*).

Nous ne nommerons point ici tous les astronômes qui ont travaillé à défigurer & à embrouiller l'astronomie, l'énumération en seroit fastidieuse. On peut consulter l'histoire du P. Gaubil : nous n'aurions rien autre chose à dire, sinon que tel a substitué à la méthode de tel une méthode plus mauvaise encore.

§. XVI.

Enfin l'an 721, une éclipse calculée s'étant trouvée fausse, l'Empereur Hieng-tsong fit venir à la Cour un bonze Chinois de la secte de *Fo* (*c*); son nom étoit Y-hang, il se rendit fameux par son habileté dans l'astronomie. Le projet qui lui fit le plus d'honneur, fut celui de connoître la situation des principales villes de l'empire. Il fit construire des instrumens astronomiques, & mesura la distance terrestre des lieux, afin de la comparer à la distance céleste : son but étoit d'en constater le rapport, & de pouvoir

(*a*) Soucict, Observat. &c. Tom. II, pag. 61.

(*b*) Mém. Acad. Inscr. T. XVI p. 247.

(*c*) Soucict, Tom. II, p. 73.

connoître ainsi facilement la distance des principales villes, toujours mal connue par les mesures itinéraires. Il n'alla pas plus loin, & n'étendit point ses vues jusqu'à déterminer la circonférence de la terre. Nous ignorons quels sont les moyens dont il se servit pour connoître la distance des lieux & la différence des méridiens de l'est à l'ouest : mais depuis lui les Chinois ont eu cette connoissance.

Y-hang déduisit de ces observations le degré de latitude de 351 *lys* & de 80 pas (*a*). Les Jésuites l'ont depuis trouvé de 200 *lys*, ce qui est fort différent : ces mesures sans doute pouvoient être sujettes à erreur ; mais une erreur de près de moitié n'est pas vraisemblable, la différence vient de ce que la valeur du ly a changé (*b*). Y-hang trouva que l'étoile polaire étoit éloignée du pôle de 3° (*c*). Il ne se trompa pas de beaucoup ; car l'étoile qui est au musle de la Giraffe n'en étoit alors guere plus éloignée.

§. XVII.

Y-HANG étoit vraiment un astronôme ; il paroît avoir eu quelque génie. Occupé de tout ce qui pouvoit fonder une bonne astronomie, il avoit fait un catalogue des longitudes terrestres, il y ajouta un catalogue d'étoiles, rangées par longitude & par latitude. Il fit observer les éclipses dans toutes les provinces de l'empire, & il se servit de ces observations pour connoître la différence des tems & des phases à raison de la distance des lieux, tant de l'est à l'ouest, que du nord au sud, & à raison de la différence des lieux du soleil & de la lune dans l'écliptique. Y-hang vouloit-il déterminer tout cela d'une maniere empirique? Cela eût été long & difficile : au reste, cet endroit un peu obscur du récit de nos missionnaires montre du moins l'objet de ses recherches & la trace de ses efforts.

Il construisit des tables du mouvement vrai du soleil pour chaque jour de l'année. Le mouvement de l'apogée étoit alors inconnu à la Chine ; on ne se doutoit point que les inégalités de cet astre pussent être différentes aux mêmes points du ciel après un certain nombre d'années ; aussi ces tables ne valoient-elles rien pour des tems éloignés. Il faisoit l'inégalité du soleil de 2° 40′ chinois, ou 2° 21′ $\frac{1}{2}$ de notre division ; quantité qui s'écarte bien peu de celle de 2° 23′

(*a*) Souciet, T. II, p. 77. Le P. Gaubil dit 351 lys ; mais M. Damville a fait voir que c'étoit une faute d'impression, *mes. itin.* p. 160.

(*b*) *Suprà*, Dissertation sur les mes. longues, p. 521.

(*c*) Souciet, Observat. &c. Tom. II, pag. 77.

qu'avoit déterminée Hypparque. Il semble qu'il y ait eu ici communication ; si cette quantité étoit exacte, ils auroient pu la déterminer chacun de leur côté ; mais elle est fort en erreur, & il y a tant de manieres de s'écarter de la vérité, qu'on peut croire que les erreurs qui se ressemblent sont copiées les unes sur les autres. Cependant cette communication ne peut s'être faite que par l'entremise des Arabes, & ceux-ci n'ont connu l'Almageste de Ptolémée qu'après la conquête de l'Egypte ; & lorsque leur calife Almamon fit traduire dans sa langue les livres qui étoient le prix de ses victoires, ce fut vers l'an 814, environ un siecle après Y-hang. Ainsi nous ne concevons pas comment la détermination d'Hypparque auroit pu être transportée à la Chine ; & nous aimerions mieux croire qu'il y avoit dans les restes de l'ancienne astronomie quelques observations, ou quelques élémens, qui avoient également servi de regle à Y-hang & à Hypparque.

§. XVIII.

Parmi les cinq planetes, Jupiter fut celle dont Y-Hang examina le plus le mouvement ; il pose pour principe que cette planete emploie douze ans entiers à faire sa révolution dans le zodiaque : il assure que depuis l'an 1751, jusqu'à l'an 255 avant J. C., Jupiter faisoit un peu plus de douze révolutions en 120 ans. Les astronômes ne croiront pas volontiers aujourd'hui que la révolution de Jupiter ait jamais été de moins de 10 ans. Y-hang est plus près de la vérité dans ce qui regarde son tems ; il trouve qu'en 84 ans Jupiter fait sept révolutions, & la douzieme partie du zodiaque (*a*) ; ce qui fait 30° 21′ 23″ environ par an : c'est à peu-près le mouvement annuel de Jupiter. Y-hang connut aussi la réduction de l'orbite de la lune à l'écliptique ; ce qui lui feroit assez d'honneur, s'il ne s'étoit pas trompé lourdement sur la quantité de cette réduction ; il la fait de 1° $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire, à-peu-près quinze fois trop grande ; d'ailleurs ni l'astronôme Y-hang, ni aucun autre jusqu'à l'arrivée des Jésuites, n'a connu l'inclinaison de la route des planetes à l'égard de l'écliptique. On a cependant marqué beaucoup d'observations faites dans les différentes parties du zodiaque, des occultations des planetes par la lune, & des étoiles par les planetes. Or on connoissoit assez la latitude de ces étoiles & leur déclinaison, aussi-bien que la latitude & la déclinaison de la lune,

(*a*) Souciet, Observations, &c. Tom. II, pag. 84.

on auroit pu en conclure facilement la déclinaison de la route des planetes; mais dans toutes les sciences physiques, il faut d'abord un certain tems pour apprendre à voir, & ensuite un autre tems pour apprendre à réfléchir sur ce que l'on a vu. Les Chinois, malgré l'avantage d'avoir conservé pendant près de 5000 ans le même empire, les mêmes institutions, & le même esprit, n'ont jamais eu qu'une astronomie incertaine, dénuée de principes fixes & sûrs, & pour ainsi dire, toujours dans l'enfance.

§. XIX.

Nous rapporterons ici ce que le P. Gaubil dit d'un instrument fort vanté dans l'histoire chinoise; instrument que Y-hang avoit fait construire, & qui lui attira les éloges de toute la Cour. L'eau faisoit mouvoir plusieurs roues, & par leur moyen on représentoit le mouvement propre & le mouvement commun du soleil, de la lune & des cinq planetes; les conjonctions, les oppositions, les éclipses du soleil & de la lune, les occultations des étoiles & des autres planetes. On voyoit la grandeur des jours & des nuits pour Si-gan-fou; les étoiles visibles & non visibles sur son horizon. Deux stiles marquoient jour & nuit le *ke* (*a*) & les heures. Quand le stile étoit sur le ke, on voyoit tout à-coup paroître une petite statue de bois qui donnoit un coup sur un tambour, & disparoissoit d'abord. Quand le stile étoit sur l'heure, une autre statue de bois paroissoit sur la scène, & frappoit sur une cloche; le coup donné, elle se retiroit.

Cet instrument étoit très-ingénieux, mais le P. Gaubil se trompe sans doute dans cette description; il falloit dire une aiguille au lieu d'un stile, car un stile ne marque le tems que par son ombre. Or 1°. dans quelque cadran que ce soit, il faut la présence du soleil ou de la lune pour qu'il y ait une ombre. Le stile n'auroit pas toujours marqué l'heure ni le ke; 2°. comment l'ombre, en tombant sur certaines divisions, auroit-elle donné le mouvement à la statue? Une aiguille peut le donner aisément par le moyen d'une détente.

Nous observerons sur cette horloge ce que nous avons déjà observé sur celles d'Haroun-Alraschid & de Vitruve, que les heures n'étoient annoncées que par un seul coup. Mais quand on réfléchit sur ce mécanisme uniforme & commun à des pays si éloignés, quand on voit l'art des horloges perfectionné à Alexandrie, annoncer par sa perfection même un art

(*a*) Soucict, Tom. II, p. 85. Le ke est la centieme partie d'un jour.

depuis long-tems cultivé, quand on retrouve le même art & la même perfection à la Chine & à Babylone, quand on se rappelle que les anciens habitans de la terre, pour faire les observations dont il nous reste quelques résultats, ont dû avoir des instrumens propres à mesurer le tems, on est tenté de croire que dans des pays si éloignés, chez des nations dont le caractere est la lenteur, & dont le génie est peu inventif, ces progrès semblables d'un même art indiquent au moins une tradition des inventions qu'on avoit faites dans ce genre. Cette tradition, également conservée chez ces différens peuples, en garantissant par un exemple connu la possibilité de l'exécution, les a fait revenir sur la voie, a produit les mêmes efforts & a été suivie des mêmes succès.

§. XX.

On n'a point de détail sur les catalogues des étoiles, les cartes & les globes célestes que Y-hang fit construire : on sait seulement qu'il observa la latitude de Sirius de 40° chinois, qui font, selon notre maniere de compter, 39 2,′ 30″ (a). Flamsteed la trouva en 1690 de 39° 32′ 8″; M. de la Caille en 1750, de 39° 32′ 58″ ½; & Ptolémée, 600 ans avant Y-hang, de 39° 10′. Cela prouve que Y-hang n'a pas si mal observé; sa détermination, qui est entre celle de Ptolémée & celle des astronômes modernes, est à-peu-près ce qu'elle doit être, en supposant la latitude de Sirius croissante; & on peut conjecturer que l'exactitude de son observation est au moins égale à celle des observations de Ptolémée.

§. XXI.

Les livres de Y-hang sont obscurs, il n'y a que ceux qui entendent bien la matiere, qui puissent trouver le sens des principes & des regles qui y sont contenus. Le respect des Chinois pour ce qui reste de Fohi & de Confucius, le préjugé que toute l'astronomie y est renfermée a toujours forcé les Chinois à y chercher les principes des mouvemens célestes. Ce n'étoit pas assez d'avoir découvert certaines périodes, il falloit prouver qu'elles étoient indiquées dans les Kouas de Fohi & dans les nombres célestes & terrestres de Confucius. Voilà ce que les Chinois admiroient le plus. C'est à-peu-près ainsi que M. de Chezeaux a trouvé de nos jours la théorie du soleil

(a) Soucier, Observat. &c. Tom. II, p. 85.

dans

dans les prophéties de Daniel (*a*). Il naît de là beaucoup de confusion, d'obscurité, & sur-tout de difficulté pour étudier les livres chinois. Chaque méthode a sa notation particuliere; chaque connoissance, celle de l'année solaire, par exemple, y est exprimée par un caractere différent. Il faut être bien au fait de la question, ou perdre un tems infini, pour s'assurer de ce que l'auteur veut dire. On voit que les commençans Chinois doivent être assez embarrassés pour s'instruire, & on ne peut pas s'étonner que la science fasse peu de progrès, quand ceux qui sont en état de l'éclaircir, se font une loi de la rendre presque inintelligible (*b*).

§. XXII.

L'AN 822, Su-gang expliqua fort clairement la parallaxe de longitude, & son usage dans les éclipses de soleil. L'an 892, Pien-kang est le premier qui ait parlé de l'établissement du premier méridien fixe pour les calculs (*c*). Il avoit une méthode pour calculer la déclinaison & la latitude des cinq planetes: il se servit aussi (*d*) de quelques équations pour leur mouvement: mais il faut bien faire attention qu'il s'agit toujours du mouvement à l'égard du soleil, & vu de la terre. Les Orientaux, & les Chinois en particulier, ne distinguerent point jusqu'au tems de Co-cheou-king même, le mouvement propre des planetes du mouvement composé de celui de la terre. On doute que Su-gang & Pien-gang fussent chinois; on ne trouve rien dans leurs écrits qui sente le goût de cette nation. Il n'y a aucune citation hors d'œuvre, nul étalage confus d'érudition chinoise sur les astronomies inconnues de Fohi, d'Yao, &c. Tout y est clairement expliqué.

Vers l'an 990 on fit une nouvelle horloge assez semblable à celle de Y-hang: il y avoit douze statues de bois pour les douze heures, un tambour entre deux cloches (*e*), &c. Vers l'an 1100, on découvrit la vertu qu'a le fer de se charger de la vertu de l'aiman, & on reconnut que l'aiguille de fer, ainsi aimantée, ne se tournoit pas précisément vers le nord (*f*).

Vers le même tems, on trouva à Cai-fong-fou la longueur de l'ombre méri-

(*a*) *Voy.* ses Mém. imprimés.
(*b*) Souciet, Observat. Tom. II, p. 90.
(*c*) *Ibid.* p. 96.
(*d*) *Idem*, Tom. III, p. 225.
(*e*) *Idem*, Tom. II, p. 98.
(*f*) *Ibidem*, p. 100.

dienne du soleil en été de 1, 57 pieds, & en hiver de 12, 85, avec un gnomon de 8 pieds chinois (*a*) ; d'où on déduit la distance des tropiques de 47° 1′ 30″, & l'obliquité de l'écliptique de 23° 30′ 45″ ; observation qui seroit favorable à ceux qui nient la diminution de cette obliquité ; mais nous en avons déjà rapporté une qui est favorable à l'opinion contraire : l'avantage est donc égal des deux côtés. L'observation de Co-cheou-king, qui paroît décisive, & que nous rapporterons bientôt, détruira cette égalité, mais d'ailleurs, en supposant dans la derniere observation une erreur de 3 à 4 seulement, elle sera conforme à la diminution de l'obliquité de l'écliptique ; au lieu que, pour supposer cette obliquité constante, il faudroit admettre dans la premiere observation une erreur de 30′.

§. XXIII.

L'ASTRONOMIE paroît avoir reçu des accroissemens sensibles sous le regne des successeurs de Gingis-kan : Houpilié fit faire aux ouvriers d'occident des spheres toutes semblables aux nôtres. On voit une suite d'observations astronomiques depuis Gingis-kan jusqu'aux dernieres années de Houpilié ; & dans plusieurs éclipses de soleil & de lune, on a marqué le tems & les phases. Il y a beaucoup d'observations d'occultations d'étoiles par la Lune, par Saturne, Jupiter, Mars & Vénus : il y a même des observations de Mercure. On détermina la latitude d'une partie des grandes villes de la Chine ; voilà des progrès marqués, & bien des travaux d'exécutés. Mais dans ces observations de latitude, on voit que les astronômes, en se servant du gnomon, n'avoient point égard au diametre du soleil, tant le génie chinois, enchaîné par l'habitude, avoit de peine à marcher vers la perfection (*b*).

§. XXIV.

IL résulta de ces lumieres nouvelles une connoissance plus exacte des révolutions du soleil & de la lune ; la révolution de la lune fut de $29^j\ 12^h\ 44'\ 26''$, jusques cent ans après J. C. qu'elle fut de $29^j\ 12^h\ 43'\ 59''$: en 237 on y ajoute 5″ ; elle a peu varié depuis, & à cette époque elle fut fixée à $29^j\ 12^h\ 44'\ 3''$, comme nous l'établissons aujourd'hui. En même tems les révolutions à l'égard de l'apogée & du nœud furent, l'une de $27^j\ 13^h$

(*a*) Souciet, Tom. II, p. 101.

(*b*) *Ibid.* Tom. I, p. 202 & 203.

18′ 38″, l'autre de $27^j\ 5^h\ 5'\ 35''$, exacte à 2 ou 3″ près. Enfin l'année solaire fut fixée à $365^j\ 5^h\ 50'\ 40''$ (*a*), beaucoup plus petite que celle d'Hypparque, mais trop grande encore d'environ 2′. On a cru que cette nouvelle exactitude pouvoit être le fruit des travaux d'Hypparque & de Ptolémée, communiqués par les Arabes ; mais Hypparque & Ptolémée faisoient l'année de $365^j\ 5^h\ 55'\ 12''$: parmi les Arabes, Albategnius la faisoit de $365^j\ 5^h\ 46'\ 24''$, beaucoup plus petite qu'elle n'est réellement : Thebith-ben-chorah détermina l'année sidérale de $365^j\ 6^h\ 9'\ 12''$, retranchant 20′ 17″ pour les précessions des équinoxes, il reste pour l'année tropique $365^j\ 5^h\ 48'\ 55''$: l'année des Chinois ne peut donc avoir été prise ni sur celle d'Hypparque, ni sur celle des Arabes. Jusques vers cent ans après J. C, les Chinois ont fait l'année de $365^j\ \frac{1}{4}$; ils retrancherent ensuite 5 à 6′, & l'an 443 leur année étoit de $365^j\ 5^h\ 54'\ 21''$: elle passa ensuite tout-à-coup à $5^h\ 50'\ 20''$, 21, 40 ou 49″; ce qui donne lieu de supposer qu'ils eurent connoissance de l'année des Indiens de $365^j\ 5^h\ 50'\ 54''$: ou peut-être cette connoissance vint-elle par les Tartares qui les soumirent, & qui la leur apporterent de la source commune aux indiens & aux Chinois.

§. XXV.

Vers l'an 1280, parut le meilleur & le dernier de tous les astronômes Chinois, Co-cheou-king (*b*); il fut président du tribunal des mathématiques, vécut long-tems & travailla pendant 70 ans. Quelque cas que les Chinois ayent dû faire de ses ouvrages, il y en a cependant beaucoup de perdus, entr'autres, ses catalogues des étoiles fixes. Il abandonna la méthode chinoise de donner une époque feinte & très-éloignée au calcul astronomique ; il choisit pour époque le moment d'un solstice qu'il avoit observé lui-même l'an 1280 avec un gnomon de 40 pieds ; il détermina en même tems le lieu du soleil & de chaque planete dans le zodiaque, & le lieu de la lune à l'égard de son apogée & de son nœud.

Jusqu'à lui l'usage du gnomon de huit pieds avoit été universel à la Chine ; il sentit donc l'avantage d'en construire un plus grand pour l'exactitude des observations. C'est à ce gnomon de 40 pieds qu'il observa constamment les ombres méridiennes aux jours des solstices : il trouva toujours au solstice d'été 11, 7 pieds, & au solstice d'hiver 79, 8 pieds (*c*) : on en

(*a*) Souciet, Observat. &c. Tom. II, p. 104.

(*b*) *Ibid.* p. 106.

(*c*) *Ibid.* p. 112.

déduit l'obliquité de l'écliptique de 23° 35′ 15″; cependant cet astronôme la détermina lui-même, d'après ses observations, & fixa l'intervalle des tropiques de 47° 8′ 60″ chinois (a), ou de 47° 7′ 20″ de nos degrés Si l'on ajoute à cette quantité la réfraction convenable de 1′ 52″, on aura l'obliquité de l'écliptique par les observations de Co-cheou-king, faites en 1280 à un gnomon de 40 pieds de 23° 34′ 36″; ce qui fournit une assez forte preuve de la diminution de l'obliquité de l'écliptique. Il examina, dit le P. Gaubil, & observa long-tems le mouvement de l'étoile polaire; il assura qu'elle étoit éloignée du pôle d'un peu plus de 3° chinois (b). Nous ne croyons point que ce soit l'étoile de la queue de la petite Ourse, elle en étoit alors éloignée de près de 5°. Peut-on supposer que Co-cheou-king se soit trompé de 2°, c'est-à-dire, de près de la moitié de la quantité qu'il avoit à déterminer; cela n'est guetes probable. Il y a plus d'apparence qu'il a pris pour l'étoile polaire celle qui étoit réellement le plus près du pôle, celle qui dans le catalogue d'Hevelius est marquée à l'oreille droite de la Giraffe, distante alors du pôle d'environ 3°.

§. XXVI.

Co-cheou-king est, dit-on, le premier Chinois qui ait connu la trigonométrie sphérique : avant lui on savoit en général la proportion de la circonférence au diametre, comme de 3 à 1. On savoit calculer les triangles rectilignes, rectangles & les obliquangles, en les réduisant aux triangles rectangles. Par le moyen de ces connoissances, & à force d'examen, on avoit appris quelque chose de la proportion des cordes avec le diametre; voilà tout ce que les Chinois savoient avant Co-cheou-king sur la trigonométrie; du moins c'est ce que l'on peut conclure des monumens qui restent. On ne dit pas comment Co-cheou-king se fit sa méthode, & on ne sauroit décider si elle fut le fruit de ses recherches, ou bien s'il l'apprit des mathématiciens étrangers qui étoient à la Cour (c).

Une chose extraordinaire & digne de remarque, c'est l'instrument dont, selon les Chinois, Co-cheou-king faisoit usage; ils n'en donnent aucune explication, mais ils disent qu'il y avoit un tube & deux fils, & qu'avec cet instrument il mesuroit jusqu'aux minutes la distance réciproque de la

(a) Les Chinois divisent le cercle en $365^{\circ}\frac{1}{4}$, le degré en 100′, la minute en 100″, &c., comme ils divisent le jour en 100 kes, le ke en 100 minutes, &c.

(b) Souciet, Tom. II, p. 113.

(c) *Ibid.* p. 115.

lune & des étoiles (*a*). Ceci ressemble bien au micrometre, qui ne fut inventé en Europe que plus de 300 après. Les Jésuites n'en ont pourtant pas trouvé l'usage établi à la Chine; mais il faut remarquer que les plus belles connoissances sont perdues dans les mains des Chinois : les inventions d'un homme périssent le plus souvent avec lui; ainsi le génie, toujours si rare chez eux, ne s'y montre encore que vainement. Cet instrument peut être parmi ceux de Co-cheou-king qu'on a conservés; mais ils sont dans une salle fermée, où les Jésuites, malgré le crédit dont ils ont joui, n'ont jamais pu pénétrer (*b*).

§. XXVII

Co-cheou-king inventa des méthodes pour les éclipses de soleil & de lune. Quant à ces dernieres, il admettoit une équation entre le milieu de l'éclipse & le moment de la conjonction; cette équation est à-peu-près du même genre que la réduction à l'écliptique apperçue par Ptolémée (*c*). La plupart des Chinois la rejetoient; nous n'en sommes pas surpris : nous le sommes beaucoup plus que Co-cheou-king l'ait admise & inventée; cette équation est toujours assez petite. Il semble que ses recherches pour l'exactitude appartiennent à une théorie éclairé que n'avoit point cet astronôme. Cela n'étonne pas de Ptolémée; il avoit résolu le problême des éclipses, & il a très-bien vu tout ce qui en dépend. Mais on ne trouve dans les écrits des Chinois aucune connoissance des causes; on n'y voit point une marche sûre, guidée par des principes. Ce sont des gens qui dans un lieu inconnu vont à tâtons, suivant les indications qui leur ont été données. Beaucoup de livres chinois sont perdus : mais dans ceux qui sont conservés, pourquoi ne s'y trouve-t-il aucune connoissance des causes & des principes.

§. XXVIII.

Nous n'entrerons ici dans aucun détail sur ces méthodes chinoises du calcul des éclipses : c'est à ceux qui en auront le tems & la curiosité, de chercher le fil de ce labyrinthe, de découvrir sur quelle théorie ces méthodes sont fondées. Nous, qui ne sommes ici qu'historiens, nous dirons que nous n'y avons vu qu'une suite de préceptes, qui paroissent établis ou sur de longues observations, ou sur une théorie dont les principes

(*a*) Soucier, Observat. &c. Tom. II, p. 115.

(*b*) *Ibid*, p. 108 & 115.

(*c*) *Suprà*, p. 188 & 144.

ne leur ont pas été communiqués. L'étude, la discussion de ces préceptes feroit un ouvrage particulier, & nous détourneroit de notre objet; l'observation seule n'a point été négligée à la Chine depuis la détermination des solstices consignée dans le Chou-king; on en trouve quelques autres dans leur histoire, & une suite depuis 200 ans avant J. C. jusqu'à l'arrivée des Jésuites (*a*). Ces peres avoient promis de donner des catalogues des apparitions des cometes, des éclipses d'étoiles par la lune ou par les planetes, des conjonctions des planetes vues à la Chine. Nous remarquerons que les Chinois ont une suite d'observations des cometes depuis 525 ans avant J. C. jusqu'au quatrieme siecle de notre ère (*b*). Il n'y a point de calcul qui puisse instruire de l'apparition des cometes; ils n'ont donc pu en faire mention dans leurs annales que par observation : cela doit détromper ceux qui pourroient soupçonner que les éclipses, les conjonctions & les autres phénomènes marqués dans l'histoire, ou dans les livres d'astronomie, n'y sont point placés en vertu d'observations faites, mais par des calculs faits après coup. Indépendamment de l'impossibilité que les Chinois ayent fait ces calculs, il ne leur a pas été plus difficile de remarquer une éclipse, plusieurs planetes réunies près les unes des autres, que d'appercevoir l'apparition d'une comete. Ces longues suites d'observations montrent la constance des Chinois à examiner ce qui se passoit dans le ciel. Pourquoi voudroit-on que certains phénomènes leur eussent échappé plutôt que quelques autres?

(*a*) Souciet, Tom. I, p. 183. Mss. de M. de Lisle, N°. 150, 1, 20.
(*b*) *Ibidem*, p. 5. *Ibidem*, N°. 150, 1, 57.

LISTE
DES MANUSCRITS ORIENTAUX
Concernant l'Aſtronomie, qui ſe trouvent dans quelques-unes des principales bibliotheques de l'Europe.

Nous avons penſé qu'il ſeroit avantageux de trouver dans cet ouvrage les titres des manuſcrits aſtronomiques conſervés dans les bibliotheques; cette notice enſeignera les ſources que l'on peut conſulter. Nous nous ſommes bornés aux manuſcrits en langue orientale; 1°. parce que le nombre des manuſcrits grecs & latins ſeroit trop grand, & paſſeroit les bornes que nous avons voulu nous preſcrire; 2°. parce que ces ouvrages écrits dans des langues familières, ſont mieux connus; ceux qui ſont bons ont dû être imprimés & traduits : ceux qui ne l'ont pas été, ſans doute ne méritent pas d'être connus.

En conſéquence, nous nous ſommes adreſſés aux ſavans des villes de l'Europe, où il y a des bibliotheques célebres. Nous allons tranſcrire ici les liſtes qu'ils nous ont fait paſſer, en leur payant le tribut de reconnoiſſance que nous leur devons; & nous placerons, en forme de ſupplément à la fin de l'ouvrage, ceux que nous avons demandés, & qui ne nous ſont pas encore parvenus.

ARTICLE PREMIER

MANUSCRITS de la bibliotheque du Roi à Paris : nous devons la notice ſuivante à M. Bejot, garde des manuſcrits de la bibliotheque du Roi, qui a bien voulu nous communiquer tout ce qui dépend de lui, avec un zele & une facilité qui prouvent le véritable amour des ſciences & des lettres.

MANUSCRITS hébraïques, avec les N^os du grand catalogue de la bibliotheque.

N°. 436. *Anonymi* Tractatus de aſtrolabio.

= 438. 1°. *Ptolamei* magna Syntaxis, vulgò Almageſtum, è græcâ linguâ in arabicam, & ex arabicâ in hebraïcam ab *Anonymo quodam* converſum.

2°. *Averroïs* Aſtrologica quædam, interprete *Jacobo, filio Samſonis Antoli.* Vixit *Jacobus* ſeculo decimo tertio.

N°. 439. *Ptolæmei Almageſtum*, ex arabicâ linguâ in hebraïcam converſum à *Rabb. Jacobo filio R. Abrahami filii Samſon. Antoli.*

= 440. *Ptolæmei* Almageſtum, arabicè verſum, caracteribus hebraïcis ſcriptum.

= 441 *R. Iſaaci Iſraelitæ* Jeſod olam, id eſt fundamentum mundi, in quinque partes diviſum, quarum prima de aſtrologiâ & geometriâ, quatenùs diſciplinarum iſtarum cognitio ad faſtos & intercalandi rationem requiritur: ſecunda, de figurâ, formâ & diſpoſitione totius mundi, de orbium cœleſtium numero, ſitu, revolutione, & varietate dierum, noctium & horarum, ſecundùm regionum diverſitatem: tertia, de ſpherâ ſolis & lunæ, de quatuor anni cardinibus, & de noviluniis: quarta, de intercalatione & de temporis dimetiendi ratione, à priſcis Judeis uſurpatâ, ubi nonnulla exponuntur Talmudis loca quæ difficiliora videri poſſunt: quinta, explicatio tabularum ad calendarium perpetuum ſpectantium, juxtà rationes *R. Addeæ & Rabb. Samuelis.* Ibì fit enumeratio rabbinorum, quorum ope traditio propagata eſt à *Moſe* ad poſtrema uſque tempora. Sequitur calendarium ſecundum annos Judæorum, Arabum & Chriſtianorum complectens.

= 442 *R. Abraham Ben Haiiæ Hiſpani* Tractatus de ſpherâ, hebraïcè & latinè, Baſileæ editus.

= 443 *Anonymi* Tractatus de anni Judaïci intercalatione, noviluniis, aliisque rebus ad idem argumentum pertinentibus. Hujus-ce operis liber quintus totus verſatur in exponendis tabulis aſtronomicis quæ ad codicis calcem reperiuntur.

= 444 *R. Immanuelis filii Jacobi* Tabulæ aſtronomicæ, unà cum introductione ad aſtronomiam.

= 445. 1°. *R. Immanuelis filii Jacobi* Methodus inveniendi momentum ipſum quo luna naſcitur, ſolis & lunæ defectiones, unà cum ſex tabulis, quas alas aquilæ auctor appellavit.

2°. *R. Moſis Iſaiæ filii* Commentarii in Immanuelem.

3°. *R. Nachſon* Periodus.

= 447. 1°. *R. Moſis Maimonidæ* Tractatus de anni intercalatione.

2°. Excerpta nonnulla, ubi de rebus aſtronomicis diſputatur.

N°. 449.

N°. 449. 1°. *Avicennæ* Liber de cœlo & mundo. Scopus auctoris est ostendere, 1°. materiam è quâ constant cœlestia corpora, aliâ quâvis materiâ esse multò perfectiorem : 2°. eadem cœlestia corpora esse simplicia, & ab elementorum naturâ omninò discrepare : 3°. nullum cœlestibus corporibus inesse animum : 4°. illa nec oriri, nec interire : 5°. certis quibusdam finibus circumscribi : 6°. unum omninò mundum à Deo conditum esse : 7°. conversionem cœli ab oriente ad occidentem à nonnullâ re corporeâ esse repetendam : 8°. cœli figuram esse rotundam : 9° mundi figuram quoque rotundam : 10°. neque aliam esse terræ formam : 11°. motum cœli esse ubique æqualem : 12°. plures esse cœlos : 13°. aerem non calefieri cœli motu, sed siderum radiis : 14°. cœlum moveri in orbem, non autem sidera. Opus ex arabicâ linguâ in hebraïcam *Anonymus* convertit.

2°. *R. Immanuelis filii Jacob* Tractatus de conficiendi astrolabii ratione.

= 450. *R. Joseph filii Isaac* Compendium tractatûs inscripti Jesod olam ; id est, fundamentum mundi, non illius quidem integri, sed eorum duntaxat quæ ad siderum motus pertinent. In hocce compendio, quod auctor in XII capita distribuit, disseritur : 1°. de mundi fabricâ, & de illius partibus quæ incolas habent : 2°. de stellarum motu & ordine : 3°. de perpetuâ varietate ortûs & interitûs siderum : 4° de noctium & dierum discrimine, & anni cardinibus : 5°. de dierum in locis habitatis differentiâ : 6°. de lunæ singulis mensibus ortu : 7°. de lucis lunaris momentis : 8°. de causâ defectionis lunaris : 9°. de causis defectionis solis : 10°. de variis rationibus quibus fixi sunt cardines : 11°. de intercalationis quibusdam annis causâ : 12°. de tabularum explicatione quæ in hocce compendio occurrunt, & quomodò illis sit utendum. Tabulæ desunt, quæ cum in fundamento occurrant, illinc repeti possunt.

= 451. Almagestum *Ptolæmei*, ex arabicâ linguâ in hebraïcam, ab *Anonymo* conversum.

= 452. *Alfragani* elementa astronomica, ex arabicâ linguâ in hebraïcam ab *Anonymo* conversa.

= 453. *R. Samuelis filii Jacob* introductio ad astronomiam, unâ cum tabulis.

N°. 454. *Anonymi* Tractatus de astronomiâ : dividitur in duas partes ; quarum priore septem planetarum ratio & motus explicantur ; in alterâ de fixis disputatur, adjunctis amplissimis in partes singulas commentariis.

= 455. *Anonymi* Tractatus de astronomiâ, tantâ incuriâ scriptus, ut legi vix possit. Is liber arabem quemdam auctorem habet, verùm hebraïcis characteribus exaratus est.

= 456. *R. Abraham Zacut* Tractatus de stellarum motu & ordine ; item de anni cardinibus, è variis auctorum hebræorum scriptis collectus.

= 457. 1°. *R. Abraham filii Hiiæ Hispani* liber de cognoscendis & subducendis siderum conversionibus.

2°. *Alfragani* elementa astronomica, ex arabicâ linguâ in hebraïcam conversa à *R. Jacob filio Abba Mori*, opus notissimum.

3°. *Aben Esræ* Sepher olam, id est, liber mundi, ubi etiam de astrologiâ judiciariâ *.

= 458. *Anonymi* de sphærâ syderumque motibus Tractatus.

= 459. *R. Isaac filii Salomonis Hispani* Tractatus, cujus titulus via strata. Ibì complures tabulæ astronomicæ, quarum ope syderum eclipsim, conjunctionem & varios aspectus cognoscere licet. Hocce opus est quoddam quasi compendium auctoris alarum.

= 460. 1°. Explicatio tabularum astronomicarum *R. Jacob Fual.*

2°. *Anonymi* animadversiones in Almagestum *Ptolemei.*

= 461. 1°. *R. Abraham filii Chiia Hispani*, insignis astronomi, qui duodecimo seculo floruisse dicitur, Tractatus de formâ terræ, hebraïcè & latinè jampridem editus.

2°. *R. Gerson filii Salomonis* liber, cujus titulus Porta cœli.

= 462. *Abul Hacen Adib filii Sahih* Tractatus de calendario, ubì cursus solis aliaque ad astronomiam pertinentia explicantur.

= 463. 1°. *Anonymi* calendarium perpetuum, ad usum Judæorum accommodatum.

2°. *Anonymi* calendarium aliud, ubì cabalistica quædam & chiromantica reperiuntur.

---

* Nous avons retranché les ouvrages où il n'étoit question que d'astrologie judiciaire ; nous avons conservé ceux où l'on paroît avoir mêlé quelques connoissances astronomiques.

N°. 464. 1°. Fragmentum tractatûs cujusdam de spherâ.

2°. *R. Abraham filii Hiiæ Hispani* Tractatus de cognoscendis & subducendis syderum conversionibus. Auctor inquirit in varios nationum computos, orbium cœlestium divisiones & fractiones.

3°. *Anonymi* disputatio de quibusdam circuli fractionibus, exscripta partìm ex Almagesto, partìm ex Euclide.

4°. *Anonymi* Tractatus de cognoscendâ solis & lunæ conjunctione.

5°. Appendix ad librum *R. Abraham* de astronomiâ.

= 466. *R. Ben Sckelomon Hispani* in easdem tabulas astronomicas & astrologicas commentarius.

Is codex dicitur exaratus ad flumen Rhodanum, quo videtur indicari Avenio oppidum.

= 471. *R. Immanuelis filii Jacob* liber alarum, ubì de rebus ad astronomiam pertinentibus disputatur. Videtur floruisse seculo decimosexto.

ARMÉNIENS.

= 115. Codex ubì continetur calendarium cujus ope paschatos dies & festa mobilia inveniuntur. Auctor hujusce calendarii *Jacobus quidam* qui se doctorem de Krim, id est, doctorum Armenorum in tartariâ Krimæâ degentium profitetur: quod opus ait à se susceptum rogatu *Thomæ doctoris & Monachi de Medzoba provinciæ Van.* Ibì autem *Jacobus* disserit:

1°. De triplici paschatos festo, quorum primum ab *Adamo*, secundum à *Mose*, tertium à *Christo* institutum.

2°. De mensibus Armenorum, illorumque nominibus.

3°. De epochis veteris testamenti & Armenorum, quam *Ananiæ de Chirak* vestigiis insistens anno Christi 553 incepisse contendit.

4°. De cœlorum motu.

5°. De mensurâ temporum.

6°. De anno bissextili.

7°. De lunâ.

8°. De equinoctiis.

9°. De diebus intercalaribus.

10°. De magno paschate.

11°. De signis zodiaci.

12°. De die, mense & anno.

N°. 13°. De planetis & illorum cum sole conjunctione.

14°. De methodo ad inveniendum diem paschatis adhibendâ.

15°. De variis apud varias gentes calendariorum auctoribus: Judæi ad *Mosem* & Esdram suum referunt, Romani ad *Aristarcum Atheniensem*, Ægyptii & Æthiopes ad *Leonidam Origenis patrem*, Græci & Syri ad *Anatolium*, Arabes & Macedones ad *Origenem*, Bithyni & Cappadoces ad *Anghrem quemdam*; tandem *Andræas Byzantinus* illa omnia in concordiam redegisse dicitur

= 116. Codex ubì continetur calendarium cujus ope paschatos festum, ut & festa mobilia ab anno 1553 ad annum 2075 inveniri possunt. Quod si auctori fides, Armeni ab Adamo ad diluvium numerant annos 2242; à diluvio ad extructam turrim Babel 521; ab extructâ turri ad Abrahamum 417; ab Abraham ad exitum Israelitarum ex Ægypto 505; ab exitu ad primum templum 480; à primo templo ad secundum 511; à secundo templo ad Christum 517; à Christo ad sanctum Gregorium illuminatorem 312; à sancto Gregorio ad æram armenam 241; à Christo ad Mahumedem 638.

Is codex à *Jacobo præsbitero* ex præstantissimo exemplari in urbe Marzouan descriptus dicitur.

= 117. Codex ubì continetur calendarium, cujus ope festum paschatos & alia mobilia ab anno 1553 ad annum 2080, nullo negotio inveniri possunt.

= 119. Codex ubì continetur Parzatoumar vel Barzatoumar, id est, calendarium cujus ope dies paschatos & festa mobilia inveniuntur.

ARABES.

= 1107. Almagestum *Ptolæmei*, sive syntaxis magna, è græcâ linguâ in arabicam ab *Aboulsafar-Ismaël-ben Belil-Isaac-ben-Honain-ben-Isaak*, medico longè celeberrimo conversâ; quam illius interpretationem recognovit & emendavit *Thebith-ben-Corah*.

Is codex, qui sex tantùm priores *Ptolæmei* libros complectitur, characteribus mauritanicis anno hegiræ 618 exaratus est, illudque eleganter & accuratè.

= 1108. Expositio sive commentarius in *Ptolæmei* opus quod Almagestum appellari solet. Auctor *Mohieddinus-ben-Jahia-ben-Mohammed-ben-abi-Schaker* Hispanus.

N°. 1109. Codex ubì continentur 1°. institutiones astronomicæ, adjunctis tabulis : auctore *Almamon-ebn Ahmed-Busjanita* ; 2°. institutiones astronomicæ *Nassireddini* filii *Isa* Medici.

= 1110. Tractatus in quo de rebus astronomicis. Auctore *Abdel-Rahman-Abulhucein-Soufi*. Adjunctæ sunt tabulæ & figuræ constellationum.

= 1112. *Ebn-al-Sciater* Tractatus, ubì de astronomiâ & inveniendis æris celebrioribus, Mahumedana nempè, syriaca & coptica.

= 1113. Tractatus de rebus ad astronomiam pertinentibus, unà cum tabulis eleganter descriptis : auctore *Abdelrahman* filio *Omar*, cognomine *Abul-Hucein-Soufi*.

= 1114. *Magemudis-Sciagminei* de orbe celesti & terrestri tractatus.

= 1115. Tractatus inscriptus, quantùm cognosci possunt orbium cœlestium divisiones. Ibì de orbium cœlestium ordine & motu, de terræ naturâ illiusque divisione, de temporis mensurâ, & variis apud varias gentes epochis. Auctor vixit anno hegiræ 633.

= 1116. *Ulugbei Tamerlani* nepotis tabulæ astronomicæ, è persicâ linguâ in arabicam conversæ à doctore quodam, nomine *Jehia* filio *Ali-Altrasfahi*.

= 1117. *Anonymi* tabulæ astronomicæ.

= 1118. Codex ubì continentur, 1°. tabulæ duæ astronomicæ, quarum auctor est *Mohammed-Ben Mohammed-Abibekr-al-Lizini* : 2°. *Annoymi* tabulæ positionum secundùm longitudinum & latitudinum gradus, quæ à *Nassireddini* & *Ulugbehi* tabulis omninò diversæ sunt.

= 1119. Calendarium astronomicum & astrologicum ad annum hegiræ 1040.

= 1120. Institutio astronomiæ recta, quæ nihil aliud est præter almanachum anno hegiræ accommodatum, à quodam *Mahummede Tulun*, adjectis variis tabulis.

= 1121. *Jachijddini-Mahumedis-Almahrusi* de horologiorum fabricandorum ratione tractatus.

= 1132. Codex ubì continetur tractatus de rebus ad astronomiam & astrologiam pertinentibus.

= 1133. Tractatus solaris de fundamentis sive principiis arithmeticæ. Ibì multa de mensuris, ponderibus & divisionibus hæreditatum, auctore *Abdallah filio Mohamed Kauvam*.

N°. 1137. 1°. Liber judiciorum quæ è sirii Jemanensis, sive canis majoris ortu fieri debent, *auctore Hermete Hermetum*, qui aliàs *Edris & Mercurius trismegistus nuncupatur*. Hocce opus, ut fama est, è veteribus membranis *Aristoteles Nicomachi filius* descripsit.

= 2°. Tractatus de planetarum conjunctionibus, auctore *Abou-Maschar-ben-Mohammed-al-Balki*: qui vulgò *Albumazar* appellatur; quæ codicis pars anno hegiræ 1002 exarata dicitur.

= 1138. *Ptolemei* Almagestum è græcâ linguâ in arabicam ab *Abi Elwafa Mohammed-ebn-Mohammed Nargionensi* conversum.

= 1139. *Ptolemei* Almagestum è græcâ linguâ in arabicam ab *Anonymo* conversum.

= 1140. Astronomiæ compendium, cujus auctor *Nassireddinus Tasensis*.

= 1141. Institutiones astronomicæ, quibus adjunctæ sunt tabulæ: hujusce operis auctor *Mohammed-Abu-Wafa-Albuzgioni*.

= 1142. Institutiones astronomicæ, quarum auctor *Schehiaeddinus Aboubekr*.

= 1143. *Anonymi* institutiones astronomicæ, unà cum tabulis ad diversas epochas tàm solares quàm lunares accommodatis.

= 1144. 1°. Fragmentum institutionum astronomicarum, auctore *Ebn-Asschather Damasceno*.

2°. *Ebn Junes* Egyptii tabulæ astronomicæ.

= 1145. *Giamaliddini Mardinensis* tabulæ astronomicæ, quarum ope calendarium emendari & almanachus confici potest.

= 1146. *Anonymi* tractatus ad astronomiam & astrologiam quam judiciariam vocant pertinens. Dividitur in sectiones 60, quibus de cœlo, stellis, planetis, & illorum motu, de bonâ vel malâ fortunâ, quæ, si auctori fides, tota à syderum influxibus pendet; de zodiacis signis, de lunæ stationibus, de septem mundi climatibus, de dierum faustorum & infaustorum cognoscendorum ratione.

= 1147. *Huceini Ali filii Omar* Marocani operum mathematicorum pars prima, in quâ de rebus ad astronomiam pertinentibus disseritur, adjunctis figuris & tabulis.

= 1148. *Abulhacen Ali filii Omar* Marocani operum astronomicorum pars altera. Ibi de instrumentis astronomicis & illorum usu disseritur.

= 1149. *Macmud Ebn Moamad* disputatio de orbe cœlesti & terrestri.

N°. 1150. Tractatus inscriptus qualitatis comprehensio, auctore *Macmud-ebn-mashud Sciarrareo*, magno Mahumedanorum judice. Ibi differitur de corporum cœlestium naturâ, & de terræ partibus habitabilibus, &c.

= 1151. 1°. Tractatus de corporibus cœlestibus, orbiumque cœlestium formâ & motibus, auctore *Nasireddino Mohamede* Thusæo.

2°. in huncce tractatum commentarius, cujus auctor *Abdilvahed Mohammedis* filius.

= 1152. Commentarius in *Mohammedis Kouaresmi* tractatum de corporibus cœlestibus. Commentarii autem illius auctor *Assid Aschariff* Gergianensis, cujus mors in annum hegiræ 816 cadit.

= 1153. 1°. *Anonymi* disputatio de syderibus motibusque illorum, de circulis, zodiaci signis, horizonte, aliisque ejusdem argumenti.

2°. Ejusdem disputatio de longitudinibus & latitudinibus, de partibus terræ habitabilibus. Is codex exaratus est anno hegiræ 896.

= 1154. Opus inscriptum liber originis veritatum, è cœlorum scientiâ. Dividitur in partes decem, ubi de septem planetis, illorum influxibus & proprietatibus.

= 1155. *Gemaliddini* Mardinensis tabulæ astronomicæ.

= 1156. Tractatus brevis de solis cursu illiusque mansionibus, auctore *Abderrhaman* Thannabensi.

= 1157. 1°. *Anonymi* tractatus de quibusdam instrumentis astronomo necessariis, linguâ arabicâ scriptus.

2°. *Anonymi* opusculum ejusdem argumenti, linguâ quoque arabicâ.

3°. *Esir Eddini* de astrolabio opusculum, linguâ arabicâ.

4°. *Anonymi* opusculum ejusdem argumenti, linguâ persicâ.

5°. *Izzeddini* dissertatio de quodam instrumento astronomico, arabicè.

6°. *Selimi* tractatus ad astronomiam pertinens, turcicè. Desiderantur initium & finis.

7°. *Jacobi ben Iasak Alchindi* tractatus de instrumento quodam mathematico sibi reperto, arabicè. Floruit *Jacobus* duodecimo seculo.

8°. *Anonymi* tractatus de sphericis, 27 capita complectens.

N°. 9°. *Anonymi* opus de astrolabio, quinquaginta capitibus constans, perficè.

10°. *Moustafa* de punctis ortûs & occasûs solis, dùm signa zodiaci percurrit, turcicè.

11°. *Izzeddini* tractatus astronomicus, arabicè.

=1158. 1°. *Zainiddini Abderrohami* Hanifensis tractatus de astrolabio, in decem sectiones divisus : quæ omnes, si primam excipias, desiderantur.

2°. *Anonymi* tractatus de cognitione temporum & horarum. Sequuntur alii tres tractatus.

3°. *Sçiamsiddini Algozuli* opusculum de cognitione temporum & horarum.

4°. *Anonymi* fragmentum de circulis ad horizontem parallelis.

=1159. 1°. Tractatus de astrolabio, illiusque usu & utilitate, auctore *Abu Rihan Mohammed Bacciuni*; constat capitibus viginti.

2°. Tractatus ejusdem argumenti varia capita complectens, auctore *Abderrahman filio Omar*, qui vulgò *Abu-hassan sapiens* appellatur.

=1160. Commentarius in annulum *Abi-Ahmed*. In eo autem opere de astronomici illius annuli fabricandi ratione, illius usu & proprietatibus disseritur, auctore *Fakreddino Osmar Abu Omar Ansari*.

=1204. Codex ubì continetur calendarium julianum.

=1205. Mensium sive lunarum computus, cui calendarium julianum subjungitur.

PERSANS.

=162. Liber inscriptus philosophiæ compendium, auctore *Anonymo*. Dividitur opus in partes quatuor, ubì de arithmeticâ, geometriâ, astronomiâ, musicâ, telluris formâ, logicâ, mundo superiore & inferiore, &c.

=163. Tabulæ astronomicæ, accuratissimè è variis antiquorum, recentiorumque astronomorum observationibus collectæ, adjunctis institutionibus astronomicis, auctore *Nassr eddin Muhammede filio Hussein Elthoussi*, qui opus illud jussu *Holagou Kan* aggressus esse dicitur.

164

N°. 164. *Ulug - Beigh Tamerlanis nepotis* tabulæ astronomicæ. Hujusce operis partem, ubi de stellis fixis in latinam linguam convertit *Thomas Hyde.*

= 165. *Anonymi* tabulæ astronomicæ.

= 169. Varii tractatus de rebus mathematicis, *verbi-gratiâ*, de astrolabio, &c.

= 170. Tractatus de astronomiâ & astrologiâ quam judiciariam vocant; auctore *Zahir-ul Hakk-Mohammede-Messoud filio el-Gaznevy.*

= 171. *Ulug-Beg* tabulæ astronomicæ in partes quatuor divisæ, quarum prima de celebrioribus orientalium epochis : secunda de temporum cognoscendorum ratione : tertia de planetarum cursu : quarta de stellis fixis, auctoribus *Gaïassuddin & Cadyzade Elroumy*, clarissimis suæ ætatis astronomis, qui jussu *Ulug-Beg Tamerlani nepotis*, huic operi manum admoverunt : illud autem ex arabicâ linguâ in persicam à *Mahmoud*, *Muhammedis filio*, anno hegiræ 904 conversum est.

= 172. Tabulæ astronomicæ *Ulug - Beghi*, ex arabicâ linguâ in persicam conversæ. Illarum pars quæ longitudinem & latitudinem stellarum spectat, edita Oxonii anno 1665, operâ *Thomæ Hyde.*

= 173. Epitome tabularum astronomicarum, quas *Nassr - Eddinus - el-Thoussy* jussu *Holagou-kam* septimo hegiræ seculo composuit : Epitomes autem illius auctor vocatur *Ali-chah*, *vel Ola al-Bokhary.* Dividitur opus in duas partes, quibus de epochis celebrioribus, stellis fixis, syderibus, planetis, cæterisque ad res astronomicas pertinentibus.

TURCS

= 180. *Anonymi* tabulæ astronomicæ & chronologicæ, unà cum ephemeridibus, quæ videntur scriptæ imperante *Amurathe* ejus nominis secundo : nonnulla desiderantur.

= 181. Calendarium ad annum hegiræ 1054 spectans. Illius auctor quidam *Hussain*, primarius sultani *Ibrahimi Ahmedis filii*, decimi-octavi Turcarum Imperatoris astronomus.

= 182. Calendarium turcicum : desideratur primum folium.

= 183. *Anonymi* Tractatus de astrologiâ : nonnulla quoque de eclipsibus.

N°. 184. Introductio ad astronomiam, in sectiones sexaginta quatuor distributa, auctore *Ali Ogli Hassan.*

= 185. Calendarium perpetuum ab *Anonymo* anno hegiræ 1009 scriptum.

= 186. Opus inscriptum *Tarik el Arab*, id est epocha Arabum, in quo inter annum Græcorum & Arabum comparatio instituitur: initio codicis calendarii quasi quædam species occurrit.

= 187. Opus inscriptum *Ibtida Teghir Huiouz*: dividitur in duas partes, quarum prior calendarium exhibet nostrorum non absimile. In secundâ, de ratione quâ futura divinari possint, disseritur, auctore *Dgiafer.*

= 188 *Anonymi* calendarium turcicum, nostrorum non absimile.

= 194. *Anonymi* Calendarium turcicum.

MANUSCRIT arabe envoyé postérieurement à la bibliotheque du Roi.

= 1119. Calendarium ad annum hegiræ 841 accommodatum.

MANUSCRITS CHINOIS.

= 22. . . . . Ve
lun
kuam
y

Id est, lunarum ordinationis lata expositio.

Is liber non ea solùm continet quæ ad astronomiam & astrologiam sinicam spectant, sed etiam res quæ per varia secula à Regibus & Imperatoribus gestæ sunt, pro more Sinarum, qui cùm observationes syderum ad rempublicam referant, historias varias & imperii mutationes libris astonomicis inserunt. In eodem libro multa de antiquis mundi systematibus reperias: auctor *Lupuguei*, administer Tẽ-*Xi-hoam-ti*, imperatoris, qui murum illum sinensem edificandum curavit. Commentatores hujus libri plurimi; agmen ducit *Chu-ven-kum*: is sæculo Christi XIII librum correxit, edidit & commentariis adornavit. Secutus est alius commentator *Hum-ym-kin*, ejusque extant notæ in hunc librum elegantes. Denique seculo Christi XVI, imperante *Van-lie*, alius commentator *Tai-gin*, discipulus ejusdem *Hum-ym-kin*, expositionem magistri sui animadversionibus suis illustravit (undè nostri libri inscriptio *Ve-lim-kuam-y*) & Tẽ-*Van-lie* Imperatori dedicavit; præfationem Imperator ipse addidit: impressus liber anno 1587 Tẽ-*Van-lie* 20, estque in volucri unius, voluminum 8.

N°. 23. . . . . Cum
chin
lie li
xu,

Id est, τῶ-*Cum-chim*, sive Imperatoris *Cum-chim* calendarii liber.

Tractatus hic de astronomiâ & aliis matheseos partibus, totus ex *Euclide, Clavio & antiquis mathematicis græcis & latinis* desumptus est, & compositus à *doctis astronomis è Societate-Jesu.*

= 24. Liber latinè inscriptus cœli phenomena.

Habet autem partes duas, quarum altera agit de lunæ cum cæteris planetis conjunctionibus, & vice versâ; itemque de iis conjunctionibus quæ sunt ejusdem lunæ ac cæterorum planetarum cum fixis; notabis autem id non nisi ad annum Christi 1674 pertinere. In alterâ sunt ephemerides sinicæ, sive motus planetarum septem, ad annum Christi 1679. Pars prima manu scripta est; altera impressa, utraque autem *R. P. Verbiest è S. J.*

= 25 Liber organicus astronomiæ apud Sinas restitutæ sub Imperatore *Sino Tartarico, Kam-hi* appellato, auctore *P. Ferdinando Verbiest, Flandro Belga Bratgensi, è S. J., Academiæ astronomicæ in regiâ Pechinensi præfecto*, anno salutis 1663. Opus hoc totum machinis variis, tùm ad sphæram, tùm ad cæteras matheseos partes attinentibus, exhibendis delineandisque occupatur. Præmittitur tantùm præfatio quæ figurarum illic descriptarum, & modum quo fieri debeant, & usum ad has vel illas artes, ad hæc vel illa opera, idque generatim duntaxat exponit. Multa sunt quæ ad geographiam, tabulasque geographicas conficiendas, multa quæ ad luminis refractionem, ad specula elaboranda, eorumque species diversas, imò ad hydraulicam & agriculturam referantur.

MANUSCRIT chinois que M. l'abbé Bignon a donné à la bibliotheque du Roi.

= 20. . . . . Tien
muen
lio,

Id est, cœli porta parva, seu parvus de sphærâ tractatus; auctor *Jesuita Lusitanus*, agit de sphærâ, planetis, circulis, &c. idque juxtà antiquorum systemata & per figuras. Præfatio triplex est, cùm ad libri commendationem, tùm ad materiæ per se difficilis elucidationem, volumen 1.

MANUSCRITS donnés par MM. des missions étrangeres à la bibliotheque du Roi en 1720.

N°. 42. . . . . Kia
cu
hoei
ki,

Cyclorum (queis Chronologia Sinarum tota innititur) collectio & commemoratio.

In præfatione hujus libri agitur de cyclis, ac præcipuè de cyclo annorum sexaginta, atque auctore ejus *Hoam-ti*, annoque ejus 8. Posteà sequitur indicatio eorum, in quibus unusquisque cyclus incipit, annorum, ab ejusdem *Hoam-ti* anno 8; idque per omnes Imperatores ex historiâ designatos, ab *Hoam-ti* ad extrema usque tempora. Adduntur etiam dissertatiunculæ de primis antè *Hoam-ti* seculis, de *Fohi*, ejusque prædecessoribus.

= 44. . . . . Tien
muen,

Id est, cœli porta.

Tractatus de sphærâ juxtà principia antiquorum, auctor *sacerdos è S. J.*, idque *Tü-Van-lie* temporibus.

= 45. . . . . Tien
muen
lio,

Id est, cœli porta parva: alius de sphærâ tractatus.

= 47. . . . . Yven
kim
xue,

Id est, dissertatio seu oratio de specillis longè prospicientibus; (*des lunettes d'approche*).

Præfatio est de specillorum utilitate iis omnibus qui astronomiam rectè tractare volunt, & per totam dissertationem agitur de vitrorum præparatione, ut indè specilla elaborentur. Præterea objectorum elongationem atque appropinquationem, lucis gradus, colorum similitudinem ac dissimilitudinem, pro hâc vel illâ distantiâ, & linearum ex hâc vel illâ describendarum rationem expendit auctor: scripsit autem sub *Tien-ki*, *Ta-min* decimoquinto, & anno ejus sexto. Europæus fuit, cum Aristotelem ejusque librum ἀκριβείας appellet; volumen 1.

N°. 50. . . . . Lun
yn
chi
rien,

Id est, codex dans sensum rotæ annuæ.

Est almanach ecclesiasticum, seu christianum, qualia ad usum christianorum apud Sinas imprimuntur quotannis.

= 51. Liber ἀνέφαλος & sine titulo, sed ex genere almanachico, eoque juxtà astrologiæ principia. Porrò in hoc libro videre est cyclum & quidquid ad anni ac mensium ordinem pertinet, unà cum prædictionibus.

MANUSCRITS chinois que M. de la Breteche consul à Nan-kin, a achetés pour la bibliotheque du Roi en 1723

= 42. . . . . Tien
ven
ta
chim,

Id est, cœli scientiæ magnum opus, quasi dicas Almagestum.

Agitur enim præcipuè de astronomiâ & astrologiâ, quæ scientiæ apud Orientales, imò apud antiquos omnes ferè conjunguntur. Hìc figuras videre est multas globorum, astrorum, planetarum, solis & lunæ, &c. In primo volumine, post præfationes, catalogus est & enumeratio eorum qui apud Sinas observandis astris operam dedêre omnium, & sunt, ut minimùm quid dicam, quingenti. Tùm sequitur rerum astronomiæ & astrologiæ subjectarum index propè infinitus; auctor *Hoam-lo-gan*, aliàs *Hoam-tim-yo-ulh*, vulgò *Hoam-tim-yo*.

MANUSCRITS INDIENS.

= 193. Liber astronomicus *Siddianta-manzari* vocatus.

= 194. Liber inscriptus *Zatak-arnava*, tractatus itidem astronomicus.

= 195. Alius tractatus astronomicus cui titulus *Bhassuati*.

= 196. Liber inscriptus *Ziotich-totto*, de astronomiâ ad religionem relatâ ac referendâ.

= 197. Liber inscriptus *Dziouti-pradip*, seu prodip astronomica.

= 198. Liber inscriptus *Xuddi-dipika-zatra-nirnoc*. Liber est astronomicus & propriè ad calendarium pertinens.

N°. 199. Opus inscriptum *Krama-dipika*. Liber est astronomicus simul & astrologicus.

— 200. Opus inscriptum *Samice pradipa*, aliàs *prodipe*. Itidem astronomicus & astrologicus liber.

— 201. Liber inscriptus *Satkritia-dipika*, vel *Satkritia Muctaboli*, de rebus astronomicis.

MANUSCRITS orientaux de la bibliotheque d'Oxford.

Nous devons cette notice des Mss. d'Angleterre à M. Magellan, zélé correspondant de l'Académie des sciences de Paris & de tous les savans. Il a intéressé pour nous plusieurs savans d'Angleterre; à Oxford M. Horn, vice-Chancelier de l'Université, M. Hornsbi, Professeur d'Astronomie, & M. Uri, qui, occupé à faire le catalogue des manuscrits de la belle bibliotheque d'Oxford, a bien voulu en détacher la notice suivante concernant les Mss. Orientaux.

LAUD. A 50 *in*-4°.

CODEX bombycinus, luculentè exaratus, ubì continentur tabulæ motuum quinque planetarum, nempè Saturni, Jovis, Martis, Veneris, & Mercurii, à *Mohammede-ben-Attar* ad meridianum Damasci accommodatæ.

LAUD. B. 115. *in-folio.*

CODEX chartaceus, charactere africano exscriptus: complectitur tractatum astronomicum, cum tabulis in capita XXIV distinctum, inscriptumque: *via regia curiosorum*, auctore *Abulabbas-Ahmed-ben-Mohammed-ben-Othman-Alazadi*, cognomento *Ben-Albenna.*

CODICES ASTRONOMICI ARABICI.

MARSH. 290. *in*-4°.

CODEX bombycinus, luculentè, absque anni notâ, exaratus, continens tractatum astronomicum bipartitum: pars prior de sphærâ cœlesti, posterior de terrestri agit, adjectis utrobìque figuris mathematicis: inscribitur, *meta problematum de scientiâ astrorum.* Auctor est *Ali-ben-Ibrahim-ben-Mohammed-ben-Alshater*, horarum in templo Ommiadarum assignator.

MARSH. 616. *in*-8°.

CODEX bombycinus, persicis exscriptus litteris: complectitur tractatum de cœlis & astris, à *Mahmud-ben-Masud*, qui anno hegiræ 710 obiit, in

gratiam *Veziri-Emir-Shah-Mohammed-Alshirazi* compositum. Titulus est *Munus schaïticum*. Notæ ad oram complures sunt conjectæ.

MARSH. 693. *in*-8°.

CODEX bombycinus, anno hegiræ 731 elegantissimè exaratus, comprehendens institutiones astronomicas, quibus titulus : *Mundus intelligibilis*. Opus tribus constat partibus, in plura capita divisis : prima disserit de mundo superiori, secunda de mundo inferiori, tertia de temporum cognoscendorum ratione. Salutatur auctor *Abu-Ali-Alhasan-ben-Ali-ben-Mohammed-ben-Ibrahim-Almeruzi*.

MARSH 618. *in*-4°.

CODEX chartaceus, charactere africano transcriptus ; continet opus astronomicum, hoc prænotatum titulo : *Liber perfectus de elementis*. Diducitur in sex partes, plura in capita abeuntes, ubi de orbibus cœlestibus, eorumque ordine & motu, de terrâ, ejusque naturâ & divisione, de temporum mensurâ, & variis apud varias gentes epochis. Auctor est *Ibn-Alhaim*, qui est *Abu-Mohammed-Abdalhak-Alkhafiki*.

HUNT 483. *in*-8°.

CODEX bombycinus, densus & decorus, anno hegiræ 932 exaratus. Ibi occurrit commentarius, *Sermo explanatorius* nuncupatus, in *Anonymi* de astronomiâ tractatum, *Memoriale* dictum, qui quatuor absolvitur partibus : prima ea continet quorum cognitio, ad subsequentia rectiùs intelligenda, est necessaria : agit secunda de sphærâ cœlesti : tertia de sphærâ terrestri : quarta de mundi sphærâ in communi : commentatoris nomen *Mohammed-ben-Ahmed-Alkhafari*.

LAUD. B. 80 *in folio*.

CODEX bombycinus, foliis 90 constans : exhibet tabulas astronomicas ; secundùm menses Arabum, Græcorum, Coptorum, Persarum, quibus titulus *Margaritæ selectæ*. Auctor appellatur *Cas Griacus*.

HUNT. 142. *in*-4°.

CODEX bombycinus, anno hegiræ 698 nitidè exaratus. Ibi reperitur tractatus astronomicus, *certa demonstratio* inscriptus, duas habens partes in plura capita diductas : una sphæram cœlestem, terrestrem altera exponit. Vocatur auctor *Behaeddin-Abu-Mohammed Alkharaki*.

HUNT. 193. *in-4°.*

CODEX chartaceus, anno hegiræ 1009 exscriptus : complectitur commentarium *Cadi Zadeh-Alrumi* in *Mahmudi-ben-Mohammed-ben-Omar-Algiagmini* de sphærâ sive astronomiâ libellum, *Summarium* dictum, cui partes sunt duæ : prior de orbibus cœlestibus, planetis eorumque motu, posterior de terrâ, ejus qualitatibus & divisione, agens.

HUNT. 249. *in-folio.*

CODEX bombycinus foliis 140 constans : complectitur tabulas motuum septem planetarum, titulo : *Methodus facilis*, cujus auctor *Althuzi.*

HUNT. 144. *in-folio.*

CODEX Bombicinus, luculentè exaratus, quo comprehenduntur tabulæ astronomicæ ilekhanicæ, è persicâ linguâ in arabicam à *Sheabeddino Aleppino* conversæ, & compluribus accessionibus locupletatæ, quibus titulus : *Monile yammanicum.* Auctor suum obiit diem anno hegiræ 859.

HUNT. 306. *in-4°.*

CODEX bombycinus in calce truncus : exhibet tabulas ad syderum vagorum motus pertinentes. Titulus est : *Tabulæ peritissimi Ben-Alshater.*

HUNT. 273. *in-4°.*

CODEX bombycinus foliis 30 constans, ubi continetur operis de constellationibus seu asterismis fragmentum, incipiens à *flumine* sive *Eridano*, desinens in *Sagittâ.* Auctor est *Abulhosain-Alsuphi.*

MARSH. 672. *in-folio.*

CODEX bombycinus, fine mutilus, foliis 190 constans. Ibi representantur *Nagimoddeni-Abi-Abdallæ-Mohammed-ben Ægyptii* tabulæ astronomicæ, sed sine præfatione, & præceptionibus ad illarum usum necessariis.

HUNT. 212. *in-folio.*

CODEX bombycinus, anno hegiræ 966 descriptus, folia 174 complectens : continet opus, *liber stellarum fixarum* inscriptum, ubi de numero & nomenclaturâ constellationum, in quas stellæ fixæ sunt distributæ, & de stellis insignioribus, cum longitudinum & latitudinum tabulis : auctore *Abdalrahman-ben-Omar*, vulgò *Abulhosain-Alsuphi.* Accedunt figuræ constellationum eleganter delineatæ

HUNT.

HUNT. 547. *in*-4°.

CODEX bombycinus, nitidè transcriptus, quo continentur :

1°. *Ptolæmei* Almagestum, sive Sintaxis magna, ab *Abu-Abdallâ-Mohammed ben-Ahmed-Alkazemi-Alsaïdi* in compendium missa.

2°. *Ali-ben-Ibrahim-Ben-Alshater* Astronomia, de quâ suprà.

MANUSCRITS orientaux de la bibliotheque de l'Université de Cambridge, que nous a procurés M. Magellan, par les soins de M. de Laval.

LIBER astronomicus. . . . . Arab.

{ Libri tres priores astronomici : primi auctor *Gemaladdin Mardini.*
{ Quartus, qui persicus, de geomantiâ.

Liber de locis stellarum & ortu noviluniorum. . . . . arab. : auctore *Abu Abdollato-Mahammed filio Arabi Alchatemtaxensi.*

Tabula dicta Trutina *Hermetis.*

Liber astronomicus mutilus. 8°. pers.

Messalah tractatus de astrolabio.

Liber *Thebith* ad Almagestum.

Alferganus de astris, &c.

Haly Abenragel.

Liber *Thebith* de imaginibus.

Tractatus parvus astrologicus in membranâ conscriptus AD 1235, litteris propemodùm evanescentibus.

Arzachelis canones tabularum.

Alfraganus de sphærâ.

MANUSCRITS arabes de la bibliotheque de l'Escurial, tirés du grand catalogue in-folio, imprimé à Madrid l'an 1760. Tome premier.

N°. 903. Codex litteris cuphicis exaratus, absque anni notâ, foliis constans 229, quo continetur opus egregium *Mohammedi-ben-Giaber*, vulgò *Albategni*, astronomico-chronologico-geographicum, capita 57 complectens.

Ibì tabulæ celebriorum epocharum Græcorum, Assyriorum, Arabum & Persarum, cum mutuâ earumdem reductione ac deductione, præscriptis ad illarum cognitionem & usum pluribus regulis : tabulæ astronomicæ experimentis comprobatæ : postremò tabulæ geographicæ locorum, tùm longitudine, tùm latitudine assignatâ.

N°. 904. Codex litteris cuphicis exaratus, sine anni notâ, constans foliis 64, quo continentur:

1°. Opus inscriptum *Via patens ac regia curiosorum* in XX capita distributum, tabulas astronomicas complectens, quas *Abulabbas-Ahmed-ben-Mohamed-ebn-Othman-Alazaddi* Hispanus composuit Marochi anno hegiræ 619, Christi 1222, aptavitque ad occidentis gradus 21, ducto scilicèt à principio à feriâ 5, unde æra hegiriana occepit.

2°. Opus de astronomiâ cum suis tabulis, carmine conscriptum ab *Abulhassan-Ali-Ben-Abi-Ali* Constantiensi Granatensi, qui anno hegiræ 653 floruisse perhibetur.

N°. 905. Codex nitidè exaratus, anni notâ prætermissa, quo continetur opus elementa astronomica complectens, in IX partes, sive tractatus distributum: auctore mathematico præstantissimo *Abi-Mohamed-Giaber-ben-Aflah* Hispaniensi, quinto Hegiræ seculo nobili. Is quidem ex Græcis *Menelaum*, *Thedosium* & *Ptolæmeum* laudat, præter *Autolicum*, *Aristarchum*, *Hypsiclem*, *Hypparchum* & *alios*, quorum scripta arabicè olim conversa fuisse novimus.

= 909 & 910. Codices litteris cuphicis exarati, quibus continentur *Ptolæmei* syntaxis, seu Almagesti libri IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII & XIII arabicè versi, iique integri cum suis tabulis.

= 913. Codex litteris cuphicis exaratus, nullâ prorsùs anni notâ, quo continentur: opusculum de planetarum conjunctionibus in VII capita divisum, auctore *Abulmazar*: opus de sciothericis hispali exaratum, titulo *scientia ex umbrâ desumptâ*: ubì problemata XLIV & sciothericæ figuræ LIII occurrunt. Auctor est *Abi-Abdalla-Mohamed* Hispanus, doctus arithmeticus, qui sphæram alio quidem modo ac *Ptolæmeus* descripsit, ut ipse in prologo fatetur; plurima etiam exhibet sciotherica inventa, demonstratque.

= 915. Codex nitidè exaratus, quo continetur tractatus de astronomiâ in partes V, & in capita LVI distributas, hunc præferens titulum: *Introductio in astronomicam disciplinam*, cujus auctor *Abulhassan-Abdelrahman-ben-Omar-Suphita*, qui in gratiam Regis *Adhadeldaulæ* id opus cum tabulis eleganter descriptis & constellationum figuris composuit, illique nuncupavit.

N°. Ejusdem tria extant exemplaria in regiâ bibliothecâ parisiensi, num. 1110, 1111, 1113.

= 919. Codex nitidè exaratus, quo videlicèt continentur astronomicæ institutiones cum tabulis, ubì de puncto verticali, de schiotericis & astrolabiis: auctore *Ali-ben-Abdelrahman-ben-Junes-ben-Abdleelala*, qui anno hegiræ 369, Christi 979, Cairi floruit, ubì astronom. tabulas condidit, & *Hakimo* Ægypti Regi nuncupavit. Hujusmodi institutiones ac tabulæ, quæ *hakemeticæ* vocitantur, divisæ sunt in tomos quatuor, quorum secundum suprà recensuimus. Harum verò aliud extat exemplar in reg. bibliothecâ parisiensi, num. 1144.

= 922. Codex pereleganter exaratus, anni notâ defectus, continens tabulas astronomicas, hoc titulo insignes, *Tabulæ mamonicæ*, quas *Almamonis* Imperatoris jussu condidit, vulgavitque *Jahia-ben-Abi-Mansor*, nobilissimus astronomus.

= 925. Codex litteris cuphicis exaratus, absque anni notâ, quo nimirùm continetur tractatus inscriptus *Liber de Spheris*, auctore *Abi-Mohamad-Giaber-ben-Aphlah Hispalensi*, suprà laudato: qui præter astronomicas observationes, sive *Hispali Cordubæ* sæpiùs ab ipso institutas in æquinoctiis & solstitiis observandis excelluisse memoratur. Præ cæteris *Ptolæmeum*, quem passim illustrat, *Hypparchum*, *Eudoxium*, aliosque tùm Græcos, tum Arabes citat.

= 926. Codex nitidè exaratus, quo videlicèt continentur:

1°. Commentarius in tractatum de astrolabio præstantissimi mathematici *Badereldini*, vulgò *Almardini*, id est, *Mardinensis*: auctore *Abdelrahman-Altagiuri-Alepino*. Tractatus is agit de astrolabii constructione, usu atque utilitate; dividituque in capita XX. Commentarius autem exaratus est anno hegiræ 944, Christi 1537.

2°. Ejusdem *Mardinensis* opus inscriptum *Thesaurus* quadrantis astronomici usum complectens, in capita CLXXXV distributum.

3°. Opusculum ejusdem argumenti, quod *Quadrans perfectus* inscribitur: ejus auctor *Abu-Abdalla-Abilphath-Mohamad-Suphita*, Hispanensis, quinto hægiræ seculo notus.

4°. Ejusdem opusculum aliud, *de puncto verticali* titulo, tractus

N°. verticis, qui zenith pro semt in astronomorum scholis corruptè dicitur.

5°. Ejusdem *de lunæ elevatione, latitudine, longitudine ac novilunio* liber.

6°. Tractatus de astrolabio, quàm elegantissimè exaratus anno hegiræ 913, inscriptus *Collectio compendiorum*, id est, institutio ad cognoscendam solis elevationem seu altitudinem.

7°. Tractatus, titulum *Cursus astronomicus* præferens, ubì tabulæ occurrunt astronomicæ, unà cum chronologicis, ad inveniendas Arabum, Persarum, Græcorum, Coptorum epochas expeditis. Auctor est *Abu-Abdalla-Alkhalili.*

= 927. Codex litteris cuphicis exaratus, aliquot foliis in fine mutilus, institutiones complectens astronomicas, chronologicas & geographicas, in capita C. distributas, easque tabulis exornatas, hâc inscriptione: *Tabularum corona & thesaurus sufficiens:* auctore *Abi-Abdalla-Mohamad-ben-Abi-Schaker* Granatensi, astronomiæ peritissimo, qui seculo hegiræ septimo enituisse memoratur.

= 936. Codex litteris cuphicis exaratus, foliis aliquot in fine mutilus; quo continetur opus *calendarium* inscriptum, ubì mensium ratio diligenter expenditur: auctore *Hassan-ben-Ali-Alamui* Cordubensi, qui vixisse videtur anno hegiræ 356.

= 956. Codex nitidè exaratus, quo continentur:

1°. Liber de astrolabio circini recti figuram referente, quod *Ismaël-ben-Hebatalla* Emessenus ad cognoscendam syderum elevationem, distantiam, longitudinem ac latitudinem excogitavit anno hegiræ 695, in capita VI distributum.

2°. Tractatus de circulis parallelis, in X divisus capita; cujus auctor *Ebn-Almagedi*, incertæ ætatis & patriæ scriptor.

3°. Ejusdem tractatus alter, de ratione horas cognoscendi, idque secundùm Ægyptiorum rationem & consuetudinem, in capita XXI divisus.

4°. Opusculum de astrolabio, inscriptum *Cancer*, quod septentrionale & australe vocatur, id est, ad septentrionem & austrum conditum, XXV capita complectens: auctore *Mohamad-ben-Nasser-ben-Said* Hispano, qui anno hegiræ 511, Christi 1117 librum absolvit.

N°. 5°. Libellus de quadrantis usu, cùm ad cognoscendas locorum distantias, tùm ad gradus altitudinis solis, aliorumque syderum inveniendos, in XXIX capita distinctus: auctore *Schmasseddino Mohamad-ben-Ahmad-Almosi* Hispalensi.

6°. Opusculum de Analemmate planisphærico, in III partes distributum, hoc titulo: *Descriptio planisphærii doctoris Abilabbas Alphadheli-ben-Hatem.*

7°. Libellus de astrolabio universali, quod omnes videlicèt latitudines complectitur, & cujus usus ad omnes regiones patet, continens capita CLXI. Ejus auctor *Abu-ali-Hossain-ebn-Ahmad-Ebn-Mas* Hispanus.

= 957. Codex litteris cuphicis exaratus, anni notâ prætermissâ, tabulas astronomicas complectens, in quibus instrumenti cujusdam usus ad singulorum syderum motus observandos accommodati, quod ab inventoris nomine *zarcallicum* est appellatum, & accuratè describitur, & pluribus argumentis comprobatur: auctore *Abi-Isaac-ben-Jahia-Alzarcalli* Cordubensi, magni nominis astronomo, quem sæculo hegiræ quinto floruisse suspicamur.

= 958. Codex nitidè exaratus, in quo continetur opus de planetarum theoriâ, titulo *liber sphæræ*, auctore *Nasreddino*, astronomo Hispalensi, vulgò Petruci.

Is autem vestigiis insistens *Abi-Isaaci-Alzarcalli* Cordubensis, & *Abi-Mohamad-Giber-ben-Aflah* Hispalensis, à *Ptolemei* sententiâ, quoad stellarum fixarum sphæram & motum, utì etiam quoad Solis, Veneris & Mercurii orbes discedit.

= 959. Codex litteris cuphicis exaratus, in quo occurrit tractatus de astrolabio, XXXV capita complectens, inscriptus *astrolabii descriptio, & intelligentia nominum signorumque descripti planisphærii*, tùm externorum tum internorum: auctore *Ahmedo-ben-Alsopharo* Cordubensi, qui sexto hegiræ sæculo maximè inclaruit.

= 960. Codex nitidè exaratus anno hegiræ 119, quo continetur tractatus de sphærâ, *Splendores signorum* inscriptus, in partes IV divisus, ac CLII propositiones complectens, auctore *Abi-Abdalla-Mohamad-Abheri* filio, Persa, qui supremum obiisse diem fertur anno hegiræ 673.

N°. 961. Codex nitidè exaratus anno hegiræ 636, quo continentur amplissimæ tabulæ astronomicæ, quas quidam nomine *Musa-Gelin-Alitreu*, ex latino in arabicum sermonem convertit anno hegiræ 911, Christi 1505.

962. Codex exaratus anno hegiræ 834, complectens *Anonymi* tractatum de elementis astronomicis, cui variorum notæ ad oras adscriptæ.

963. Codex eleganter exaratus, quo videlicèt continentur :

1°. Opus de quadrante astronomico, seu de quadrante parallelorum, in XX Capita distributum, quorum in primis duobus occurrit spheræ descriptio ; in reliquis de signorum ascensionibus, & elevatione ad temporum rationem & usum cognoscendum fusiùs disseritur, auctore *Gemaleldino* Mardinensi.

2°. Ejusdem tractatus, *flos elegans* inscriptus, & in capita VIII distributum, ubì de signorum gradibus & temporum momentis.

3°. Opus inscriptum *viatoris commeatus*, ubì de sciothericis planis, rectis & obliquis ad annuum solis cursum accommodatis tractatur. Hujus tractatûs auctor est *Schehabedinus - Abulabbas-Ahmad ben-Almohdi*, vir genere & doctrinâ clarus.

4°. Doctoris *Mohamad - Sebth* Mardinensis opusculum de quadrante astronomico, XX capitibus comprehensum, ubì multa de temporum cognitione perlegas.

5°. Ejusdem de parallelis tractatus.

6°. Ejusdem Epitome de notis astronomicis, observationes astronomicas ad latitudinem pertinentes complectens

964. Codex *Tuneti* exaratus anno hegiræ 821, Christi 1418, quo continentur :

1°. *Mohamadis-Sebth* Mardinensis, modò laudati, tractatus de temporum cognitione, astrolabio illiusque usu ; cujus duplex occurrit exemplum.

2°. Tractatus capitibus LX comprehensus, ubì de geometriâ, de astronomiâ, de dioptrometriâ & tetrametriâ disseritur. Auctoris nomen prorsùs latet.

965. Codex nitidè exaratus, quo continentur :

1°. Doctoris *Mohamadis-Sebth* Mardinensis tractatus de horis astronomicis, titulo *proportio sexagena*, alterum exemplar.

N°. 2°. Ejusdem opusculum de quadrante septentrionali :
3°. Ejusdem tractatus de Parallelis, alterum exemplar.
4°. Ejusdem de eodem argumento exemplar alterum.
5°. Ejusdem Epitome, universalem de horis astronomicis doctrinam capitibus XXV complectens : exemplar alterum anno hegiræ 864 descriptum.

= 966. Codex nitidè exaratus, in quo nimirùm habetur ejusdem *Sebtk* Mardinensis tractatus de horis astronomicis inveniendis, exaratus anno hegiræ 939, Christi 1532.

= 967. Codex litteris cuphicis exaratus, quo continentur :
1°. *Anonymi* tractatus de astrolabii septentrionalis usu, in XXVI capita distributus, cum figuris & tabulis, inscriptus *Memoriale*.
2°. *Thabeti* opusculum de sectionibus conicis, ubì de figurâ, cui nomen *Secans*.
3°. Tractatus mutilus de astrolabii descriptione & usu, auctore *Moslama-ben-Ahmad*, viro sanè clarissimo, Hispano, vulgò Almageriti dicto, cujus meminimus.

= 972. Codex nitidè exaratus anno hegiræ 756, Christi 1335 ; in quo scilicèt occurrunt :
1°. *Ahmedi-Hascemitæ*, viri & astronomicâ scientiâ & natalibus clari, ortu Cordubensis, carmen de temporum cognitione, quod *Calendarium* jure dixeris.
2°. Opus de astrolabii confectione & usu, XXV capitibus comprehensum : auctore *Ali-ben-Isa*, Hispalensi.

Manuscrits de la Bibliotheque de Leyde, dont nous devons la notice à la complaisance & aux soins de M. Allaman, Professeur de physique expérimentale à Leyde, & Correspondant de l'Académie des sciences de Paris.

Manuscripti libri arabici & orientales.

Ibn-Ali de quadrante astronomico & ejus usu, cum figuris ejusdem tractatûs de astrolabio.

De astrolabio cum figuris.

Scherfuddin-Mudaffer Thusius, de conficiendo & adhibendo astrolabio cum figuris.

Abu-Nasir-ben-Zerir, de variis astrolabiis.

Birounius, de astrolabiis cum figuris.

Muh-ben-Abulfath, de constructione semi-circuli æquatoris.

Mardinensis, de quadrante astronomico.

Tractatus de astrolabio: in fine est pagina agens de septem planetis.

Wasai, de circulo æquatoris.

Ahmed-ben-Ibrahim Halebensis, de astrolabio.

Giafer Sadixi tabula ingressûs anni, mensis & diei.

Tractatus de lunæ mansionibus, cum tabulis.

Ibrahim-ben-Muh Africani Hispani, tractatus de supputationibus temporum. Est ferè calendarium.

Abul-Hasan-Ali Ben-Schatir Damasceni tabula & sphæra ad cognoscendas mansiones planetarum, & ad observandnm ingressum anni arabici, cum explicatione, sive de apogæo, medio arcûs & perigæo.

Megzdius, de circulis parallelis & usu quadrantis astronomici ad dignoscenda tempora.

Anonymi tractatus de eclipsibus, successione diei & noctis, fluxu & refluxu maris.

Mardinensis, de quadrante perfecto.

Schemsuddin Medus, de usu quadrantis ad inveniendos gradus altitudinis solis & aliarum stellarum.

Autolicus, de ortu & occasu syderum, ex græco sermone in arabicum versus à *Costa-Ben-Loma*.

Euclides, de ortu syderum.

Kuschian-ben-Luban ben Baschedi-Gilai tabulæ astronomicæ universales, cum canonum demonstrationibus.

Calendarium cum tabulis & earum explicationibus, ac doctrinâ principiorum astronomicorum, dedicatum Imperatori turcico *Ahmed*, Visiro, Præsulibus, & toti exercitui, anno hegiræ 1023.

Hasan-ben-Ali ben-Omar Marouensis universæ astronomiæ tomus secundus, quo præsertìm agitur de instrumentis astronomicis & eorum usu ad dignoscenda tempora.

Nazireddini Thusii tabulæ astronomicæ, inscriptæ Ilchana Tartarorum Regi, cum explicatione persicâ.

Ali-Cuscensis Epitome tabularum astronomicarum quæ Ulugbegicæ vulgò vocantur, cum expeditâ astronomiæ tractatione.

Abu Nasir-Semoul-ben-Jahiia Africani tractatus astronomicus, ad emendandos errores qui in illâ scientiâ, præsertìm praxi ejus, sive temporum commensuratione

commensuratione, admittuntur, cum figuris, adduntur etiam quædam chronologica.

Tractatus de eclipsibus solaribus persicè.

Ahmed-ben-Omar Suphici gnomonica, sive de horologiis solaribus conficiendis juxtà principia astronomica, cum tabulis & figuris.

Ulugbegi nepotis *Timouri*, vulgò *Tamerlani* tabulæ astronomicæ exactissimæ, persicè.

Jahia-ben-Muhammed Africanus Hispanus, de planetis, eorum motu & situ, juxtà novas observationes, cum figuris & tabulis.

Abul-Hasan-ben-Ibrahim, dictus *Ibn-Schatir*, præco templi Damasceni Ummiæ, de quadrante perfecto, ejusque usu.

Ahmed-ben-Megzdi de eodem argumento.

Schemschidii scala cæli, sive de distantiâ & magnitudine corporum cœlestium, cum tabulis & figuris.

Ibn-Junus Ægyptii tabulæ astronomicæ, geographicæ & chronologicæ, cum historiâ observationum & motuum cœlestium supputandorum ratione, inscriptæ Hakimo Regi Ægypti.

Bunergemher Persæ antiqui questiones astronomicæ: Ventilatio quæstionis astronomicæ de centro circumvolutionis lunæ.

Tabulæ astronomicæ motuum cœlestium elegantissimæ.

Abu-Muh-Gharikæi-Marouzit systema doctrinæ astronomicæ.

Scheig-Gelii Synopsis ex tractatu *Giorgianensis* de orbe æquante, necnon de obliquitate & reflexione epicyclorum.

Anonymus, de motu obliquo, orbe æquante & qualitate declinationis stellarum, persicè.

Diatriba de *Mercurii* abside imâ & summâ.

Abu-Nasir-Ahmed-ben-Muh compendium facillimum de erigendis cœli thematibus, astrolabio, persicè.

Epitome de corporum cœlestium distantiis.

De computo.

Ptolæmei hypotheses & planetarum theoria, ex versione *Thebit-ben-Korah*.

Ptolæmei Almagestum translatum è græco jussu Imperatoris *Mamounis*, cum figuris.

Abu-Ali-Husein-ben-Husein-ben-Heitem responsio ad quæstionem, an via lactea sit in regione aeris, an ipsius cœli.

Fragmentum tractatûs astronomici, cum figuris.

Compendium astronomiæ, cum figuris & marginibus.

Cojth Schirazensis donum regium, sive synopsis universæ astronomiæ, cum fig.

Nidammudini commentarium ad compendium astrononomicum *Nasireddini* Thusii.

Ali-ben-Ibrahim-ben-Muh-ben-Schatir, præconis templi Damasceni Ummiæ dicti theoria astronomiæ, præsertim orbium cœlestium.

Ejusdem tabulæ astronomicæ elegantes, cum doctrinâ ejusdem artis.

Kadizade commentarium ad elementa astronomica *Muhammedis-ben-Kurbuddi*.

Mausa-Fasih commentarium ad tractatum astronomicum.

Ibn-Omar Giagminæi quædam astronomica cum scholiis.

Schirazensis astronomia, cum figuris.

Giorgianensis & *Melazade* commentaria in astronomicum *Giagminæi*, cum figuris, scripturâ mauritanicâ.

Muh-ben-Omar astronomi Tebrizensis astronomia & tabulæ astronomicæ, persicè ex arabico tractatu *Abu-Giafer-ben-Aijas*.

Muh-ben-Muinuddin-Muh Haschemensis astronomia cum tabulis, jussu Regis Arabiæ felicis.

Giorgianensis commentarium in astronomiam *Feid-ben-Habab*, cum figuris.

Fragmentum astronomicum.

Seid-Scherif commentarium in astronomiam *Tusii*, cum figuris.

De planetarum conjunctionibus, cum figuris.

Mansour, tractatus astronomicus cum figuris.

Ibn-Adebi poëmata de rebus astronomicis.

Ibn-Arabi utilitas puncti materialis in figuris litterarum astronomicarum.

Abu-Nassir-Muhammed-ben-Targhan Farabii quæstiones astronomicæ.

Muh-ben-Muh Thusii compendium astronomiæ, quod contraxit *Muh-Schat* persicè, cum figuris.

Idem compendium. In fine est carmen de eâdem materiâ.

Abu-Ishak-Ibrahim-ben-Jahia-Nacasch, dicti *Ibn-Razial* astronomia.

Tractatus astronomicus de cognoscendis latitudinibus.

Astronomia, præsertim ad demonstrationem sphæræ, persicè.

Mausa-Fasih glossæ in commentarium *Nidamuddini* ad tractatum astronomicum de computo astronomico, persicè.

Tractatus de arte astronomiæ.

Alius de eâdem materiâ.

Tractatus astronomicus, cum tabulis ex variis auctoribus, qui hic memorantur, collectus, persicè.

Alius tractatus astronomicus ex aliis collectus, & nomina planetarum in variis linguis.

Alfergani astronomia versa in linguam hebraïcam ab *Abul-Ghair*, scrib. Rab.

Anonymi commentarium in *Thusii* astronomiam.

Idem, vel similis commentarius ejusdem libri *Thusii*, persicè.

Sipahi-Zade tabulæ elegantissimæ, chronologicæ Ærarum, Adami, Prophetarum, Regum, &c. *Item* tabulæ astronomicæ, astrologicæ, geographicæ & magicæ.

De anno coptico, cujus usus adhuc est in Metropoli Ægypti supputationes astronomicæ, & chronologicæ temporum & festorum, cum multis & exactis tabulis.

Miscellanea arabica & turcica, inter quæ sphæra astronomica ad indicandum tempora, cum explicatione turcicâ, persicâ & arabicâ.

Ali-Couschgii astronomia.

Astronomia & geometria cum figuris.

Tabulæ astronomicæ cum tractatu arithmetico, hebraïcè.

MANUSCRITS orientaux tirés de la Bibliotheque impériale & royale de Vienne. On n'a point marqué dans la notice qui nous a été communiquée si ces manuscrits étoient en langue orientale, ou s'ils étoient traduits.

Messahalach Opusculum de compositione & usu astrolabii.

Prophacii, medici Judæi tractatus de usu quadrantis.

Thebith-ben-Corah opusculum de imaginatione spheræ cœlestis & circulorum ejus.

Ejusdem liber de quantitatibus stellarum fixarum & planetarum.

Ejusdem libellus de motu octavæ sphæræ.

ECLAIRCISSEMENS, DÉTAILS HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE SEPTIEME.

De l'Astronomie d'Europe jusqu'à Copernic.

§. PREMIER.

Nous avons dit que l'Europe avoit été long-tems barbare, & nous pensons qu'elle l'étoit encore au tems de César ; les commentaires de ce grand homme ne contiennent rien de contraire à cette assertion. On voit que la Gaule étoit habitée par un grand nombre de petits peuples ; ce qui prouve qu'ils n'étoient pas assez anciens pour avoir eu le tems de se dévorer les uns les autres. Suivant l'idée qu'on peut prendre du pays dans les descriptions, il étoit froid ; l'olivier & le figuier croissoient seulement dans la Provence ; au-delà des Cevennes, vers le nord, le raisin ne parvenoit pas à sa maturité : *quod si proficiscaris ad arctos, montemque Cemmenum, pliveta ficique deficiunt : ulteriùs verò progrediens, non facilè vitem, uvas ad maturitatem conficere perspicies* (*a*). On peut croire que ce froid contraire à la vigne venoit de la quantité de bois & de marais : *nulla ipsius pars inculta jacet, exceptò duntaxat si quid paludes ac sylvæ coli prohibeant* (*b*). Lorsque Strabon parle des mœurs des Gaulois, de leurs habitations, il n'annonce pas des peuples bien policés ; encore faut-il observer que la Gaule avoit gagné depuis César jusqu'à Strabon : leurs maisons étoient construites avec des claies & des planches, ou des madriers : *domicilia & plateis & cratibus ad testudinem habent, & quidem permagna, multis impositis lacunaribus* (*c*). Il

(*a*) Strabon, *Descriptio Galliæ*, L. IV, pag. 124.

(*b*) *Ibid.*

(*c*) *Ibid.* p. 137.

ne paroît pas qu'ils eussent l'art de la guerre, ils n'avoient pour défense que leur courage. La consécration des bois par les Druides est encore une preuve que ces nations étoient nouvelles. Les peuples sortis récemment de la barbarie & nouveaux pour la société, s'assemblent dans les champs, sur les montagnes & dans les bois; les peuples civilisés ont des maisons pour habiter, & de grands temples pour honorer l'Être suprême. Quand la divinité n'a point d'asile clos & fermé, c'est que les hommes n'ont pas encore su se loger eux-mêmes. Des temples magnifiques ont existé de tous les tems dans l'Asie; c'est le titre de l'ancienneté des races & les monumens d'une longue société. Les Gaulois, qui n'avoient point fait de pareils établissemens, n'étoient donc pas du même âge. En montrant que la société étoit peu avancée dans les Gaules, c'est prouver que les sciences ne l'étoient pas; car il n'y a point de science sans société, & leurs progrès correspondent à ceux de la civilisation. Les vers chantés par les Druides ne forment aucune preuve en leur faveur; 1°. parce que nous n'avons point ces vers: 2°. parce que dans un tems d'ignorance ces vers paroissoient contenir des choses fort savantes, dont nous ferions aujourd'hui peu de cas. Jadis les vers d'Hésiode étoient sans doute chantés; si nous ne les avions pas, on pourroit en faire de grands éloges. On voit en les lisant, qu'ils ne renferment que l'astronomie des agriculteurs; c'est-à-dire, celle que nos paysans tiennent encore des instructions de leurs peres, & de leur expérience: 3°. enfin parce que si ces vers contenoient quelque connoissance estimable, quelque grande vérité, on doit croire que ces vérités étoient étrangeres & avoient été traduites dans la langue des Celtes, comme dans l'enfance de la Grece, Orphée avoit mis en beaux vers, dont la renommée a passé jusqu'à nous, les principes & les résultats de la philosophie orientale.

§. II.

Nous avons regardé comme certain que les Celtes sont descendus primitivement des Scythes; nous avons dit qu'on n'en douroit pas: nous avons pour garant M. l'abbé Banier, & plusieurs autres savans qui ont étudié l'antiquité des peuples; d'ailleurs les ravages que les peuples du nord ont faits si fréquemment en Europe, ont prouvé qu'ils n'ignoroient pas le chemin de leurs contrées froides à des contrées plus heureuses. Ce n'est pas qu'on ne trouve des auteurs qui ont soutenu une thèse contraire. Dans le siecle dernier, en 1676, Audigier dédia à Louis XIV un ouvrage sur l'origine des François, dans lequel il s'efforça de montrer que les anciens Gaulois étoient

la souche de presque tous les peuples. La plupart des barbares qui ont dévasté & conquis l'Europe, étoient originaires de la Gaule. Les Vandales (*a*) sont sortis de Provence & du Dauphiné, & ils sont montés jusques dans le Dannemarck (*b*), pour retomber ensuite sur la Germanie, l'Espagne, la Gaule & l'Afrique. Les Anglois (*c*) sont sortis d'Anjou; les Allemands (*d*) de la Limagne d'Auvergne; le Berry (*e*) a produit les Bourguignons, & comme l'auteur fait voyager tous ces peuples avec beaucoup de facilité, ils sont passés en Dannemarck, puis en Germanie, & se sont enfin fixés dans la Gaule (*f*), sur les bords de la Saône & de la Seine. Mais jamais peuple n'a tant changé de logis & d'habitation que les François; ils sont sortis de Roussillon (*g*), ils ont habité la Vandalie, la Scandie, la Hollande, la Scythie, la Pannonie, les bords de la mer Baltique, ceux du Rhin, enfin la Gaule (*h*). Les Gots sont sortis du Gévaudan (*i*); les Lombards du pays de Langres (*k*). Les Huns, issus des Bourguignons, ont passé en Allemagne, en Scandie, en Scythie, en Pannonie, en Turquie & en Perse (*l*); c'est pourquoi les Turcs & les François sont parens assez proches (*m*). Enfin la Gaule est la premiere région de l'Europe habitée après le déluge (*n*); elle a peuplé la Scythie, la Turquie & la Perse. Jamais nation n'a laissé plus de descendans, & n'a couvert de ses enfans une plus grande partie du globe. L'auteur ajoute à cette gloire celle des sciences, en assurant que *c'est de la Gaule que les plus rares secrets de doctrine & de religion ont passé chez les nations même les plus polies & les plus éclairées, telles que la Greque & la Romaine, & que les Gaulois se sont acquis par-là le titre d'anciens privativement à tous les autres peuples d'occident* (*o*). On a toujours cru que les Grecs tenoient des Phéniciens les caracteres de l'écriture; mais les Phéniciens les tenoient des Galates ou des Gaulois (*p*). Il est assez singulier que les Phéniciens, qui conservoient des traditions très-antiques, qui avoient un temple dédié au soleil 2300 ans avant notre ère, ayent appris à écrire des Gaulois, qui n'étoient presque point connus en Europe 400 ans avant la

(*a*) Audigier, origine des François, T. I, p. 38 & 80.
(*b*) L'auteur dit dans la Scandie: c'étoit une île de la mer Baltique. On est incertain si ce n'est pas une partie du Dannemarck.
(*c*) *Ibid.* p. 30 & 73.
(*d*) *Ibid.* p. 332.
(*e*) *Ibid.* p. 26.
(*f*) *Ibid.* p. 65.
(*g*) *Ibid.* p. 41.
(*h*) *Ibid.* 29, 120, 124, 134, 139, 152, 173.
(*i*) *Ibid.* p. 23.
(*k*) *Ibid.* p. 31.
(*l*) *Ibid.* p. 67.
(*m*) *Ibid.* p. 68.
(*n*) *Ibid.* p. 215.
(*o*) *Ibid.* p. 216.
(*p*) *Ibid.* p. 219.

même époque, qui chantoient des vers qu'ils n'écrivoient pas, qui n'avoient point la mémoire de tems fort anciens, & qui, dans des tems postérieurs, n'auroient peut-être pas su que leurs ancêtres avoient assiégé le Capitole, si les Romains ne le leur avoient appris. Il est clair que les inventions s'étendent par plus de perfection & d'usage, dans le pays où elles sont nées, comme les plantes sont plus vigoureuses & plus fortes, dans le sol où elles sont indigènes. Si les Gaulois, dans des tems très-reculés, avoient été les inventeurs des lettres, César auroit trouvé chez leurs descendans des archives, des mémoires écrits, des historiens; mais nos ancêtres n'ont point de Sanchoniaton à opposer aux Phéniciens. Il faudroit du moins convenir que si cette invention appartient aux Gaulois, elle leur a été suggérée par la nécessité d'un langage; mais qu'ayant une fois satisfait à ce premier besoin de toute société naissante, la société ne s'étant point perfectionnée, le langage est resté barbare. Alors il faut accorder une grande supériorité aux Phéniciens qui l'ont perfectionné: il faut croire que les colonies entraînoient hors du pays tous ceux des Gaulois qui avoient quelque esprit & quelque talent; il ne restoit que la partie la plus grossiere de la nation: alors tout ce que les Gaulois ou leurs colonies ont fait de glorieux & d'utile, ils l'ont fait hors de chez eux. Aujourd'hui, & depuis plus d'un siecle, que les sciences sont cultivées en France avec éclat, on ne dira point que la constitution de l'air & du sol est contraire au progrès de l'esprit humain. Mais ce qui décide entierement la question, ce qui prouve que l'Europe & sur-tout la Gaule n'a point eu d'astronômes avant les Grecs, c'est un passage de Pline que nous allons citer: *Africam, Hispanias, Gallias sileri non erit mirum: nemo enim observavit in iis qui siderum proderit exortus* (a). Pouvons-nous en savoir plus que Pline qui étoit beaucoup plus près que nous des tems dont nous parlons, qui étoit très-instruit, & qui devoit connoître les Gaulois mieux que nous ne le pouvons faire aujourd'hui?

§. III.

Nous remarquerons une analogie singuliere, qui n'offre pas les mêmes difficultés. On sait que la plupart des langues different les unes des autres par leur alphabet, c'est-à-dire, par la quantité des sons, & par le nombre des caracteres qui les expriment. Les lettres apportées dans la Grece par Cadmus étoient au nombre de 16 (b); la langue runique, qui est l'ancienne

(a) Pline, *Lib. XVIII, c. 25.* (b) *Ibid. Lib. VII, c. 56.*

langue de la Suede, n'a également que 16 caracteres. Cette conformité est singuliere ; elle est appuyée sur les nouvelles recherches de M. Idman : il a trouvé des rapports frappans entre le finois, qui est, dit-on, l'ancienne langue des Scythes dans sa pureté primitive, avec la langue greque. La ressemblance des langues & celle des alphabets prouve une identité d'origine. M. Idman, par son savant travail, découvre des ressemblances dans les mœurs, dans les usages & dans la mythologie des deux nations Greque & Finoise (*a*). Il pense qu'il s'est fait une émigration des Scythes vers le nord de l'Europe ; d'autres savans ont prouvé que leurs colonies avoient peuplé la Celtique, & nous avons essayé de prouver nous-mêmes que des jets de population partis de la Scythie, ou de la Tartarie, comme d'un centre, avoient jadis peuplé la Chine, l'Inde, la Perse & les plus belles contrées de l'Asie. Toutes ces ressemblances acquierent beaucoup de force quand elles sont jointes aux monumens que l'astronomie a conservés pour nous éclairer sur l'histoire des hommes & sur la marche de la population. On dit cependant que les Gaulois ont eu à se plaindre de nous : ils ont trouvé un avocat qui nous a attaqués avec autant d'aménité que de politesse : nous ne les avons point flattés, ils auroient pu trouver un défenseur moins obligeant pour nous. Nous ne pouvons cependant nous ranger à l'avis de M. l'abbé Beaudeau ; mais nous n'opposerons à son ouvrage ingénieux que ce qui a été dit dans le texte de cette histoire, & les nombreux monumens que l'astronomie ancienne a laissés dans l'Asie ; tandis que la Gaule, dans un état de pauvreté à cet égard, n'a pas un résultat conservé, par une période établie dont la science puisse se ressouvenir & s'honorer.

§. IV.

Pour ne rien omettre des témoignages en faveur des Gaulois, nous dirons que suivant Strabon, ils avoient une espece de philosophie, & se livroient à l'étude de la nature (*b*). Pomponius Mela, géographe Espagnol du premier siecle de l'ère chrétienne, dit comme César : *habent Galli & facundiam suam, magistrosque sapientiæ Druidas ; hi terræ mundique magnitudinem & formam, motus cœli ac sydera, & quid Dii velint, scire profitentur* (*c*). Ces témoignages, ainsi que ceux de César sont honorables pour

(*a*) Recherches sur l'ancien peuple Finois par M. Nils Idman ; ouvrage traduit en françois par M. Genet le fils, déjà connu par la traduction de l'histoire d'Eric XIV.

(*b*) *Geog.* Lib. IV, p. 136.

(*c*) *De situ orbis*, Lib. III, c. 2.

les

les Gaulois, mais ils sont trop vagues pour rien prouver; nous préférerions une période des mouvemens combinés du soleil & de la lune, elle nous apprendroit bien mieux l'état de leurs connoissances. Scaliger nous l'offre cette période (*a*); c'est un cycle de trente années lunaires; mais nous observerons d'abord que l'année lunaire n'a jamais appartenu qu'à des peuples ignorans: dès qu'ils se sont civilisés, instruits, ils ont adopté l'année solaire, qui seule influe sur l'agriculture, & qui seule ramene dans son cours les époques que les hommes ont le plus d'intérêt de connoître; c'est-à-dire, les tems des semailles & des moissons. Nous observerons encore que ce cycle n'en est point un: trente années lunaires, chacune de 354^j 8^h $48'$ $36''$ font 10631^j 0^h $18'$, égales à 29 années solaires de $365^j \frac{1}{4}$, plus 38^j 18^h environ; il faut donc croire qu'au bout de trente années lunaires, les Gaulois retranchoient un mois de 29 jours & demi pour se rapprocher du soleil, dont ils s'écartoient cependant encore de plus de neuf jours. On voit que la période de trente ans, considérée ainsi, n'a aucune exactitude: il y a moyen de donner à ce cycle plus de précision, c'est de supposer qu'ils n'ont fait aucune attention au cours du soleil, & qu'ils n'ont voulu régler que le cours de la lune. Supposons que leurs mois fussent de 29 jours & demi, c'est-à-dire, alternativement de 29 & de 30 jours, l'année lunaire de douze mois résulte de 354 jours, plus courte que la véritable de 8^h $48'$ $36''$. Cette différence accumulée pendant trente ans produit 11^j 0^h $18'$. Les anciens Arabes (*b*) l'avoient remarqué; & ces peuples, quoique peu instruits de l'astronomie, ajoutoient tous les trente ans ces onze jours. Il ne faut pas beaucoup de science, l'année ayant été réglée comme nous venons de l'exposer, pour s'appercevoir que les nouvelles & les pleines lunes observées constamment, à cause des fêtes qui y furent attachées par les peuples les plus grossiers, retardoient tous les ans, & enfin, après un intervalle de trente ans, retardoient d'environ onze jours. Ce point de vue, le plus favorable pour les Gaulois, prouve 1°. qu'ils n'étoient pas plus avancés que les anciens Arabes qui ont précédé Mahomet: 2°. qu'ils ne connoissoient point, ou qu'ils connoissoient mal la révolution du soleil; & comme cette connoissance est la premiere de toutes, celle qui est indispensablement nécessaire pour parvenir à toutes les autres, il s'ensuit évidemment qu'ils n'avoient aucune astronomie.

(*a*) *De emend. temp.* Lib. II, p. 164.

(*b*) *Suprà*, p. 216.

§. V.

Nous n'avons rien trouvé en Europe, qui mérite d'être remarqué, jusqu'au regne de Charlemagne : il aima particulierement l'astronomie ; Alcuin, célebre alors, fut un de ses instituteurs (*a*).

Bede le vénérable, qui dût ce surnom à la modestie & à la sainteté de sa vie, fut le maître d'Alcuin ; il étoit Anglois, on le regardoit comme une encyclopédie vivante. Les savans disoient que né dans un coin du monde, il embrassoit l'univers par son génie. Cependant le savoir astronomique de Bede se réduit à peu de chose ; la connoissance des lunes intercalaires du cycle de dix-neuf ans, celle des cercles de la sphere, des signes célestes, des planetes, voilà tout. Il perfectionna le cycle de Denis, & facilita la recherche de la fête de pâques (*b*). Il mourut à 106 ans, l'an 776 (*c*).

Alcuin, son disciple, est l'auteur de l'institution des académies, ou du moins des universités, qui furent les premieres académies ; il en donna l'idée & le plan à Charlemagne, qui en établit deux, l'une à Paris, l'autre à Pavie (*d*); celle de Paris étoit composée des plus beaux génies de la cour, au nombre desquels étoit l'Empereur lui-même. Dans les conférences académiques chacun devoit rendre compte des anciens auteurs qu'il avoit lus. Cette maniere de cultiver les sciences, qui n'est qu'érudition dans leur renouvellement, en rend les premiers progrès très-lents. Comme il y a plus de petits esprits que d'esprits supérieurs, les recherches sont minutieuses, les petits talens & les grands sont presque de niveau, & la foule des savans médiocres étouffe le génie. Mais deux nations peuvent se glorifier du service rendu aux sciences par l'établissement de ces académies, l'invention appartient à un Anglois, & l'institution à un Roi de France.

§. VI.

Sous le regne de Louis I, ou le Debonnaire vécut un astronôme dont le nom ne nous est pas parvenu : il fut l'historien des vies de Pepin, de Charlemagne & de Louis I : il a recueilli les observations de plusieurs éclipses de soleil, de lune, & de quelques autres phénomènes célestes : il parle d'une occultation de Jupiter par la lune, observée l'an 807. Mais ce qui est plus singulier, c'est ce qu'il rapporte de Mercure, qui fut vu pendant huit jours sur le soleil, dans la partie supérieure du disque, & sous la forme d'une

(*a*) Eginhart, c. 25.
(*b*) *Opera Bedæ.*
(*c*) Riccioli, *Almag.* T. I, p. XXXI.
(*d*) Conring, *antiq. Acad. differt.*

petite tache noire ; les nuages, ajoute-t-il, empêcherent d'observer son entrée & sa sortie (*a*). Kepler ne doute point de la vérité de cette observation, pourvu qu'on lise huit fois au lieu de huit jours, & l'an 808 au lieu de l'an 807 (*b*) ; mais que signifieroient ces huit apparitions de Mercure sur le disque du soleil ? Si c'étoit-là ce que l'auteur a voulu dire, il auroit marqué les années. Ces huit passages exigent un intervalle de 70 ou 80 ans (*c*). Il est bien plus naturel de croire, ou que le fait est apocriphe, ou que c'est quelque grosse tache, qui a été apperçue sur le soleil à la vue simple. L'intervalle de huit jours n'est pas celui d'une demi-révolution du soleil sur lui-même.

§. VII.

On trouve vers la fin du dixieme siecle, *Gerbert*, moine de l'abbaye de Fleuri en Gascogne, Archevêque de Reims, & depuis Pape, sous le nom de Silvestre II. Il est célebre pour ses connoissances astronomiques : il avoit construit un globe céleste ; mais ce qui lui fait le plus d'honneur, c'est l'horloge que nous avons déjà citée (*d*), & qu'il fit exécuter à Magdebourg. On dit que cette horloge marquoit l'heure par les étoiles. Il se servit d'un tube pour l'orienter, au moyen de l'étoile polaire. Ce tube mobile, dirigé à certaines étoiles, servoit peut-être à indiquer l'heure la nuit. Ces inventions & son génie, supérieur à un siecle où tout étoit ignorance, le firent passer pour magicien (*e*), quoiqu'il ait été Pape. Naudé l'a vengé & lavé de ce soupçon (*f*).

M. Weidler cite comme astronômes, dans l'onzieme siecle, plusieurs personnages qui ne l'ont gueres mérité, comme *Abbon*, abbé de Fleuri, auteur de deux ouvrages, l'un sur la pâque, l'autre sur le mouvement des étoiles, qui n'ont jamais vu le jour. *Psellus* est le dernier qui ait écrit en grec sur l'astronomie, mais ce *Psellus*, *Herman-Contractus*, *Sigebert* de Brabant, *Athelard*, Anglois, *Robert de Lincoln*, & *Guillaume*, abbé de S. Jacques de Wurtsbourg, furent des auteurs d'élémens, qui ont récrit ce qu'on avoit écrit bien des fois avant eux. Ce dernier enseigna que les cometes sont des feux, qui s'allument par la volonté de Dieu, pour être les présages des événemens (*g*) : il étoit superstitieux, & non pas astronôme.

(*a*) *Annales Reg. Franc. Pep. Car. Lud. ad ann.* 807, 810 & 842.
(*b*) Kepler, *astr. opt.* C. VIII, p. 306.
(*c*) Transf. phil. abrég. T. I, p. 427.
(*d*) *Suprà*, p. 322.
(*e*) Weidler, p. 274.
(*f*) Apologie des grands hommes, c. 19.
(*g*) Weidler, p. 273, 276.

Le livre de Pſellus ſur les quatre ſciences, arithmétique, muſique, géométrie & aſtronomie, a été imprimé à Baſle en 1556.

Luc Gauric a fait imprimer en 1531 l'abrégé de la ſphere de Robert de Lincoln.

Jean de Seville, vers 1142, traduiſit les élémens d'aſtronomie d'Alfergan, qui furent imprimés à Ferrare en 1493.

Clément Laugtoniensis, Anglois, écrivit vers 1170 ſur les orbes céleſtes.

Jordanus Nemorarius, vers 1206, donna l'explication de l'aſtrolabe & du planiſphere, qui a été publiée à Baſle avec le commmentaire de Théon ſur Aratus

§. VIII.

Le traité de la ſphere de *Jean de Sacroboſco*, qui eut longtems la plus grande réputation, n'étoit qu'un abrégé de l'Almageſte, & des élémens d'Alfergan. L'auteur étoit Anglois, né à Halifax; il fit ſes études à Oxford, & enſeigna à Paris la philoſophie & les mathématiques. Malgré la réputation de ce livre, François Baroccius y a relevé, dit-on, quatre-vingt-quatre erreurs (*a*); mais le nombre & l'eſpece de ces erreurs étoit ſans doute peu de choſe pour ce ſiecle; qui ne ſavoit pas les diſtinguer, & n'eſt rien pour le nôtre, où les hypothèſes expliquées dans ce livre ſont détruites, & le livre lui-même oublié. Jean de Sacroboſco a fait quelques autres ouvrages ſur le calendrier & le comput eccléſiaſtique, qui étoit l'objet des travaux de tous les aſtronômes : il mourut en 1246.

L'Empereur Fréderic II étoit en Allemagne le protecteur des Beaux-arts. Il rétablit l'univerſité de Naples, & réforma celles de Bologne & de Salerne. Il fit traduire beaucoup d'anciens auteurs, & particulièrement l'Almageſte, qui fut traduit en latin ſur la verſion arabe. Les véritables élémens de l'aſtronomie paſſerent de l'Egypte & de l'Aſie en Europe. Ce fut le fruit ou le dédommagement de l'invaſion des Arabes. L'Empereur ne ſe borna pas à ces encouragemens, il s'appliqua lui-même à l'aſtronomie, & voulant faire connoître à l'abbé de Saint-Gal ce qu'il avoit de plus cher, il lui montra ſon fils Conrad, encore enfant, & un globe céleſte magnifique dont le ciel étoit d'or, & les étoiles marquées par des pierres précieuſes (*b*).

§. IX.

Vers 1270 floriſſoit Vitellion; il nous a donné un traité d'optique en

(*a*) Riccioli, *Almag.* T. I, p. XXXIX. (*b*) Weidler, p. 277.

dix livres, qui eſt le développement & le commentaire de celui d'Alhazen. Il s'eſt particulierement appliqué à établir la théorie & l'effet de la réfraction ; & quoiqu'il n'ait pas toujours ſaiſi la vérité, on ne peut lui refuſer une connoiſſance aſſez exacte de ce phénomene ; ſes ouvrages ont été recueillis & publiés à Baſle à la ſuite de ceux d'Alhazen, par Fréderic Riſner en 1572.

Guido Bonatus, né dans le Frioul, écrivit dix traités ou chapitres ſur l'aſtronomie ; il a fait auſſi des théoriques des planetes, mais ſa plume étoit conſacrée à l'aſtrologie ; ſes traités ſont pleins de regles pour les prédictions & de ſemblables puérilités. C'eſt un recueil de tout ce que les Arabes ont fait en ce genre. Il vivoit en 1284 (*a*).

Henri Baten de Malines fit une critique des tables d'Alphonſe. On dit qu'il étoit obſervateur. Bouillaud le place en 1530 (*b*).

Pierre d'Appone fut un homme très-ſavant & très célebre dans ſon ſiecle. Il étoit médecin & philoſophe ; il a écrit ſur l'aſtrolabe plan ou ſur le planiſphere. Il fut accuſé de magie & brûlé comme tel, mais en effigie & après ſa mort. La ville de Padoue, où il a profeſſé la médecine, lui a dreſſé depuis une ſtatue ſur la porte de l'hôtel de ville. Ce qui lui fait le plus d'honneur, c'eſt d'avoir été cité avec éloge par Regiomontanus, dans le diſcours qu'il prononça à Padoue, avant d'expliquer le livre d'Alfergan (*c*). Il eſt mort en 1316 (*d*).

Chicus d'Aſcoli, qui enſeigna l'aſtronomie à Bologne, a fait un commentaire ſur le traité de la ſphere de Sacroboſco, imprimé en 1485. Naudé (*e*) dit que cet ouvrage prouve que non ſeulement il étoit ſuperſtitieux, mais qu'il avoit la tête fort mal timbrée. Il fut brûlé à Florence en 1328 (*f*) pour cette magie que la barbarie ſe plaiſoit à trouver, ou plutôt à ſuppoſer dans les hommes qui avoient quelque célébrité. On a dit en effet que c'étoit un crime de l'envie ; mais Naudé, en le juſtifiant de l'accuſation, ſemble croire qu'il n'étoit pas grand ſorcier.

§. X.

Barlaam, moine de Calabre, a écrit ſur l'arithmétique ſexagénaire. Daſipodius en a donné une édition à Strasbourg en 1572.

(*a*) Weidler, p. 283.
(*b*) *Idem*, p. 284.
(*c*) Naudé, apologie, p. 273.
(*d*) Weidler p. 284.
(*e*) Naudé, p. 242.
(*f*) Riccioli, *Almag.* T. I, p. XXXII.

Rupert Holkotth, moine Anglois, a écrit sur le mouvement des étoiles & sur leurs influences.

Gerard de Crémone, médecin & mathématicien, est connu pour avoir traduit l'Almageste de Ptolémée & le traité des crépuscules d'Alhazen (*a*). On ajoute qu'il fit une théorie des planetes dont Regiomontanus fit peu de cas (*b*).

George Chrisococca, vers 1346, traduisit en Grec à Constantinople les livres astronomiques des Perses : nous en avons parlé (*c*). Ces tables existent en manuscrit dans la bibliotheque du Roi à Paris. Chrisococca a laissé un autre ouvrage intitulé *de inveniendis syzigiis lunæ solaribus per singulos anni menses*, qui est aussi manuscrit à la bibliotheque du Roi. La préface des table persannes, avec un extrait de ces tables ont été imprimés dans l'astronomie philolaïque de Bouillaud.

Nicephore Gregoras, vers 1350, a donné un traité de l'astrolabe plan, que Georges Valla a fait imprimer à Venise en 1498.

Nicolas Cabasilas, archevêque de Thessalonique, fut un commentateur de Ptolémée. Le commentaire du troisieme livre a été imprimé à Basle en 1550.

On cite encore *Guillaume Grisauntus* & *Nicolas de Linna* Anglois, qui furent des astrologues ; ils mêloient bien quelques notices d'astronomie dans leurs écrits, mais elles ne valent pas la peine qu'on en parle : c'étoient des préliminaires sur lesquels ils appuyoient leurs rêveries (*d*).

Marc Benevent, en 1306, voulut renouveler l'opinion de Thebith sur le mouvement oscillatoire de la sphere des étoiles. Il prétendit éclaircir par un commentaire cette hypothèse d'abord omise dans les tables alphonsines. On l'accusa d'avoir mal entendu cette hypothèse même, & de s'être trompé ; mais que nous importent les erreurs commises en défendant une erreur.

En 1331 *Jean* de Saxe étoit célebre ; il a écrit sur les regles des tables alphonsines & sur le calcul des éclipses, mais infecté de l'erreur commune à tous ces siecles, il a fait un commentaire sur l'introduction d'Alchabitius à l'astrologie (*e*).

§. XI.

On peut citer avec plus de distinction *Jean de Ligner*. Vendelinus veut

(*a*) Weidler, p. 285.
(*b*) Riccioli, *Almag.* Tom I, pag. XXXV.
(*c*) *Suprà*, p. 251.
(*d*) Weidler, p. 288.
(*e*) *Idem*, p. 289.

qu'il soit François, Riccioli le fait Allemand : il ne s'étoit pas proposé seulement de connoître ce qui avoit été fait avant lui, il sentoit que l'astronomie pouvoit faire des progrès, & ce fut le but de ses travaux, il a fait des observations, citées dans une lettre de Vendelinus à Gassendi (*a*). On y voit quarante-huit étoiles dont les positions ont été observées par lui en 1364. Il a écrit sur le calendrier & sur la sphere. Ces ouvrages, & sur-tout ces observations, prouvent que dans un meilleur tems Ligner auroit rendu des services plus considérables à la science.

Le moine *Isaac Argyre*, instruit dans le calcul astronomique (*b*), vécut vers 1360 : il a fait un traité sur les cycles solaires & lunaires, & sur la méthode de déterminer le tems de la fête de pâques, que le P. Petau a inséré dans son Uranologion. Il y a des choses peu exactes dans ce traité ; nous n'en citerons qu'une de celles qui ont été relevées par le P. Petau. Argyre s'étoit apperçu que les épactes n'étoient plus telles qu'elles avoient été réglées par le concile de Nicée, & qu'il falloit ajouter trois jours à ces épactes. Ces trois jours résultent d'une imperfection de la période de Calippe, qui au bout de 304 ans donne un jour d'erreur. Hypparque l'avoit remarqué (*c*) ; Argyre ne l'ignoroit pas (*d*) : cependant le moine, au lieu de fonder l'addition de ces trois jours sur cette cause naturelle & vraie, en va chercher la raison dans le moment de la création de la lune, qui fut le quatrieme jour du monde. Le P. Petau se mocque avec justice de cette raison (*e*). Il doute si elle vient d'ignorance ou de mauvaise foi. Il est certain que si ces trois jours avoient été ajoutés par les raisons que donne Argyre, ils auroient dû l'être dans tous les tems. Le P. Petau pense qu'il a pu avoir des motifs de prudence pour ne pas paroître en savoir plus que ceux qui l'avoient précédé ; mais dans ces siecles à demi-barbares, ce n'est point une chose rare de voir, si on peut s'exprimer ainsi, l'ignorance alliée au savoir, & la stupidité amasser des connoissances d'où elle tire des conséquences absurdes.

Argyre a fait encore quelques autres ouvrages, mais qui ne sont pas imprimés, sur les conjonctions & les oppositions du soleil & de la lune, sur l'astrolabe, & sur la maniere de ramener les dates de l'Almageste de Ptolémée, données en années égyptiennes, & pour le méridien d'Alexandrie aux années romaines & au méridien de Constantinople (*f*).

(*a*) *Gassendi opera*, Tom. VI, p. 512.
(*b*) *In Uranologion*, p. 316.
(*c*) *Suprà*, p. 469.
(*d*) *In Uranologion*, p. 379.
(*e*) *Dissert. ad Uranol.* p. 317.
(*f*) Weidler, p. 290.

§. XII.

Le quatorzieme ſiecle finit par *Henri de Heſſe* & *Jacques de Dondis*, dont les noms eurent quelque célébrité parmi les ſavans. Henri de Heſſe eſt auteur des théories des planetes & de quelques autres ouvrages aſtronomiques; mais ce qui lui mérita ſa réputation, ce ne ſont pas des ouvrages qui n'étoient, ſans doute, que des copies d'ouvrages plus anciens, c'eſt d'avoir combattu l'aſtrologie dans un tems où les bons eſprits pouvoient ſeuls échapper au préjugé; c'eſt ſur-tout d'avoir tranſporté l'aſtronomie & la lumiere des ſciences & des arts dans l'Allemagne & dans l'univerſité de Vienne, dont il fut le premier profeſſeur. Il mourut l'an 1397, & fut enterré avec les plus grands hommes dans l'égliſe cathédrale de Vienne.

Jean de Dondis, médecin & aſtronôme de Padoue, célébré par Regiomontanus dans le diſcours public qui précéda la lecture d'Alfergan, mérita ſa réputation par une horloge infiniment curieuſe pour ſon tems, deſtinée à marquer l'heure, le jour, le mois, les fêtes de l'année, le cours du ſoleil, de la lune & des planetes (*a*); Regiomontanus (*b*) fait beaucoup d'éloges de ce planétaire, il fait entendre que Jean de Dondis eut plus de réputation comme aſtronôme que comme médecin; ainſi il appartient à cette hiſtoire. Son invention lui fit donner le ſurnom d'*Horologio* que ſa famille a conſervé. L'Italie lui a donné ce ſurnom, comme elle donna jadis celui d'Africain & d'Aſiatique aux deux Scipions. Jean de Dondis eut un fils qui expliqua le mécaniſme de cette horloge dans un ouvrage reſté manuſcrit (*c*).

§. XIII.

Le quinzieme ſiecle nous offre de plus grands progrès, l'Italie s'éclaire & communique ſa lumiere au reſte de l'Europe. Les Grecs commençoient à fuir un pays déſolé par la guerre. Le premier qui parut en Italie fut *Emmanuel Chryſoloras*, qui la parcourut en déclamant contre l'ignorance, & en réveillant le génie des Italiens. Mais la véritable époque de la renaiſſance des lettres fut l'année 1453, où Conſtantinople fut priſe, & où le deſpotiſme de l'ignorance fit paſſer en foule les Grecs en Europe. Les plus diſtingués furent *George de Trébizonde*, *Demetrius Chalcondyle*, *Théodore Gaza*, *Jean Argyrophile*, les deux *Laſcaris*, & le fameux cardinal *Beſſarion*.

(*a*) Encyclopédie, art. *horloge*.
(*b*) Regiomontanus, *ad Alfergan*.
(*c*) Hiſtoire des mathématiques, T. I, p. 439.

§. XIV.

§. XIV.

Jean de Gmunden enseigna à Vienne l'astronomie, il mourut en 1442. Ses ouvrages, restés manuscrits, sont à Vienne dans la bibliotheque de la faculté des arts. Voici les titres rapportés par M. Weidler (*a*).

1°. Tabulæ de planetarum motibus & luminarium eclipsibus, verissimæ ad meridianum viennensem.
2°. Calendarium.
3°. Tabulæ variæ de parte proportionali.
4°. Canones in tabulam tabularum.
5°. Libellus de árte calculandi in minutis physicis.
6°. Tractatus sinuum.
7°. Æquatorium motuum planetarum.
8°. Compositio astrolabii & utilitates ejusdem, & quorumdam aliorum instrumentorum.

Il eut beaucoup de disciples qui se distinguerent dans leur tems, mais dont les noms n'ont point passé leur siecle. M. Weidler (*b*) cite encore d'autres Allemands qui firent honneur alors à leur patrie; mais leurs noms sont trop peu connus pour mériter une place dans cette histoire. L'Allemagne a produit tant de grands astronômes qu'elle ne peut se plaindre de ce silence.

§. XV.

Dans ces tems, où les hommes dignes d'être nommés sont rares, nous parcourons & nous embrassons à la fois toute l'Europe.

Nous trouvons en France *Pierre d'Ailli*, né à Compiegne d'une famille obscure, & devenu par son mérite évêque & cardinal. Il fut grand théologien, grand prédicateur, & savant en astronomie : il a composé les livres suivans :

1°. Tractatus de vero cyclo lunari.
2°. Vigintiloquium de concordiâ astronomicæ veritatis cum theologiâ.
3°. Tractatus de concordiâ astronomicæ veritatis & narrationis historicæ.
4°. Tractatus elucidarius astronomicæ concordiæ cum theologiâ & cum historicâ narratione.
5°. Apologetica defensio astronomicæ veritatis.

(*a*) Weidler, pag. 293. (*b*) Pag. 295.

6°. Alia secunda apologetica defensio ejusdem.

7°. Tractatus de concordiâ discordantium astronomorum (*a*).

Ces ouvrages ont été imprimés vers la fin du quinzieme siecle. Mais ce qui lui fait le plus d'honneur, c'est d'avoir reconnu la nécessité de corriger le calendrier, & de retrancher quelques jours, pour rendre à l'équinoxe sa véritable place, ou du moins celle qui avoit été réglée par le concile de Nicée. Il proposa cette réformation au Pape Jean XXIII; mais ce tems de schisme, où trois Papes se disputoient l'empire de l'église, demandoit d'autres réformes; Pierre d'Ailli ne fut point écouté. Le calendrier resta imparfait encore plus de deux siecles, & le cardinal n'eut que l'honneur d'en avoir connu l'imperfection. Ses belles connoissances furent tachées par sa croyance à l'astrologie. Il avança qu'on auroit pu prédire la naissance de J. C. par les regles de cette science; & il citoit l'étoile, qui apparut aux Mages, & qui fut un signe de cette naissance. Mais l'apparition de cette étoile, qui étoit un signe extraordinaire, ne pouvoit pas être calculée par la connoissance des mouvemens célestes, comme la naissance de J. C. ne pouvoit être annoncée que par l'esprit prophétique.

§. XVI.

Vers ce tems florissoit le cardinal *Nicolas Cusa*; il avoit des connoissances astronomiques. Il a connu les défauts des tables d'Alphonse, & il a écrit sur la réformation du calendrier. Il remarqua que le mouvement des étoiles fixes, tel qu'il est établi dans les tables d'Alphonse, ne s'accorde pas avec les observations de Ptolémée (*b*). On lui fait honneur d'avoir le premier renouvelé parmi les modernes l'opinion du mouvement de la terre (*c*). Sans remonter à l'ancien état de l'astronomie, cette idée avoit été jetée bien des fois parmi les philosophes, mais trop mal établie pour être admise; elle ne devoit immortaliser que celui qui sauroit la démontrer. Le cardinal Cusa mourut en 1464.

George de Trébizonde, né en Crete, mais surnommé de Trébizonde, parce qu'il étoit originaire de cette ville, fut le premier qui traduisit en latin l'Almageste de Ptolémée. Il fut secrétaire du Pape Nicolas V; il étoit grand partisan d'Aristote, qu'il mettoit infiniment au-dessus de Platon. Le cardinal Bessarion prit la défense du divin Platon. Ce schisme faisoit peu

(*a*) Bayle, art. Ailli. Rem. H.

(*b*) *Nonii opera*, Lib. II, c. 4, p. 50.

(*c*) *Voy.* ses œuvres, Lib. II & XII *de doctâ ignorantiâ.*

d'honneur aux Grecs fugitifs, qui auroient dû admirer également ces deux grands hommes, au lieu de se partager pour les décrier. George de Trébizonde a fait encore les ouvrages suivans :

1°. Commentarium in *Ptolæmei* centum sententias.

2°. De antisciis.

3°. Cur astrologorum judicia plerùmque fallantur.

4°. Introductio in magnam *Ptolæmei* compositionem.

Ce dernier ouvrage est manuscrit dans la bibliotheque de l'Escurial ; les autres ont été imprimés à Cologne en 1544 : il mourut à 90 ans, l'an 1486.

§. XVII.

Nous passons à *Purbach*, dont la réputation s'est conservée jusqu'à nous. Nous avons dit qu'il est le premier qui se soit vraiment distingué dans l'astronomie renouvelée. Il chercha sur-tout à faciliter le calcul. Il construisit différentes tables, qui manquoient alors, ou qui avoient besoin d'être rendues plus exactes ; telles que la table du rapport des degrés des différens paralleles aux degrés de l'équateur ; les tables des sinus, qu'il calcula de 10 en 10 minutes sur un rayon de 60, comme avoit fait Ptolémée, mais augmenté de cinq chiffres ; ainsi ce rayon étoit divisé en 6000000 parties. En conséquence nous le croyons l'inventeur du calcul décimal, dont nous ne trouvons point de traces avant lui. Ptolémée avoit suivi l'usage des anciens & la division sexagésimale ; en sorte qu'ayant partagé le rayon en 60 parties, il partageoit de nouveau chaque partie en 60 autres. Purbach vit qu'il seroit plus commode de diviser chaque partie en 10 ; pratique simple, puisque pour diviser par 10, il suffit d'ajouter un zero ; le nombre divisé en 60 parties le sera en 600 ou 6000, &c. Regiomontanus donna ensuite plus d'étendue à ces tables, & les calcula de minutes en minutes.

Après avoir rendu ce service au calcul astronomique, Purbach fit un globe céleste, auquel il ajouta un catalogue des étoiles dont les positions étoient réduites pour le milieu du quinzieme siecle. Il fit construire un gnomon & son quarré géométrique, dont nous parlerons plus bas. Enfin il passa à la réforme des tables, & combinant ensemble les hypothèses & les élémens de Ptolémée & d'Alphonse, il donna une forme plus commode aux tables des équations.

§. XVIII.

Purbach ayant reconnu que les tables de Ptolémée & les tables d'Alphonse

ne représentoient exactement ni les éclipses, ni les lieux des planetes, ayant également reconnu que les théories plus modernes de Campanus & de Gerard de Crémone (*a*) étoient défectueuses, il entreprit son ouvrage intitulé *Théorie des planetes*, qui fut achevé en 1459 (*b*), & imprimé l'année suivante. Ses théories furent reçues avec tant d'applaudissemens, que de savans hommes ne dédaignerent pas de les commenter; *Jo-Bapt. Capuanus*, *E. O. Schreckensuchsius*, *P. Nonius*, *C. Urtisius*, & *E. Rheinold.*

André Stiborius a fait une exacte recherche des ouvrages de Purbach, dont *Transtetter* nous a donné le catalogue. Le voici tel qu'on le trouve dans M. Weidler (*c*).

Theoricæ planetarum, *imprimées plusieurs fois avec des notes de Rheinold.*

Sex primi libri epitomes Almagesti, *impr. à Nuremberg en* 1550.

Tabulæ eclipsium super meridiano viennensi, *impr. à Vienne en* 1514.

Collectio tabularum primi mobilis & quorumdam nova compositio, cum singulari usu.

Canones astrolabii.

Introductorium in arithmeticam.

Extensio organi Ptolæmei pro usu horarum germanicarum ad omnia climata, cum demonstratione.

Canones gnomonis cum novâ tabulâ.

Compositio compasti, cum regulâ ad omnia climata.

Compositio novæ virgæ visoriæ, cum lineis & tabulâ novâ.

Instrumentum pro veris conjunctionibus solis, in quo vetus instrumentum ab insufficientiâ taxat.

Nova tabula sinûs de 10 minutis in 10, per multas millenarias partes, cum usu quæ plurimarum rerum novarum occasio fuit.

Modus componendi & demonstrandi tabulam altitudinis solis, cum tabulâ ipsâ.

Modus describendi horas ab occasu in pariete.

Tabulæ æquationum motuum planetarum, nondùm perfectæ, & ad ultimum completæ, *impr. à Basle en* 1553.

Tabula nova proportionis parallelorum, ad gradus equinoxialis, cum propositione ejusdem.

Tabula nova stellarum fixarum.

(*a*) *Præfat. in theoricas planetarum*, pag. 19.

(*b*) *Ibidem.*

(*c*) Pag. 301.

Almanach perpetuum, cum canonibus, reductum ad nostra tempora.

Plura de quadrantibus.

Quadratum geometricum, *imprimé à Nuremberg en* 1544, *avec quelques ouvrages de Regiomontanus.*

§. XIX.

Nous donnerons ici quelque notion des ouvrages de Purbach, qui nous sont connus : le premier intitulé *Algorithmus Georgii Purbachii in integris*; c'est ce que dans le catalogue précédent on appelle *introductorium in arithmeticam.* On y trouve les regles de l'arithmétique, & une idée des proportions.

Le second sont les théoriques des planetes; il y explique les théories du soleil, de la lune, des trois planetes supérieures, de Mercure, de Vénus, les *passions* des planetes, c'est-à-dire, les phénomènes de leurs mouvemens, & leurs aspects réciproques; les parallaxes, les éclipses; enfin la théorie du mouvement de la huitieme sphere, ou de la sphere des étoiles assujettie à trois mouvemens : le mouvement journalier en 24 heures, le mouvement en longitude, & celui de trépidation.

Le troisieme est l'ouvrage intitulé *Quadratum geometricum*; c'est la description de l'instrument pour prendre des hauteurs. Cet instrument rectangulaire (*fig.* 38) est formé de quatre pieces de bois ou de cuivre. Purbach détermine que leur longueur doit être environ de deux coudées, leur largeur de deux doigts, avec une épaisseur proportionnée. Deux de ces regles BC, CD, sont divisées chacune en 1200 parties par des lignes dirigées vers le centre A. Une alidade AE, mobile & garnie de deux pinnules, dirigée à l'astre que l'on veut observer, montre la distance de cet astre au zenith, mesurée par l'angle que fait l'alidade AE avec la verticale AB; cette verticale est reconnue & vérifiée par le moyen d'un fil à plomb. On connoît l'angle BAE par le nombre des parties contenues dans le sinus BF, qui sont telles que le sinus de 45° en doit contenir 1200. On juge bien qu'il est nécessaire d'avoir une table, qui donne les angles correspondans à ces divisions du sinus. Cet instrument est le même que celui de Ptolémée (*a*), dans lequel on a substitué les sinus au lieu des arcs.

Outre l'usage astronomique de cet instrument, Purbach montre qu'on

(*a*) *Suprà*, pag. 568.

peut s'en servir dans la géométrie pratique pour mesurer des hauteurs & des distances inaccessibles. Il a tous les usages d'un quart de cercle.

Enfin le quatrieme ouvrage de Purbach est le traité des sinus & des cordes, où il expose les propositions fondamentales qui lui ont servi pour la composition de ses tables.

On fit ces vers sur la mort de Purbach.

Extinctum dulces quidnam me fletis amici ?
Fata vocant, Lachesis sic sua fila trahit.
Destituit terras animus, cœlumque revisit
Quæ semper coluit, liber & astra colat.

§. XX.

Jean Blanchini de Bologne étoit contemporain de Purbach : il fut professeur d'astronomie à Ferrare vers 1458 ; il composa de nouvelles tables des mouvemens célestes, qu'il dédia à l'Empereur Fréderic III. Ces tables ont été imprimées à Venise en 1485, & plus correctement en 1526 : elles furent réimprimées avec celles de Purbach en 1553, & ensuite dans les œuvres de Gauric en 1575. Cet ouvrage avoit quelque mérite, puisqu'il a été réimprimé quatre fois. Toutes ces tables publiées de tems en tems par différens auteurs, étoient produites par le desir de remédier au calcul embarrassé & pénible des tables alphonsines & à leur imperfection. Cependant Blanchini regarde les longitudes de ces tables comme assez correctes. Il pensoit qu'on devoit préférer les latitudes de Ptolémée ; & c'est sur ce fondement que ces nouvelles tables sont établies : elles sont pour le méridien de Ferrare, que Blanchini place au trente-deuxieme degré de longitude, avec une latitude de 45°. Il se trompoit environ de trois degrés sur la longitude (*a*).

Georges Valla florissoit alors : il étoit médecin & très-habile dans les langues greque & latine ; il joignit à cette connoissance celle qu'il avoit de l'astronomie, & il traduisit différens auteurs grecs, tels que Cléomede & Proclus. Il fit sur l'Almageste un commentaire qui n'a jamais vu le jour ; ceux qu'il a faits sur le livre de Ptolémée, intitulé *Quadripartitus*, sur les Tusculanes de Cicéron, & sur le second livre de Pline, ont paru à Venise en 1502. La traduction des hypotyposes de Proclus a été ajoutée à celle de l'Almageste, imprimée à Basle en 1551. La traduction de Cléomede avoit

(*a*) Weidler, pag. 303.

paru en 1533. Malgré la connoissance qu'il avoit du grec, M. Huet le regarde comme un fort mauvais traducteur. Il irrita le Duc de Milan par son zele pour la faction des Trivulces. Ce Prince le persécuta, le fit mettre en prison dans Venise même ; mais ayant été jugé & déclaré innocent, il recouvra sa liberté dont il ne jouit pas long-tems : une mort subite le frappa comme il alloit faire sa leçon à ses disciples (*a*).

§. XXI.

On pense que *Regiomontanus* est le premier, qui ait calculé des éphémérides : on appelle ainsi une espece d'almanach où les positions, les aspects des planetes & les phénomènes célestes sont calculés & annoncés pour un certain nombre d'années. Ce n'est pas qu'on n'eût déjà fait quelques essais dans ce genre ; un passage de Pline, que nous avons cité (*b*), pourroit faire soupçonner qu'Hypparque avoit calculé d'avance les mouvemens des planetes pour 600 ans, ce qui est cependant peu vraisemblable : les parapegma que les Grecs exposoient publiquement, étoient sans doute des éphémérides. Mais sans remonter si haut, Regiomontanus parle lui-même de quelques prédictions pour l'an 1470 (*c*) : ce sont peut-être celles qu'on attribue à Abraham Zachut pour les années depuis 1472 jusqu'en 1502 (*d*). Les auteurs des éphémérides littéraires des Gaules assurent qu'on trouve dans la bibliotheque du Roi à Paris, de ces éphémérides pour 1442. Toutes ces prédictions étoient si défectueuses, si mal en ordre, si peu étendues, que l'on peut presque regarder Regiomontanus comme l'inventeur des éphémérides ; celles qu'il publia s'étendoient depuis l'an 1475 jusqu'à l'an 1506. Il y marque les lieux, les aspects & les éclipses des planetes. Mathias, Roi de Hongrie, à qui cet ouvrage est dédié, fit présent à l'auteur de 1200 écus d'or. Chaque exemplaire se vendit douze écus : ce qui prouve que cet ouvrage surpassoit infiniment tous ceux qui l'avoient précédé.

§. XXII.

Le plus célebre des instrumens de Regiomontanus & de Waltherus est celui qu'on nommoit *Torquetum* ; il étoit fort composé, & embrassoit à lui seul tous les usages des anciennes armilles. Cet instrument pouvoit

(*a*) Weidler, p. 303.
Bayle, art. George Valla.
(*b*) Hist. de l'Astron. anc. p. 310, note.
(*c*) Weidler, p. 308.
(*d*) Fracastor, *de homocentricâ*, p. 93.
Weidler, p. 270.

alors être regardé comme universel ; nous allons le décrire à l'aide de la *fig.* 35. Sa base étoit un plan rectangulaire ABCD, au milieu duquel on avoit tiré une ligne EF, qui représentoit la méridienne : sur cette ligne étoit élevé un support qui portoit un second plan quadrangulaire GHIK, incliné sur le plan horizontal, comme l'équateur sur l'horizon du lieu pour lequel étoit construit l'instrument. La ligne LM, qui partageoit ce plan incliné, étoit encore une ligne méridienne. Sur ce plan étoit décrit un cercle qui représentoit l'équateur, divisé d'abord en 24 parties, selon le nombre des heures du jour, ensuite en 12 & en 360, selon le nombre des signes & des degrés de l'équateur. Voilà ce que nous appelerons la premiere partie de l'instrument ; la seconde, qui étoit supérieure, étoit mobile sur l'équateur GHIK, & portoit un index N. Elle étoit établie également sur un support, qui lui faisoit faire avec le plan GHIK un angle égal à celui que l'équateur fait avec l'écliptique. La premiere piece de cette partie étoit un plan circulaire OP divisé selon les 12 signes & les 360 degrés de l'écliptique. On ajoutoit dans une division intérieure les mois de l'année qui répondoient aux signes. La piece OP, garnie de deux index à ses extrémités, étoit mobile sur son centre Q, & portoit en même tems perpendiculairement au plan de cette écliptique, par un support QR, un cercle RSTV, garni d'une alidade SV. On observoit, par le moyen de cette alidade, la longitude & la latitude d'un astre quelconque : mais ce cercle, qu'on pouvoit rendre vertical, servoit encore à trouver les hauteurs des astres & leurs distances au zenith, au moyen d'un fil à plomb qui y étoit ajouté. Nous ne détaillerons point les différens usages de cet instrument ; il faudroit copier le traité que Regiomontanus a composé pour les expliquer. Les astronômes verront aisément que ces usages sont infinis, & que nous avons eu raison de le regarder comme universel.

Les autres instrumens que Regiomontanus & Waltherus firent construire, étoient des armilles semblables à celles d'Alexandrie, les regles de Ptolémée (*a*), &c. Regiomontanus observa d'abord à Vienne, conjointement avec Purbach, ensuite à Nuremberg avec Waltherus, depuis 1457 jusqu'en 1474 (*b*). Waltherus avoue que les armilles dont le diametre étoit de six pieds, n'avoient pas été travaillées avec assez d'exactitude & de soin, & qu'elles étoient susceptibles de donner une erreur de 10′ (*c*). Cependant

(*a*) *Suprà*, p. 175.
(*b*) Obs. pub. à Nur. par J. Heller en 1544.
(*c*) Histoire céleste de Flamsteed, *proleg.* pag. 38.

quelque

quelqu'ingénieuse que soit l'invention du *Torquetum*, il paroît qu'il étoit moins commode, moins exact que les armilles & les regles parallactiques. Waltherus n'a employé, du moins le plus souvent, que ces derniers instrumens. Un instrument composé réunit plus de défauts à plus d'avantages, & les erreurs augmentent en proportion. Le peu de cas, ou du moins le peu d'usage que Waltherus a fait du *Torquetum*, le soin que Regiomontanus a pris de le décrire dans un ouvrage particulier, nous persuadent qu'il en étoit l'inventeur.

§. XXIII.

Les ouvrages imprimés de Regiomontanus sont :

1°. Ephemerides astronomicæ ab anno 1475 ad annum 1506. *Nuremberg* 1474.

2°. Tabula magnæ primi mobilis, cum usu multiplici rationibusque certis. *Nuremberg* 1475.

3°. Calendarium novum, quo promuntur conjunctiones veræ atque oppositiones luminarium, & eclipses eorum figuratæ. *Nuremberg* 1476.

4°. Epitoma in Almagestum Ptolæmei. *Venise* 1496.

5°. *Purbachii* tabulæ eclipsium, & *Regiomontani* tabulæ primi mobilis. *Vienne* 1514.

6°. *Regiomontani* epistola ad *Bessarionem* de meteroscopio *Jo. Verneri*, libri V de constructione & utilitatibus meteroscopiorum. *Nuremberg* 1522.

7°. Problemata XVI de cometæ longitudine, magnitudine & loco vero; edidit *Schonerus*, *Nuremberg* 1531.

8°. Problemata ad Almagestum. *Nuremberg* 1541.

9°. Observationes XXX annorum à *Jo. Regiomontano* & *B. Walthero* Norimbergæ habitæ; edidit *Jo. Schonerus*, *Nuremberg* 1544.

10°. Scripta clarissimi *Jo. Regiomontani* de torqueto astrolabio armillari; regulâ magnâ ptolemaïcâ, baculoque astronomico, & observationibus cometarum, aucta necessariis *Schoneri* additionibus; item observationes motuum solis & stellarum, tàm fixarum quàm erraticarum; & libellus *Georgii Purbachii* de quadrato geometrico. *Nuremberg* 1544.

11°. Tabulæ directionum profectionumque, non tàm astrologiæ quàm tabulis instrumentisque innumeris fabricandis utiles & necessariæ; tabulæ sinuum per singula minuta. *Tubinge* 1550, 1567, 1584.

12. Libri tres commentariorum in *Ptolæmei* mag. compositionem, quam Almagestum vocant. *Nuremberg* 1550.

13. Liber de fundamentis operationum, quæ fiunt per tabulam generalem vel demonstrationes tabularum primi mobilis cum tabulis eclipsium *Purbachii*; edidit *A. Schonerus*, *Neubourg* 1557.

14. Disputationes super deliramenta theoricarum *Gerardi* Cremonensis; *Basle* 1569, *à la suite des théoriques de Purbach.*

On cite plusieurs autres ouvrages de Regiomontanus, qui n'ont point paru, & quelques auteurs anciens dont il a fait des éditions, quelquefois avec des notes. Nous renvoyons à l'histoire de M. Weidler pour ces détails (*a*).

A la mort de Waltherus, ses papiers & ceux de Regiomontanus auroient péri par l'ignorance de ses héritiers, si le Sénat de Nuremberg ne les eût achetés.

§. XXIV.

Il paroît que ce fut vers 1484 que Waltherus commença à se servir d'horloges à roues pour mesurer le tems : voici une observation qui le prouve ; il apperçut Mercure le matin dans l'horizon, & suspendit tout de suite le poids à une horloge, laquelle avoit une roue horaire garnie de 56 dents. Il s'écoula une révolution entiere & 35 dents de plus avant le lever du soleil, d'où Waltherus conclut que Mercure s'étoit levé $1^h\ 37'$ avant cet astre : il ajoute que cette horloge étoit très-bien réglée, & donnoit exactement l'intervalle d'un midi à l'autre (*b*). Cette horloge, qui avoit une roue horaire, étoit-elle remontée toutes les heures ? C'est ce qu'il ne paroît pas possible de décider. Voilà la premiere fois qu'il est question dans l'histoire de l'astronomie d'horloges à poids, & de leur usage pour mesurer le tems dans l'intervalle des observations. Cette application nous paroît donc appartenir à Waltherus.

L'éclipse de lune du 8 Février 1487 (*c*) est la premiere où l'on trouve les tems marqués par l'horloge ; mais on ne négligea pas pour cela l'observation des hauteurs pour connoître l'heure, & pour vérifier la marche des horloges. On se servoit encore en 1671 de cette méthode des hauteurs

(*a*) Pag. 310.
(*b*) Observations pub. à Nuremb. p. 49.
(*c*) Observations publiées à Nuremb. pag. 51.

prises au commencement & à la fin de l'éclipse pour régler la pendule (*a*). Dans les éclipses de lune on se servoit des étoiles, dans les éclipses de soleil on employoit le soleil lui-même.

Cette observation du 8 Février décele même un usage singulier. On observoit la hauteur sur l'horizon du point diamétralement opposé au soleil : on appeloit ce point *nadir solis* ; soit qu'on observât la hauteur de ce point par l'écliptique des armilles, soit que dans cette observation on se soit servi de Regulus, qui est presque sans latitude, & qui étoit à-peu-près opposé au soleil. Hypparque & Ptolémée, comme nous l'avons dit, se servoient, pour marquer l'heure, du point du zodiaque qui se trouvoit dans le méridien au moment de l'observation. Il paroît qu'ici on se servoit du point opposé au soleil, & qui avoit la même hauteur que le soleil lui-même avoit dans l'hemisphere opposé.

§. XXV.

On observoit alors quelquefois la longitude des planetes directement par les armilles ; par exemple, le 14 Septembre 1488, au coucher du soleil, la Lune étoit dans 22° $\frac{1}{2}$ du Capricorne, Jupiter dans 16° $\frac{1}{2}$ des Poissons. Lorsque le 5° du Capricorne s'est trouvé dans le milieu du ciel, Saturne étoit dans le 28° du Sagittaire (*b*). On voit que les astronômes déterminoient encore l'heure par l'instant du coucher du soleil.

Waltherus est le premier des modernes qui se soit apperçu de la réfraction ; au moment du coucher du soleil (*c*), il dirigea vers cet astre l'écliptique des armilles, de maniere que l'ombre de la partie supérieure occupât le milieu de la partie inférieure ; il eut ainsi le lieu du soleil. Ensuite il fit mouvoir le cercle de la latitude, perpendiculaire à l'écliptique, en ayant attention que l'ombre de la partie antérieure de ce cercle partageât la partie opposée, dont les deux bords devoient être également éclairés. Il fut étonné de ne pas trouver le même lieu du soleil par ces deux méthodes ; il dût en conclure que le soleil étoit hors de l'écliptique. Il y reconnut bien l'effet de la réfraction ; mais comme il ne chercha point à déterminer la quantité de cet élément connu avant lui, il n'a rien fait de plus que Ptolémée & Alhazen. Waltherus a plutôt cherché à éviter l'effet de cette erreur, qu'à trouver les moyens d'en corriger les observations : ce pas important étoit

(*a*) Transactions philosophiques, 1693, n°. 76.

(*b*) Observ. pub. à Nuremb. p. 52.

(*c*) *Ibid.* p. 51.

réservé à Tycho : d'ailleurs il paroît avoir pensé que cet effet étoit le plus grand dans les solstices, le plus petit dans les équinoxes, & qu'il se bornoit aux environs de l'horizon, ce qui est bien éloigné d'être exact (*a*).

Nous remarquerons que les observations de Waltherus font foi, que Vénus étoit observée en plein jour, à midi même, étant éloignée du soleil d'environ 30°. Mais on ne dit point comment les observateurs pouvoient voir cet astre en plein jour, sans lunettes; on ne dit point qu'ils se servissent de longs tuyaux, ni qu'ils eussent obscurci la chambre (*b*).

§. XXVI.

Nous avons dit que Ptolémée, ou Hypparque, avoient déterminé la longitude des étoiles, en les comparant au soleil. Comme elles ne sont point visibles en plein jour, ils s'étoient servi de la lune pour faire une observation intermédiaire; nous voyons que Waltherus y substitua Vénus, ce qui étoit beaucoup plus exact, parceque son mouvement est infiniment plus lent, & que la parallaxe étoit insensible relativement aux instrumens en usage alors (*c*).

La position d'une étoile, ainsi bien établie, servoit à trouver les longitudes de toutes les autres, & les longitudes des planetes. On voit que Waltherus, ayant observé un grand nombre de fois la position d'*Aldebaran* dans 2° 35′ des Gémeaux, se servoit de cette longitude connue pour rectifier son instrument. Il plaçoit l'étoile sur ce point, & il étoit sûr de toutes les longitudes qu'il observoit ensuite (*d*). Il avoit déterminé particulièrement cette position vers 1491: aussi en 1503 prescrivoit-il d'ajouter 10′ (*e*) à toutes les positions trouvées par le moyen de cette étoile, à cause de son mouvement en longitude.

§. XXVII.

Les observations de Waltherus sont toujours accompagnées de notes qui font connoître la confiance qu'on y doit avoir, & celle qu'il y avoit lui-même; ce qui caractérise un observateur soigneux & exact. Il remarque aussi avec soin l'accord, ou les erreurs des tables. Ces observations sont des éclipses, des longitudes des étoiles & des planetes, des conjonctions des planetes entr'elles & avec les étoiles, des distances mesurées des unes aux

(*a*) Observ. pub. à Nuremb. p. 52. Kepler, *Paralip. ad Vitell.* p. 131.
(*b*) Observ. pub. à Nuremb. p. 53.
(*c*) *Ibid.*
(*d*) *Ibid.* p. 56.
(*e*) *Ibid.*

autres ; des occultations des étoiles par les planetes, & entr'autres, de la huitieme étoile des Gémeaux, qui fut éclipsée depuis le 3 Février 1504 jusqu'au 6 par Saturne stationnaire : Waltherus observa jusqu'au 30 Mai 1504.

§. XXVIII.

PONTANUS, célebre par la poësie latine, au commencement & sur la fin de sa carriere s'occupa d'astronomie. Il observa, étant très-jeune, la comete de 1457, & dans sa vieillesse il écrivit quatorze livres, où il traite particulièrement de l'astrologie. Il a fait un commentaire sur le *Centiloquium* de Ptolémée, & a décrit en vers les météores. C'est dans cette classe qu'il range les cometes. Il paroît que Pontanus fut le premier qui rappela l'opinion de Démocrite, que la lumiere de la voie lactée est produite par une infinité de petites étoiles ; car il la compare au nuage de l'Ecrevisse (*a*).

Dominique Maria de Ferrare professa les mathématiques à Bologne depuis l'an 1484 jusqu'à l'an 1514 ; il fut observateur : son exemple & ses exhortations exciterent Copernic à cultiver avec plus de soin la pratique de l'observation. Il détermina l'obliquité de l'écliptique de 23° 29′, un peu trop petite pour son tems. Il imagina que le pôle s'étoit approché du zenith, parce qu'il trouvoit qu'en différens lieux les élévations du pôle, données par Ptolémée, étoient trop petites de 1° 10′. Snellius l'a réfuté dans son *Eratosthenes Batavus* (*b*).

Nous ne citerons ici *Pic de la Mirandole* que pour avoir combattu l'astrologie. On dit qu'il convertit Marcile Ficin (*c*).

§. XXIX.

SUR la fin du quinzieme siecle, *Camille Léonard de Pesaro* imagina une maniere de trouver le lieu des planetes sans calcul, par le moyen de cercles & de petites roues de carton, sur lesquels sont marqués les moyens mouvemens des planetes (*d*). On ne peut attendre aucune exactitude de cette méthode ; mais elle suffit pour former chaque jour un tableau du ciel. Nous en faisons encore usage aujourd'hui pour trouver les configurations des Satellites de Jupiter, & nous devions citer ici celui qui paroît en être l'inventeur. Son livre est intitulé :

Liber desideratus canonum æquatorii cœlestium motuum, *Pisauri* 1496.

(*a*) Weidler, p. 325.
(*b*) *Lib. I*, c. 8. & Weidler, p. 324.
(*c*) Weidler, p. 325.
(*d*) *Ibid.* p. 327.

Jean Lucilius Santritter eut également une idée nouvelle dont nous devons lui faire honneur : ce fut celle de construire des éphémérides perpétuelles. Il remarqua qu'au bout de certaines périodes les mêmes lieux des planetes reviennent aux mêmes jours de l'année ; il ne s'agissoit donc que de calculer le lieu d'une planete pour chaque jour de la durée de cette période, & comme le même ordre recommence au renouvelement de la période, ce calcul donnoit un calendrier perpétuel : ces périodes furent de 4 ans pour le Soleil, de 51 ans pour la Lune, de 8 ans pour Vénus, de 125 ans pour Mercure, de 79 ans pour Mars, de 83 ans pour Jupiter, de 59 ans pour Saturne (*a*). Cette idée étoit ingénieuse ; elle est encore utile à ceux qui composent des éphémérides, & elle sert de guide & de vérification à un calcul plus exact.

Joan. Lucilii Santritter ephemerides, sive almanach perpetuum. *Venise* 1498.

§. XXX.

VERNER naquit l'an 1468 à Nuremberg, dans cette ville où Regiomontanus & Waltherus avoient déjà commencé à jeter les fondemens de l'astronomie. Il s'appliqua dès son plus jeune âge aux mathématiques ; à l'exemple de Regiomontanus, qui avoit été s'instruire en Italie, il alla à Rome en 1493, il s'y dévoua à l'astronomie & y commença ses observations. En 1498 il les continua dans sa patrie, & décrivit le mouvement d'une comete qui parut au mois d'Avril de l'an 1500. Il a traduit & expliqué différens morceaux de la géographie de Ptolémée. Verner (*b*) compara les lieux observés par lui en 1514 du cœur du lion, de l'épi de la vierge & du bassin austral de la balance, avec les positions que l'on trouve dans les tables de Ptolémée & d'Alphonse. Il en conclut que le mouvement des fixes, dans l'espace de cent ans est de 1° 10′. Ce mouvement, qui, selon lui, étoit d'un degré en 86 ans, est trop lent. Il fixoit la premiere étoile du bélier à 26° du point équinoctial, & il faisoit l'obliquité de l'écliptique de 23° 28′, beaucoup plus petite qu'elle ne devoit être alors. Mais enfin Verner étoit observateur. N'oublions pas de remarquer qu'à l'exemple des anciens, il recueilloit les observations météorologiques pour tâcher d'en tirer des regles qui pussent servir à prévoir les changemens de l'atmosphere. Verner mourut à Nuremberg en 1528.

(*a*) Weidler, p. 328.

(*b*) Verner, *de motu octavæ sphæræ.*

Ses ouvrages sont :

1°. Libri V de constructione & utilitatibus meteroscopiorum. *Nuremberg* 1522, *à la suite de Regiomontanus.*

2°. Libri V de multimodis astronomiæ & geographiæ problematis.

3°. Tractatus de motu octavæ sphæræ : *nous croyons que ces trois ouvrages sont dans le même volume.*

4°. Aphorismi catholici super aeris mutationes. *Nuremberg* 1546.

§. XXXI.

JEAN SCHONER, né à Carlostat en Franconie en 1477, fut professeur de mathématiques à Nuremberg ; il y fit des observations. Copernic en cite deux de Mercure de l'an 1504, dont il fit usage pour établir les mouvemens de cette planete (*a*). On lui a obligation d'avoir donné ses soins à l'édition de plusieurs bons ouvrages. Le Sénat de Nuremberg, après avoir acheté les papiers de Regiomontanus & de Waltherus, les remit entre ses mains. C'est à lui & à son fils *André Schoner* que nous devons ceux qui ont été publiés. Il mourut en 1551.

Ses propres ouvrages sont :

1°. Æquatorii canones astronomici. *Nuremberg* 1522.

2°. Descriptio cometæ torqueto observati : *on y a joint* problemata XVI de cometæ longitudine, magnitudine, & loco vero *de Regiomontanus*, *Nurem.* 1531.

3°. Ephemerides. *Nuremberg* 1532.

4°. Globi stelliferi, seu sphæræ stellarum fixarum usus & explicatio, & tabulæ resolutæ. *Nuremberg* 1533.

4°. Æquatorium astronomicum. *Nuremberg* 1534.

5°. Tabulæ astronomicæ, quas vulgò, quia omni difficultate & obscuritate carent, resolutas vocant, ex quibus omnium syderum erraticorum & fixorum motus ad præterita & futura secula facillimè calculari possunt, correctæ & locupletæ : cum præfatione *Philippi Melanctonis* commendatitia. *Nuremberg* 1536.

André Schoner a réuni toutes les œuvres de son pere en un volume *in-fol.* imprimé à Nuremberg en 1561. On y trouve de plus :

1°. Planispherium, seu meteoroscopium in quo singula quæ per motum primi mobilis contingunt, inveniuntur.

(*a*) Copernic, *de revolutionibus*, Lib. V, p. 30.

2°. Organum uranicum è quo facillimè, absque scrupulosâ supputatione, veri mediique planetarum motus reperiuntur.

§. XXXII.

Jean Fernel, médecin & astronôme François, né en 1506, mort en 1558, a inventé le monalosphere, espece d'astrolabe au moyen duquel il résout plus facilement les problèmes du premier mobile : mais ce qui lui fait le plus d'honneur, c'est d'avoir tenté de mesurer la terre. Il fit usage d'un moyen qui ne paroissoit pas susceptible de précision, c'étoit le nombre des tours de roue d'une voiture, en estimant ce que les inégalités & les détours du chemin avoient pu apporter d'augmentation. Il s'avança de 25 lieues vers le nord, en partant de Paris, & il s'arrêta dans un lieu qu'il ne nomme pas, où il trouva, par les hauteurs méridiennes du soleil, que l'élévation du pôle étoit augmentée d'un degré. Sa méthode pour la mesure itinéraire étoit peu exacte, les instrumens pour prendre la hauteur n'étoient sans doute pas meilleurs; mais, soit qu'il ait eu des moyens qu'il n'a pas expliqués, soit que le hasard l'ait favorisé, il détermina la longueur du degré de 56746 toises, à 300 toises près de la valeur exacte. Depuis l'ancienne mesure, qui appartient à l'astronomie primitive, on n'en avoit pas encore approché de si près (*a*).

Les ouvrages de *Fernel* sont :

1°. Monolasphærium, sive astrolabii genus. *Paris* 1526.

2°. Cosmotheoria. *Paris* 1528.

(*a*) Mém. Acad. Sci. T. VII, p. 5.

ECLAIRCISSEMENS, DÉTAILS HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE HUITIEME.

De Copernic, de Tycho & de leurs Contemporains.

§. Premier.

Une des causes, qui contribua le plus à éclairer Copernic sur les défauts du systême de Ptolémée, fut le mouvement de Vénus : peut-on, dit-il, admettre l'épicycle de cette planete, & croire qu'elle s'éloigne en-deçà & au-delà du soleil, de 40 parties & plus, dont sa distance moyenne en contient 60 ; de sorte que sa distance seroit tantôt de 100 parties, & tantôt de 20 seulement : dans son périgée, son diametre paroîtroit cinq fois plus grand, & son corps vingt-cinq fois plus gros que dans son apogée ; ce qui n'est nullement vraisemblable. Cependant il craignoit le soulevement qu'excitent les nouveautés, le dédain des ignorans. Schomberg, cardinal de Capoue, lui écrivit en 1536, pour l'engager à donner au public ses inventions, en offrant de les imprimer à ses frais : sa lettre est à la tête des ouvrages de Copernic ; il y détaille les nouveautés du systême, & donne à l'auteur les louanges qu'il mérite. Aussi Copernic a soin de dire dans son épitre dédicatoire au Pape Paul III, qu'il a cédé aux instances de ses amis, parmi lesquels il cite le cardinal Schomberg & Gisius, évêque de Culm. Nous avons dit qu'il avoit été conduit à l'idée de son systême par le vrai mouvement de Vénus & de Mercure autour du Soleil, découvert, dit-on, par les Egyptiens & rapporté par Martianus Capella. On ajoute qu'il y fut encore conduit par l'idée d'Apollonius de Perge, qui fait tourner également autour du Soleil Mars, Jupiter & Saturne. C'est Gassendi qui rapporte ce fait (*a*) : il semble parler d'après Copernic ; mais Copernic n'en dit rien. Ainsi cette citation nous paroît une méprise de Gassendi.

(*a*) *In vitâ Copernici*, Tom. V, p. 501.

§. II.

Copernic établit l'obliquité de l'écliptique de 23° 28′ 24″ (*a*). Cette obliquité est trop petite, parce qu'il avoit mal observé la hauteur du pôle, qu'il faisoit de 54° 19′. Tycho envoya exprès à Fruemberg un de ses disciples, pour la vérifier par les hauteurs des étoiles circumpolaires, & elle fut trouvée alors de 54° 22′ 15″ (*b*). Cette erreur venoit de la réfraction négligée.

§. III.

Copernic, dans son ouvrage, posant les fondemens de l'astronomie, décrit l'instrument, ou l'astrolabe dont on doit se servir; ce sont absolument des armilles telles que nous les avons décrites. Il ne sera pas inutile de tracer ici la suite des observations qu'il prescrivoit à un astronôme; on y prendra une idée de l'état de la science. Il faut d'abord observer l'obliquité de l'écliptique, ce qui s'exécute au moyen des hauteurs méridiennes du soleil au solstice d'été & au solstice d'hiver; la moitié de leur différence est l'obliquité de l'écliptique. Cette moitié ajoutée à la hauteur méridienne du solstice d'hiver, donne la hauteur de l'équateur sur l'horizon, dont le complément à 90° est la hauteur du pôle, ou la latitude du lieu. Comme la déclinaison du soleil est différente pour chaque point de l'écliptique, & qu'elle ne dépend que de l'obliquité de ce cercle sur l'équateur, Copernic en avoit dressé des tables; son principe étoit qu'on doit tout commencer par l'observation des étoiles, & qu'avant d'établir la théorie d'aucune planete, il faut dresser un catalogue de leur position. En conséquence il prescrit d'observer la hauteur méridienne du soleil; cette hauteur comparée à celle de l'équateur, pour retrancher la plus petite de la plus grande, donnera la déclinaison, & par les tables on aura la longitude, ou le lieu du soleil dans l'écliptique. Le soir on dirigera ce point de l'écliptique des armilles au centre de cet astre; on observera à quel point du même cercle répond le centre de la lune; dès que les étoiles reparoîtront, on dirigera le même point de ce cercle à la lune; on remarquera à quel point répond l'étoile, & ce sera sa longitude: cette longitude servira à trouver toutes les autres. Il prescrit d'observer, dans le moment des observations, le point du zodiaque qui se trouve au méridien, afin d'avoir l'heure, comme faisoient les anciens, & pour tenir compte du mouvement du soleil & de la lune dans les intervalles. C'est absolument la méthode d'Hypparque & de Ptolémée;

(*a*) *De revolutionibus*, Lib. II, p. 66. (*b*) Notes de Muller sur Coper. L. IV, c. 16.

ainsi l'astronomie n'avoit pas fait un pas à cet égard. Waltherus avoit imaginé de se servir de Vénus au lieu de la Lune, ce qui valoit beaucoup mieux; mais les ouvrages de Waltherus n'ont paru qu'après la mort de Copernic. Il donne le catalogue des étoiles fixes, qui contient 1022 étoiles comme celui de Ptolémée, & qui n'est en effet que ce catalogue auquel il a ajouté 20° 4′ en conséquence de la précession des équinoxes, pour le réduire à l'époque de 1525, ce qui fait environ 1° pour 67 ans. Les longitudes sont comptées de la premiere étoile d'Ariès, qui avoit alors 27° 21′ de longitude (*a*).

§. IV.

Il remarqua, en traitant de la rétrogradation des points équinoxiaux, que ce n'est point une libration de 8°, comme Thebith l'avoit imaginé, puisque la premiere étoile d'Ariès differe de plus de trois fois 8° du point de l'équinoxe, tandis que ses plus grands écarts devroient se borner à 16. Il remarque que l'obliquité de l'écliptique a diminué (*b*). Copernic avoit le talent des rapprochemens, qui conduit à celui de l'invention. S'il fait quelquefois tomber dans des erreurs, c'est cependant le seul chemin qui mène à la vérité. Arzachel, trompé par ses observations, avoit cru que l'apogée du soleil étoit sujet à quelque oscillation, que l'excentricité de son orbite étoit variable, Copernic, remarquant que le changement de l'obliquité de l'écliptique & celui de l'excentricité avoient été proportionnels, en conclut qu'ils dépendoient d'une même cause.

	Obliquité	*Excentricité, le rayon supposé 10000.*
Ptolémée.	23° 51′ 20″	415
Albategnius.	23° 35′ 0″	347
Arzachel.	23° 34′ 0″	347
Copernic.	23° 28′ 24″	323

L'apogée du soleil, la précession des équinoxes sembloient sujets à des variations analogues.

	Apogée.	*Précession.*
Ptolémée.	2s 5° 30′	1° en 100 ans.
Albategnius.	2s 22° 17′	en 65 ans.
Arzachel.	2s 17° 50′	en 66 ans.
Copernic.	3s 6° 40′	en 72 ans.

(*a*) *De revol.* Lib. II, c. 14.

(*b*) *Lib. III*, c. 1.

La longueur de l'année paroissoit aussi inégale.

Selon Ptolémée elle étoit de	$365^j\ 5^h\ 55'\ 12''$	
Albategnius, de	$5^h\ 46'\ 24''$	
Les tables alphonsines, de	$5^h\ 49'\ 16''$	
Il paroît que Copernic la faisoit de . . .	$365^j\ 5^h\ 49'\ 24''$	
Il établit l'année sidérale de	$365^j\ 6^h\ 9'\ 40''$	(a)

Ces variations qui, à l'exception de celles de l'obliquité de l'écliptique, ne tiennent qu'au plus ou moins d'exactitude des observations, parurent réelles à Copernic, & tout en se trompant il apperçut plusieurs vérités : 1°. que la précession des équinoxes est inégale : 2°. que l'obliquité de l'écliptique est variable ; 3°. que l'écliptique étant immuable, ce qui étoit attesté par la latitude constante des fixes, il ne peut y avoir de changement que dans les pôles de la terre, & par un mouvement propre à l'équateur terrestre. Il lia toutes ces variations de l'obliquité, de l'excentricité & de l'apogée du soleil, de la précession des équinoxes & de la durée de l'année, & il attribua tous ces effets à une cause unique & générale. Il crut la trouver dans le troisieme mouvement qu'il avoit donné à la terre. Cette révolution s'achevoit dans l'intervalle du retour du soleil à un même solstice. Mais la révolution du soleil dans l'écliptique, où son retour d'une étoile à la même étoile est plus long, Copernic pense que l'inégalité de ces deux révolutions apparentes est la cause de tout. De là naît, selon lui, la précession moyenne des équinoxes ; & comme la durée de l'année civile ou tropique est inégale, la différence des deux révolutions est variable, il s'ensuit une inégalité dans la précession même. Mais le soleil étant immobile, pour rapporter ces apparences à la terre, qui seule se meut réellement, il imagine deux mouvemens dans les pôles, l'un par lequel le pôle s'éleve & s'abaisse, pour augmenter ou diminuer l'obliquité de l'écliptique depuis 23° 52′ jusqu'à 23° 28′ dans une période de 3434 ans, l'autre par lequel ce pôle, balancé dans le sens de la longitude, accélere ou retarde le mouvement de l'équinoxe, qui dans sa quantité moyenne est de 50″ 12‴ par an, faisant un degré en 72 ans. Ce balancement s'accomplit deux fois dans une période de l'obliquité de l'écliptique, & dans un tems de 1717 ans ; la précession des équinoxes la plus rapide est de 1° en 54 ans, & la plus lente de 1° en 102 ans (a). La même période ramenoit les changemens de l'excentricité & ceux de la durée de

(a) *De revol.* Lib. III, c. 14. (b) *Ibid.* c. 6.

l'année ; qui varioit depuis $365^j\ 5^h\ 55'\ 37''\ 40'''$ jusqu'à $365^j\ 5^h\ 42'\ 55''\ 7'''$ (a).

§. V.

Copernic ayant établi que toutes les planetes se mouvoient dans des cercles, suivant le préjugé de l'antiquité, il restoit à expliquer leurs inégalités. Il se servit pour cela des mêmes hypothèses que Ptolémée ; il fit voir que l'inégalité du soleil pouvoit être représentée par un excentrique ou par un épicycle. Le mouvement de l'apogée du soleil ne changeoit rien à ces suppositions. Dans l'excentrique, ce mouvement indiquoit que la ligne des absides avoit un mouvement de rotation ; dans l'épicycle, ce mouvement faisoit connoître que la révolution de la planete dans l'épicycle n'étoit pas égale à celle du centre de l'épicycle dans le déférent ; mais il en résultoit également un mouvement de rotation dans la ligne des absides. Copernic observe que les apparences sont si bien les mêmes dans les deux hypothèses de l'épicycle & de l'excentrique, qu'il n'est pas aisé de décider celle qui a lieu dans la nature (b). Voilà pour le soleil.

§. VI.

Quant à la lune, il reprend Ptolémée sur ce que dans ses hypotheses sur cette planete, tous les mouvemens dans des cercles sont inégaux relativement à leur centre ; l'égalité n'a lieu que pour un centre étranger. Il lui reproche la variation énorme de ses parallaxes & de ses diametres, qui ne sont point dans la raison des distances (c). Riccioli (d) pense qu'on pourroit justifier Ptolémée, en admettant un changement dans l'excentricité de la lune ; mais ce changement, qui auroit lieu de la conjonction à la quadrature, seroit un peu brusque. Il faut être sûr de ses observations & de ses hypothèses, avant de supposer des changemens dans le ciel.

En conséquence il adopta le premier épicycle que Ptolémée avoit établi, faisant son tour dans le tems d'une révolution de la lune à l'égard du zodiaque ; mais il en imagina un second, qui portant la planete, rouloit sur la circonférence du premier. Ces trois mouvemens du centre du premier épicycle sur le déférent, du centre du second sur la circonférence du premier, & de la planete dans la circonférence du second, étoient dans des cercles, & toujours uniformes à l'égard de leur centre. Ainsi les loix de la nature

(a) Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. 168.
(b) *De revol.* Lib. III, c. 15.
(c) *Ibid. Lib. IV*, c. 2.
(d) *Almag.* Tom. I, p. 260.

paroissoient conservées ; d'ailleurs ces épicycles expliquoient aussi-bien qu'on le desiroit alors, l'équation qui se trouvoit quelquefois dans les quadratures de 7° 40′, & qui n'étoit jamais que de 5° 1′ dans les sizigies ; dans ce dernier cas l'équation étoit représentée par le rayon du grand épicycle, comme dans Ptolémée ; dans les quadratures elle étoit représentée par ce même rayon augmenté du diametre du petit épicycle ; & comme la lune étoit supposée décrire ce petit épicycle avec une vitesse double de celle de sa révolution dans le zodiaque, ces apparences & ces équations pouvoient se renouveler deux fois par mois dans les deux sizigies & dans les deux quadratures ; seulement l'équation, additive ou négative dans la premiere des sizigies ou des quadratures, étoit négative ou additive dans la seconde ; le petit épicycle rouloit sur le grand dans le tems d'une révolution de la lune à l'égard de son apogée, révolution plus longue que celle à l'égard du zodiaque, il en naissoit dans les équations les différences, qui naissent réellement du mouvement de l'apogée. Copernic (*a*) adopta les quantités des deux équations établies par Ptolémée ; savoir 5° 1′ dans les conjonctions, 7° 40′ dans les quadratures ; & ayant observé les parallaxes au moyen des regles parallactiques de Ptolémée, il trouva la plus grande de 1° 5′ 48″, la plus petite de 50′ 19″, & les distances correspondantes de 52 $\frac{1}{3}$ & de 68 $\frac{1}{3}$ demi-diametres terrestres. En conséquence il régla que la distance moyenne de la lune à la terre étant de 60 $\frac{1}{3}$ de ces demi-diametres, le rayon du plus grand des épicycles en contenoit 5 $\frac{1}{6}$ (*b*).

§. VII.

Copernic cherche la distance du soleil par la méthode dont Ptolémée s'étoit servi, & que nous avons indiquée (*c*) ; il la trouve de 1179 demi-diametres terrestres. Ptolémée avoit trouvé 1210, Albategnius 1146, Tycho trouva depuis 1182 ; Muller admire cet accord dans une chose si difficile (*d*). Mais quand on use de la même méthode, & d'observations qui ne sont pas beaucoup plus précises, on s'accorde dans l'erreur comme dans la vérité.

Copernic pense que le diametre du soleil apogée est un peu plus grand qu'il n'étoit du tems de Ptolémée ; aussi l'établit-il de 31′ 48″, plus grand de 28″ ; dans le périgée il étoit de 33′ 54″, la parallaxe de 3′. Les diametres

(*a*) *De revol.* Lib. IV, c. 8
(*b*) *Ibid*, c. 16 & 24.
(*c*) *Suprà*, p. 541.
(*d*) *De revol.* Lib. IV, c. 19, *in notis.*

de la lune dans les conjonctions & oppositions apogées 30′, & périgées 35′ 38″; dans les quadratures apogées 28′ 45″, & périgées 36′ 44″. Il établit la longueur du cône d'ombre de 265 demi-diametres terrestres, & le rapport du diametre de cette ombre à celui de la lune comme 403 à 150. Toutes ces déterminations sont très-proches de celles de Ptolémée. Copernic n'a gueres avancé l'astronomie que par le systême qu'il renouvela; mais aussi ce systême lui a fait faire un grand pas (*a*).

Muller ajoute que Tycho a démontré le premier que le diametre de la lune nouvelle étoit plus petit que celui de la lune pleine, à cause de l'irradiation. Le diametre, qui est dans un cas de 28 45, est dans l'autre de 36; c'est ainsi que Tycho en avoit établi la proportion, lorsque la lune est également périgée (*b*). Le diametre du soleil n'est jamais augmenté que de 3′. Voilà pourquoi, dit-il, le soleil ne peut être tout-à-fait caché par la lune (*c*). On ignoroit qu'il y avoit des éclipses totales de soleil, même avec demeure. Il faut avouer aussi que l'observation des diametres étoit alors trop incertaine pour que l'on osât s'y fier. Kepler rapporte que le 22 Février 1591, le diametre de la lune fut mesuré vingt-deux fois de suite : on le trouva deux fois de 31′; six fois de 32, sept fois de 33; six fois de 34; une fois de 36 (*d*). Quel résultat pouvoit-on établir sur des mesures qui différoient de 5′?

Dans le livre V, Copernic établit les mouvemens des cinq planetes; il commence par les moyens mouvemens. Il fait voir que des deux inégalités connues des anciens, la premiere appartient au mouvement annuel de la terre; la seconde seule appartient à ces planetes. Mais il faut avouer que si Copernic, par une hypothese ingénieuse & vraie, trouva le moyen de se débarrasser de la premiere inégalité, l'explication de la seconde est encore bien compliquée; il employe tous les moyens dont Ptolémée s'est servi. Ptolémée avoit employé un épicycle pour tenir lieu du mouvement de la terre, & une excentricité pour représenter l'inégalité propre de la planete. Copernic prend cette excentricité, ou plutôt les $\frac{3}{4}$ de cette excentricité, pour la donner à son excentrique, & il établit un épicycle qui a pour diametre l'autre quart de cette excentricité (*e*). Il y a donc complication de moyens, & l'astronomie étoit encore bien éloignée de la simplicité qu'on

(*a*) *De revol. orb. cœl.* Lib. IV, c. 19, 21 & 22.

(*b*) *Progymn.* Tom. I, p. 119 & 135.

(*c*) *De revol.* Lib. IV, c 22.

(*d*) Kepler, *astr. pars optica*; p. 218.

(*e*) *De revol.* Lib. V, c. 4.

cherchoit. Copernic proposa encore une autre explication, c'étoit celle qu'il avoit employée pour la lune, d'un épicycle roulant sur un autre épicycle, & porté sur un déférent (*a*). Il n'employa point d'épicycle pour Vénus, mais il fit mouvoir le centre de l'orbite de Vénus sur un petit cercle, semblable à celui que Ptolémée avoit déjà employé en pareille occasion (*b*). On peut croire que ces deux artifices sont pour tenir compte de l'excentricité de Vénus & de celle de la terre, dont les effets se compliquent dans les apparences. L'excentricité de Ptolémée partagée, & l'épicycle établi du quart de cette excentricité avoient le même objet. Ainsi Copernic, en voulant dépouiller les apparences du mouvement des planetes de tout ce qui tient au mouvement de la terre, manquoit son objet par son respect pour le vieux préjugé des mouvemens circulaires. Comme il ne faisoit point usage de l'excentricité de la terre, il la retrouvoit partout. Quant au mouvement de Mercure, il employa les mêmes moyens, mais il fut obligé d'y ajouter un épicycle (*c*). La complication n'est pas moins grande pour expliquer la variation & la latitude des planetes : il admet trois causes; le changement de position de la planete dans son orbe incliné à l'écliptique, par lequel elle s'éloigne plus ou moins de ce cercle; la distance de la terre à la planete, qui étant plus ou moins grande, à cause du mouvement propre de notre globe, fait paroître la latitude sous un angle plus ou moins grand. Tout cela étoit bien jusques-là, mais il admet une libration par laquelle l'inclinaison est augmentée & diminuée, & qui s'exécute dans de petits cercles. Cette derniere variation doit encore tenir à l'effet de l'excentricité. Nous n'imaginons pas qu'on attende de nous des explications plus détaillées de toutes ces inventions d'autant plus pénibles qu'elles étoient plus éloignées de la vérité : ce seroit un grand travail que celui de démontrer comment ces suppositions cadroient bien ou mal avec les phénomènes. Cette étude de notre part, qui en exigeroit une autre de nos lecteurs pour nous entendre, seroit du tems perdu pour les uns & pour les autres. Il nous suffit de donner l'esprit des méthodes & des explications. Au reste Copernic n'a pas fait la multitude d'observations que demanderoient toutes les théories qu'il a établies; il s'est servi de toutes celles qui avoient été faites avant lui, & notamment par Ptolémée. Il s'est proposé de représenter tous les mouvemens qui en résultent, par des hypothèses plus simples

(*a*) *De revolutionibus orb. cœlest.* Lib. V, cap 4.

(*b*) *Ibid.* c. 22.

(*c*) *Ibid.* c. 25.

&

& mieux fondées ; & quoique les modernes ayent beaucoup ajouté à la simplicité des explications, on ne peut pas dire qu'il n'eût supérieurement réussi dans son projet. Il a eu le courage de tenter la réforme, il en a exécuté une partie, & son nom vivra autant que l'astronomie.

§. VIII.

Ses partisans ne furent pas d'abord en grand nombre ; parmi ceux qu'on peut connoître & citer, il n'eut d'abord que Rheticus son disciple, & Maestlin ; il eut ensuite Kepler & Galilée, Descartes, Lansberg, Bouillaud, &c. ; encore Lansberg & Bouillaud s'écartoient-ils de lui, en ce qu'ils conservoient au ciel & aux étoiles le mouvement diurne autour de la terre en 24 heures ; mais il n'eut ni Vindelinus ni Gassendi. Malgré le penchant qui devoit porter le défenseur d'Epicure à ces idées philosophiques, tous deux furent arrêtés par la condamnation de Galilée (*a*). Elle ôta sans doute bien d'autres partisans à Copernic, & retarda pendant quelque tems l'admission de la vérité.

L'ouvrage de Copernic parut *in-folio* à Nuremberg sous ce titre : *Nicolai Copernici libri sex de orbium cœlestium revolutionibus* ; il fut réimprimé à Basle *in-folio* en 1566 : on y ajouta *narratio prima G. I. Rhetici ad D. J. Schonerum.* Il fut encore réimprimé à Amsterdam *in-4°* en 1617.

Nous avons déjà parlé de Rheticus, disciple de Copernic ; il a fait une espece de commentaire sur le livre des révolutions célestes, intitulé *narratio prima*, imprimé à Dantzick en 1540 ; réimprimé en 1566 à Virtemberg, à la suite de l'ouvrage de Copernic ; *Ephemeris ex fundamentis Copernici*, Leipsic 1550 ; d'ailleurs Rheticus a bien mérité de l'astronomie, par un ouvrage de patience & d'utilité ; ce sont des tables de sinus calculées de 10 en 10″. Cet ouvrage n'étoit pas terminé à sa mort, qui arriva en 1576. Il fut achevé par Valentinus Otto, & imprimé à Neustat en 1596, dans un gros livre intitulé *opus palatinum de triangulis* (*b*).

Erasme Rheinhold, né à Sal-Feld en Turinge en 1511, mort en 1553, succéda à Milichius comme professeur de mathématiques dans l'université naissante de Virtemberg, qui produisit plusieurs hommes utiles aux progrès

(*a*) Riccioli, *Almag.* Tom. I, pag. 101.

(*b*) M. de la Lande, *Astronomie*, art. 456.

de l'astronomie. Rheinhold eut un fils qui a écrit sur l'étoile de 1572, & dont Tycho faisoit quelque cas. (*a*) Les ouvrages de Rheinold sont :

1°. *Des notes sur les Théoriques de Purbach*, imprimées à Virtemberg en 1542 & en 1601.

2°. *Ptolemei* magnæ constructionis liber primus, græcè, cum *Erasmi Rheinholdi* versione & scholiis, *Virtemberg* 1549 & 2569.

3°. Tabulæ prutenicæ cœlestium motuum *Virtemberg* 1551, *réimprimées en 1562, 1571, 1585 : ces éditions réitérées marquent la bonté & le succès de l'ouvrage.*

4°. *J. de Sacrobosco* libellus de sphærâ & anni ratione, cum annotationibus *Erasmi Rheinholdi*, *Virtemberg* 1568 & 1574.

5°. Primus liber tabularum directionum, canon fœcundus ad singula scrupula, nova tabula climatum, parallelorum & umbrarum, cum appendice canonum, qui in Regiomontani opere desiderantur, auctore *Erasmo Rheinholdo*, *Tubinge* 1554.

Reinhold promettoit une édition du commentaire de Théon sur l'Almageste ; elle n'a jamais paru. Les tables prussiennes, dédiées à Albert de Brandebourg, Duc de Prusse, coûterent à Rheinhold sept ans de travail. Il paroît qu'il hésitoit entre les deux systêmes ; car les préceptes pour le calcul sont données dans les deux hypothèses. Les tables sont pour le méridien de Konisberg, capitale de la Prusse. M. de la Lande (*b*) dit qu'elles sont plus exactes que celles de Copernic, parce que les longueurs de calcul déplaisoient à cet homme de génie, il y mettoit peu de soin, & ses propres tables ne représentent pas toujours bien les observations mêmes qui leur ont servi de base.

Reinerus Gemma, surnommé *Frisius*, parce qu'il étoit de Frise, né en 1508, mort en 1555. Il imagina pour les cartes une nouvelle projection, qui consiste à placer l'œil dans le point de l'équinoxe du printems, & à dessiner tous les objets sur le plan du colure des solstices ; nous en parlerons ailleurs. Lorsqu'il mourut, il travailloit à des globes, où il comptoit placer toutes les positions déjà déterminées astronomiquement. Ses ouvrages sont :

1°. Tractatus de annulo astronomico, de usu & compositione globi utriusque, de radio & baculo astronomico, sive regulis *Hypparchi*, & de astrolabio catholico, *Anvers* 1556 & 1584.

(*a*) Tycho, *Progymnasmata*, P. I, p. 417. (*b*) M. de la Lande, *astron.* art. 452.

2°. Tractatus de principiis astronomiæ & cosmographiæ, deque usu globi ab eo editi, de orbis divisione, & insulis nuper inventis; accedit *Joannis Schoneri* opusculum de usu globi astriferi, *Paris* 1557. *Cornelius Gemma son fils écrivit sur l'étoile de* 1572.

§. IX.

Gemma Frisius est l'inventeur de l'anneau astronomique, c'est à-dire, de l'instrument formé de deux cercles, qui se coupent à angles droits, dont l'un représente le méridien & l'autre l'équateur. L'équateur porte une alidade percée d'un petit trou pour laisser passer les rayons du soleil. Cet instrument n'est qu'une armille simplifiée & portative; il n'a aucune exactitude astronomique. Il servoit pour avoir l'heure avant que les montres fussent communes; il n'est plus d'usage aujourd'hui.

Le rayon astronomique, appelé aussi arbalestrille & bâton de Jacob, est réellement un bâton AB (*fig.* 39), sur lequel glisse à angles droits une regle CD, divisée aussi en parties égales & semblables à celles du bâton. D'une des extrémités B de ce bâton, on regarde la distance de deux étoiles, ou de deux astres, en plaçant la regle de maniere que les deux astres soient vus précisément à ses deux extrémités. Alors l'un des bras CE ou DE de la regle est le sinus de la moitié de l'angle de la distance des deux astres, & l'intervalle de la regle à l'œil sur le bâton est le sinus du complément. Avec ces données, on calcule facilement l'angle. Cet instrument, qui a été mis en usage par tous les astronômes jusqu'à Tycho, qui depuis a servi long-tems sur mer, ne vaut pas grand chose, & n'est susceptible d'aucune précision.

Jean de Roïas fit à peu près dans le même tems un traité sur l'astrolabe, imprimé à Paris en 1550, où cherchant, comme Cornelius Gemma, une projection avantageuse pour les cartes, il développa celle qui consiste à placer l'œil à une distance infinie; de maniere que tous les rayons visuels soient paralleles; nous en parlerons aussi ailleurs. Guido Eubaldus en a donné la démonstration dans son ouvrage intitulé *planispheriorum universalium Theorica*, imprimé à Cologne en 1581.

§. X.

Jean Homelius, né en 1518, mort en 1562, enseigna les mathématiques & l'astromie avec succès à Leipsic; ses connoissances le firent estimer de l'Empereur Charles V; mais ce qui le rend plus recommandable, c'est qu'il fit

des observations, & entr'autres celle de la hauteur du pôle de Leipsic ; qui fut approuvée par Tycho. Il étoit, si l'on peut s'exprimer ainsi, l'aïeul, en fait de doctrine, de ce célebre astronôme. Sculetus, disciple d'Homélius, fut le maître de Tycho. Homélius n'a rien imprimé ; il a laissé seulement une gnomonique manuscrite.

Nous avons dit que les observations les plus suivies & les plus utiles qui ayent été faites avant Tycho, le furent à Cassel par le Landgrave Guillaume IV, aidé de Christophe Rothman & de Juste-Byrge. La plupart de ces observations avoient pour objet d'établir les lieux du soleil & des étoiles. Snellius en a publié une partie à Leyde en 1618 sous ce titre ; *cæli & syderum in eo errantium observationes hassiacæ, illustrissimi principis* Guillelmi Hassiacæ Landgravii *auspiciis quondam institutæ ; & spicilegium biennale ex observationibus bohemicis Tychonis-Brahe : quibus accesserunt* J. Regiomontani & Bern. Waltheri *observationes Norimbergicæ*. Le catalogue ou les positions des étoiles fixes ont été imprimées dans le catalogue britannique de Flamsteed ; mais les observations originales & nombreuses dont Snellius n'a donné qu'un extrait, existent encore en manuscrit à Cassel. M. l'abbé de la Caille en a obtenu une copie qu'il a déposée à Paris dans la bibliotheque de l'académie des sciences.

§. XI.

Nous avons rendu compte des découvertes de Tycho : nous allons ajouter ici quelques détails. Dès qu'il eût reconnu l'effet de la réfraction sur les observations astronomiques, il en conclut que l'obliquité de l'écliptique, observée par la distance des tropiques, étoit toujours défectueuse ; dans nos zônes tempérées, le soleil est toujours bas au solstice d'hiver, & la réfraction très-sensible ; il pensa que la meilleure méthode étoit de bien déterminer la hauteur du pôle, & ensuite d'observer la hauteur méridienne du soleil au solstice d'été, pour de leur différence conclure l'obliquité. C'est ainsi qu'il la trouva de $23^{o}\ 31\ \frac{1}{2}$ (*a*).

Copernic avoit pensé que la premiere connoissance fondamentale en astronomie étoit celle du lieu des étoiles. Tycho pense qu'il faut commencer par le soleil ; les étoiles n'ont que le premier rang après lui. Un des premiers soins de Tycho fut donc de vérifier & d'établir de nouveau

(*a*) *Progymnasmata astronomiæ instauratæ*, édition de 1648, Part. I, p. 6.

la théorie du soleil : il trouva l'excentricité de 2 parties 9 $\frac{1}{3}$, le rayon en contenant 60 ; l'apogée dans 5° $\frac{3}{4}$ de l'Ecrevisse (*a*). Selon Tycho, l'excentricité du soleil étoit variable comme le lieu de son apogée. Cette excentricité avoit toujours diminué depuis Hypparque ; Copernic l'avoit cependant trouvée plus petite que Tycho ; mais celui-ci pense avec raison qu'elle n'avoit pu augmenter si sensiblement en si peu de tems (*b*). Il remarque que Copernic s'étoit trompé de 2' $\frac{3}{4}$ dans la hauteur du pôle de Fruemberg, & il envoya un de ses éleves exprès pour la vérifier (*c*). Par la comparaison de ces observations avec celles de Waltherus, il trouva l'année sidérale de 365j 6h 9' 26'' $\frac{3}{4}$, & l'année civile ou tropique de 365j 5h 48' 45'', précisément comme on la trouve aujourd'hui. En conséquence de ces élémens il dressa des tables du soleil. Il construisit pour cet astre une table de réfraction, qui étoit de 34'' à l'horizon, & qui cessoit à 45°, suivant son opinion. Il donne aussi l'équation du tems. Si Tycho en admit une particuliere pour la lune, il avoit été trompé par les observations ; il paroît qu'il revint à cet égard par le conseil de Longomontanus. Il se borne à réduire en tems la différence entre l'ascension droite du lieu vrai du soleil, & sa longitude vraie, c'est-à-dire, qu'il n'employoit qu'une partie de l'équation du tems. Il y avoit alors des astronômes, tels que Christman, Vitichius & G. Vendelinus, qui ne croyoient pas que l'équation du tems dût être employée. Les uns disoient qu'elle n'étoit pas sensible, les autres que les deux parties se compensoient & se détruisoient (*d*).

Tycho a trouvé le diametre du soleil apogée de 30' environ, & dans le périgée de 32' ; la distance moyenne de cet astre 1150 demi diametres terrestres ; & ce qui est curieux, c'est que cette distance, qui ne differe pas beaucoup de celle de Ptolémée, lui ayant paru confirmée par les observations des éclipses, il ne se détermina pourtant à l'admettre que par je ne sais quelle symétrie des corps célestes, & par amour pour les propriétés platoniques & pythagoriques des nombres. Il trouva dans un livre publié en Allemagne par un certain Offusius, que conformément à ces propriétés, la distance du soleil étoit de 576 diametres, & par conséquent de 1152 demi-diametres ; & pour ne pas paroître avoir un attachement trop superstitieux à ces choses, il ne la posa que de 1150 (*e*).

(*a*) *Progymnasmata astron. instaur.* Par. I, p. 12.
(*b*) *Ibid.* p. 14.
(*c*) *Ibid.* p. 15.
(*d*) Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. 179.
(*e*) Tycho, *loco cit.* p. 298.

§. XII.

Tycho, pour expliquer les deux inégalités de la lune, admit, comme Copernic, deux épicycles & le centre de l'excentrique mobile sur un petit cercle; il établit ces inégalités de 4° 58′ & de 7° 28′ (*a*). Jusqu'à lui on avoit connu le mouvement des nœuds de la lune, qui s'accomplit à peu-près en dix-neuf ans: mais on avoit cru que l'inclinaison étoit constamment de 5°. Albategnius, Alphonse, Copernic n'avoient rien fait de plus à cet égard que Ptolémée. Tycho s'apperçut le premier qu'elle étoit variable: il la trouva dans les sizigies de 4° 58′ 30″, & dans les quadratures de 5° 17′ 30″; il s'apperçut aussi que les nœuds ne se mouvoient pas uniformément. Ce sont deux découvertes importantes. Il eut l'idée ingénieuse de représenter ces variations par un seul mouvement du pôle de l'orbite lunaire dans un petit cercle. Il établit l'inclinaison moyenne de la lune de 5° 8′; ce qui est très-exact. Le petit cercle occupe dans le ciel par son diametre un espace de 19′, ou par son rayon de 9′ 30″. Lorsque le pôle de l'orbite lunaire parcourant le petit cercle, se trouve dans un diametre perpendiculaire à l'écliptique, l'inclinaison est augmentée ou diminuée de la quantité du rayon du petit cercle; elle est ou de 5° 17′ 30″, ou de 4° 58′ 30″. Lorsque le pôle est dans un diametre parallele à l'écliptique, l'inclinaison n'est point affectée, elle reste dans sa quantité moyenne de 5° 8′; mais cette position du pôle influe sur celle du nœud; il est assujetti à une oscillation, à un balancement qui va jusqu'à 1° 46′ (*b*). On déduisoit par le calcul les positions intermédiaires du nœud & la quantité de l'inclinaison: on en dressoit des tables pour corriger les quantités moyennes. Ptolémée, nous l'avons dit, avoit apperçu la réduction à l'écliptique pour la lune; mais nous croyons que Tycho est le premier qui l'ait employée. Il fait la plus grande de 6′ 6″ (*c*).

§ XIII.

Tycho établit que le soleil étoit 140 fois plus gros que la terre, & le demi-diametre de la lune à celui de notre globe comme 2 à 7, ou les solidités comme 1 à 42 (*d*). On n'avoit pas fait sur tout cela un pas depuis Hypparque.

Nous placerons ici les diametres des cinq autres planetes, mesurés &

(*a*) *Progymnas.* Part. I, p. 70.
(*b*) *Ibid.* p. 81.
(*c*) *Ibid.* p. 94.
(*d*) *Ibid.* p. 297.

estimés par Albategnius, par Alfergan & par Tycho. Ces estimations sont bien loin d'être exactes, mais elles montrent l'état des connoissances.

Ces diametres & ces solidités sont comparés au diametre & à la solidité de la terre, pris pour unité.

			Rapport des diametres.		*Rapport des solidités.*
Merc., par	Albat.	comme	1 à 27	ou	19000 fois plus petit.
	Alfer.		1 à 28	ou	22000 fois plus petit.
	Tycho.		3 à 8	ou	19 fois plus petit.
Vénus, par	Albat.		3 à 10	ou	37 fois plus petite.
	Alfer.		3 à 9 3 à 10	ou ou	28 37 } fois plus petite.
	Tycho.		6 à 11	ou	6 fois plus petite.
Mars, par	Albat.		7 à 6	ou	1 fois ½ aussi grand.
	Alfer.		*de même.*		. . . . .
	Tycho.		25 à 60	ou	13 fois plus petit.
Jupiter, par	Albat.		30 à 7	ou	81 fois plus grand.
	Alfer.		32 à 7	ou	95 fois plus grand.
	Tycho.		12 à 5	ou	14 fois plus grand.
Satur., par	Albat.		17 à 4	ou	79 fois plus grand.
	Alfer.		18 à 4	ou	91 fois plus grand.
	Tycho.		31 à 11	ou	22 fois plus grand. (*a*)

Il faut remarquer que ces trois astronômes sont les premiers qui se soient occupés des grandeurs des petites planetes. Hypparque & Ptolémée n'ont déterminé que celles du soleil & de la lune ; ce qui montre, pour le dire en passant, que les Arabes avoient des instrumens bien supérieurs à ceux d'Alexandrie, puisqu'ils ont tenté de mesurer la petite quantité apparente de ces diametres. On peut donc croire à la grandeur de ces instrumens ; puisque cette grandeur faisoit sans doute leur supériorité.

§. XIV.

Les mêmes astronômes essayerent de mesurer la grandeur des étoiles. Albategnius supposa que la sphere des fixes étoit éloignée de 19000 demi-diametres terrestres, 500 au-delà de l'orbite de Saturne. Tycho, commence comme lui, par calculer la plus grande distance de Saturne dans son systême,

(*a*) Ticho, *Progymnasmata*, Part. I, p. 294 & 298.

parce que les étoiles sont certainement au-delà. Il trouve que cette distance est de 12300 demi-diametres terrestres; il assigne en conséquence à la sphere des fixes un éloignement de 14000 de ces demi-diametres. Dans l'erreur de ces hypothèses & de ces calculs, il croyoit la placer au-delà de Saturne, & il la plaçoit presque une fois plus près que le soleil. Dans la table suivante les étoiles sont comparées à la terre.

Etoiles, 1re gr.		Rapport des diam.	Rapport des solidités.
	Albat.	19 à 4	102 fois plus grandes.
	Alferg.	19 à 4	107 fois plus grandes.
	Tycho.	52 à 13	68 fois plus grandes.
2e gr.	Alferg.		90 fois plus grandes.
	Tycho.	55 à 18	28 fois $\frac{1}{2}$ plus grandes.
3e gr.	Alferg.		72 fois plus grandes.
	Tycho.	20 à 9	11 fois plus grandes.
4e gr.	Alferg.		54 fois plus grandes.
	Tycho.	3 à 2	5 fois $\frac{1}{2}$ plus grandes.
5e gr.	Alferg.		36 fois plus grandes.
	Tycho.	50 à 49	1 fois $\frac{1}{18}$ plus grandes.
6e gr.	Albat.		16 fois plus grandes.
	Alferg.		18 fois plus grandes.
	Tycho.	15 à 22	3 fois plus petites. (a)

Tycho trouva que le diametre de la nouvelle étoile de 1572 étoit au diametre de la terre comme 7 $\frac{1}{8}$ à 1, & les solidités comme 360 à 1.

Thomas Diggeseus, Anglois, pensa que cette étoile pouvoit décider la question, si la terre se mouvoit ou non, parce que, disoit-il, si sa grandeur & son éclat varient dans l'intervalle de six mois, ce sera l'effet du mouvement de la terre, qui s'en sera approchée ou éloignée. Mais Tycho lui répondit qu'il devoit y avoir alors dans la position de l'étoile une parallaxe annuelle, comme il y en a dans les planetes, & il avoit raison (b). Diggeseus & Thadée Hagecius avoient résolu plusieurs problêmes pour trouver la parallaxe d'un astre; c'étoit un développement de la méthode de Regiomontanus, Tycho remarque que cette méthode & ces problêmes étoient sans usage, parce qu'ils ne pouvoient s'appliquer qu'à des astres qui n'ont point de mouvement

(a) *Progymn.* Part. I, p. 294 & 301. (b) *Ibidem*, p. 392 & 395.

propre

propre; ce sont précisément ceux-là qui ont une parallaxe, les autres n'en ont pas. (*a*).

§. XV.

Tycho pensoit que le rayon astronomique, quelque parfait qu'il fût, ne pouvoit donner les grandes distances à 1′ près. Il paroît que la vérification des instrumens, qui mesuroient alors les distances, étoit de choisir quelques étoiles zodiacales, qui enfermassent tout le circuit du ciel, de mesurer leurs distances mutuelles, & de voir si les différences de longitude étoient par leur somme égales à 360°; le plus ou le moins, divisé par le nombre des observations, indiquoit l'erreur de l'instrument. Tycho en 1569 étant à Augsbourg, eut pour amis J. B. & Paul Hainzelius, Sénateurs savans & fort curieux d'astronomie. Il y rencontra des ouvriers, & médita sur la construction d'un quart de cercle, qui donnât au moins chaque minute de degré. Paul Hainzelius se chargea de tous les frais, & Tycho lui fit construire un quart de cercle de bois, qui avoit 14 coudées de rayon, & qui fut placé dans la maison du sénateur, au village de Gekainga. Tycho fit plus qu'il ne s'étoit promis. Ce quart de cercle fut divisé de 10 en 10″ (*b*). En 1572 il ne faisoit encore usage pour ses observations, que du rayon astronomique; la nouvelle étoile dont il vouloit déterminer exactement la position, le fit songer à se procurer un meilleur instrument; il fit construire un sextant, d'un bois vieux & dur, qui n'étoit composé que de deux rayons mobiles sur un centre, & garni de pinnules, auquel il ajoutoit différens arcs ou différens limbes de cuivre, suivant l'étendue des distances qu'il vouloit mesurer. Ces rayons longs de quatre coudées, se rapprochoient l'un de l'autre au moyen d'une vis. A la distance du centre d'environ un tiers du rayon étoit un arc placé à demeure, sur lequel rouloit le rayon mobile, & dont l'usage étoit de maintenir le plus exactement possible, les deux rayons dans le même plan (*c*).

Ce mouvement, par le moyen d'une vis, étoit plus doux que celui qui s'exécute à la main en glissant, & qui s'arrête par le frottement. Il peut avoir donné l'idée de nos vis de rappel. Tycho en étoit si content qu'il le fit appliquer à un quart de cercle dont l'alidade, mue verticalement par cette vis, servoit à prendre les hauteurs (*d*). L'usage de cet instrument

(*a*) *Progymn.* Part. I, p. 322 & 397.
(*b*) Tycho, *Mechanica astron. instaurata.*
(*c*) *Progymn.* Part. I, p. 244 & 250.
(*d*) *Mechanica astron. instaur.*

étoit nouveau. Nous parlerons plus bas des instrumens de Tychó en général.

§. XVI.

Thadée Hagecius paroît avoir donné une méthode remarquable; c'est celle de trouver la longitude & la latitude d'un astre, étant donnée sa déclinaison, ou sa hauteur méridienne, avec le point de l'équateur, qui passe au méridien au moment de l'observation. Il est évident que c'est avoir son ascension droite & sa déclinaison (*a*). D'ailleurs, ayant le point de l'équateur qui passoit au méridien avec le soleil, la différence de ces deux points donne l'heure de l'observation. Cette méthode attendoit les progrès de l'horlogerie: ce qui arrêtoit ceux de l'astronomie, c'étoient les défauts de la mesure des tems. Tycho les passe en revue, & il est essentiel de les remarquer avec lui pour constater l'état de la science. Les horloges marquoient les heures, les minutes, les secondes réguliérement en apparence; mais Tycho remarque qu'elles sont sujettes à varier par les changemens de l'air & des vents; c'est ce qui l'engagea, comme nous l'avons dit, à faire des clepsidres à mercure: en général les horloges étoient trop mal travaillées, trop peu exactes quand il s'agissoit d'avoir un tems précis. La méthode de la hauteur observée d'une étoile demandoit que le lieu de l'étoile & du soleil fussent connus exactement par les tables. Elle demandoit encore que la hauteur fût observée avec exactitude, & les instrumens ordinaires de ce tems s'écartoient encore de quelques minutes. Ces trois sources d'erreur ne permettoient aucune précision dans une méthode très-précise par elle-même. Il est vrai que l'erreur dans la hauteur observée influe d'autant moins sur le tems, que l'astre monte ou déscend plus vîte, & que la hauteur augmente ou diminue plus sensiblement; ainsi vers l'horizon la méthode seroit exacte à cet égard, s'il n'y avoit pas l'incertitude des réfractions. Toute méthode, qui employoit alors le tems, étoit donc défectueuse, puisqu'une minute d'erreur produisoit un quart de degré sur l'ascension droite; & qu'il falloit répondre de l'observation à 10″ pour avoir cette ascension droite à 2 ou 3′ près. La ligne méridienne ne peut être décrite assez exactement par le soleil, ni par les étoiles, à moins qu'on n'employe les étoiles circompolaires; idée qui appartient à Tycho, & qui n'étoit venue à personne avant lui. Il ne parle point des hauteurs égales avant &

(*a*) *Progymn.* Part. I, p. 323.

après midi. On en doit conclure, ce ſemble, que cette méthode, ſi antique dans l'Aſie, n'étoit pas alors connue des Européens: mais pour tout dire, il faut avouer que la méthode orientale n'eſt pas ſuſceptible de plus d'exactitude que celle dont Tycho parle ici : elle n'eſt devenue très-exacte que lorſqu'on a pu employer des horloges, qui ne varient pas ſenſiblement dans l'intervalle des obſervations. Quelque légere différence qu'il y ait dans la poſition de la ligne méridienne, elle influe preſque toute entiere ſur l'aſcenſion droite (*a*).

§. XVII.

Un des premiers travaux de Tycho fut la reſtitution du lieu des étoiles. Nous avons dit qu'il ſe ſervoit de Vénus pour faire l'obſervation intermédiaire; il prenoit la diſtance de cette planete au ſoleil par le moyen de ſon ſextant. Il falloit deux obſervateurs dont le premier visât à Vénus par la pinnule, & l'autre au ſoleil par l'ombre du cylindre (*b*). On changeoit les alidades, & on remeſuroit cette diſtance pluſieurs fois; on prenoit en même tems la hauteur des deux aſtres; on marquoit leurs azimuths, leur déclinaiſon par les armilles équatoriales, & leurs hauteurs méridiennes, quand cela étoit poſſible (*c*). Tycho introduiſit dans le calcul les parallaxes du Soleil & de Vénus, mais il en réſulte que tous ces calculs ſont faux, parce qu'il employoit des parallaxes trop grandes; celle du ſoleil étoit de 3′ 7″. Quand le ſoleil deſcendu ſous l'horizon, permettoit de voir les étoiles, on meſuroit la diſtance de Vénus à quelques-unes des plus belles, comme on avoit meſuré celle de la planete au Soleil; on marquoit les tems pour pouvoir tenir compte du mouvement de Vénus dans l'intervalle.

Il chercha par cette méthode l'aſcenſion droite de la claire du Bélier, & quand il n'employa que des obſervations faites le ſoir, il trouva un aſſez grand accord, parceque la parallaxe agiſſoit toujours de même. Trois obſervations qu'il cite, ne different que de 14″ (*d*). Mais il avoit ſans doute quelque ſcrupule ſur ces parallaxes; il imagina de faire des obſervations ſemblables dans les digreſſions matutinales de Vénus. La parallaxe aggrandit toujours les diſtances; mais ſelon que ces diſtances étoient ajoutées à l'aſcenſion droite du ſoleil, ou qu'elles en étoient retranchées, pour obtenir la poſition de Vénus, & enſuite celle de l'étoile, l'effet de la parallaxe

(*a*) Tycho, *Progymn.* Part. I, p. 324.
(*b*) *Infrà*, p. 719.
(*c*) *Progymn.* Part. I, p. 111.
(*d*) *Ibid.* p. 137.

étoit appliqué différemment, tantôt ajouté, tantôt retranché; aussi dans cette comparaison y eut-il des résultats qui différoient quelquefois de 8′. Il prit un milieu, & alors une suite de quinze de ces milieux pris dans un nombre beaucoup plus grand, s'accorde de maniere que la plus grande différence est de 40″; ce qui porte à croire que cette méthode, inventée par lui, rectifioit en effet ce que ses parallaxes avoient de défectueux (*a*).

Il partage ensuite tout le zodiaque par quatre étoiles, & ayant mesuré leur distance mutuelle, il en déduit, au moyen de leur déclinaison connue & observée à part, leur différence d'ascension droite (*b*). Il fait le même partage par six étoiles, ensuite par huit; & comme la Claire du Bélier est une de ces étoiles, en même tems qu'il a les différences ascensionnelles, il a les ascensions droites absolues, & ensuite les longitudes & les latitudes (*c*). Nous pensons que cette méthode avoit l'avantage de servir de vérification: comme ces étoiles embrassoient le circuit du zodiaque, la somme des différences devoit faire 360°. Tycho rétablit de même le lieu d'une belle étoile de chaque constellation, lequel lui sert à trouver tous les autres (*d*) C'est ainsi que Tycho forma son catalogue, qui contient 777 étoiles, dont les positions sont réduites au premier Janvier 1600 (*e*). Kepler, dans les tables rudolphines en donne 280 de plus, établies sans doute sur les observations manuscrites de Tycho (*f*).

§. XVIII.

Ces recherches sur les étoiles conduisirent Tycho à comparer les positions actuelles des étoiles aux positions déterminées dans l'école d'Alexandrie. La comparaison des longitudes lui donna le mouvement des étoiles en longitude, ou la rétrogradation des points équinoxiaux: mais il s'apperçut, comme nous l'avons dit, que les latitudes avoient changé depuis Ptolémée. Il ne s'en rapporta pas aux latitudes marquées par cet astronôme; au moyen de la précession connue des équinoxes, il déduisit de la longitude présente des étoiles celle qu'elles devoient avoir alors, & prenant les déclinaisons observées par Tymocharis, il conclut de ces deux élémens la latitude de ces étoiles. Tycho, après avoir examiné ainsi différentes latitudes déduites des observations de Tymocharis, d'Hypparque & de Ptolémée, après les avoir comparées aux

(*a*) Tycho, *Progym.* P. I, p. 118 & 137.
(*b*) *Ibid.* p. 138.
(*c*) *Ibid.* p. 149.
(*d*) *Ibid.* p. 158.
(*e*) *Ibid.* p. 179.
(*f*) M. de la Lande, astr. art. 719.

siennes, reconnut qu'elles avoient changé à-peu-près & à proportion du changement de l'obliquité de l'écliptique, il falloit nécessairement que l'écliptique se fût abaissé de 20′, ou bien que les anciens se fussent trompés de toute cette quantité dans la détermination de l'obliquité de l'écliptique. Mais comme il est impossible que trois observateurs célebres, Eratosthenes, Hypparque & Ptolémée ayent commis tous trois la même erreur de 20′, il est porté à croire que c'est la latitude des étoiles qui a changé, ou plutôt l'obliquité de l'écliptique qui est diminuée. (*a*)

§. XIX.

Tycho, en se félicitant d'être le premier moderne qui ait entrepris un nouveau catalogue des fixes, parle des étoiles observées par le Landgrave & par ses coopérateurs. Il remarque que les lieux des étoiles du prince avançoient de 5 à 6 minutes sur les siens; il attribue ces erreurs tant dans les longitudes que dans les latitudes, à ce que le Landgrave avoit négligé les réfractions, d'autant plus nécessaires à employer, qu'il s'étoit servi de la méthode des hauteurs & des azimuths, avec le tems du passage des étoiles dans ces cercles, pour déterminer leur position dans le ciel; méthode que Tycho avoit rejetée comme mauvaise, & il s'étonne qu'on ait encore approché de si près du but par des moyens si défectueux; mais c'est que les défauts & les erreurs avoient sans doute été compensés par le nombre des observations (*b*). On voit par les ascensions droites de l'étoile nouvelle, observées par le Landgrave (*c*), combien la méthode étoit mauvaise, puisqu'elles different quelquefois de plus de 2°. Une erreur, si petite qu'elle soit sur le tems, dit Tycho, se multiplie: 4′ de tems font 1°; une erreur de 4′ étoit donc alors une erreur possible. On peut concevoir par-là quelle étoit l'irrégularité des horloges. Ces observations sont le premier exemple où la différence des tems ait donné la différence des ascensions droites.

§. XX.

Tycho apperçut la comete de 1577 le 13 Novembre au soir, vers le couchant. Cette comete parut jusqu'à la fin de Janvier de l'an 1578. Tycho se servoit alors, pour trouver la position des astres, de la méthode d'observer leur hauteur méridienne, d'où l'on conclut leur déclinaison & leur ascension droite par le tems écoulé entre leur passage au méridien & le moment

(*a*) Tycho, *Progymnasmata*, Part. I, p. 171.

(*b*) *Ibid.* p. 210 & 307.

(*c*) *Ibid.* p. 312.

de midi ; mais quoique ces horloges fussent bonnes, & sans doute les meilleures que l'on eût alors, cependant elles n'étoient pas assez exactes pour une méthode où 4″ d'erreur sur le tems produisent 1′ (*a*). Tycho préféra ensuite la méthode des distances. Voici quelle étoit la marche des horloges de Tycho : il en avoit une grande & une petite ; le 22 Février 1582 la grande avançoit de 5′ 20″, le 23 de 7′, le 24 de 6′ 30″, le 26 de 0′ 48″, le 27 elle retardoit de 2′ 42″, le 28 de 0′ 50″ ; la petite le 23 retardoit de 3′, le 24 de 10′ (*b*).

Après avoir établi les positions de la comete, Tycho cherche l'inclinaison de sa route à l'égard de l'écliptique & de l'équateur, & les points où cette orbite coupe ces cercles. Deux observations de longitude & de latitude lui parurent suffisantes pour déterminer ces deux choses ; mais ses déterminations étoient aussi fausses que le furent jadis celles des planetes, parce qu'il considéroit la terre comme le centre des mouvemens. Une médiocre inclinaison à l'écliptique, une petite latitude pouvoient paroître très-grandes, lorsque la terre étoit près de la comete. Ce qu'il y a de singulier, c'est qu'il trouve cependant assez d'accord dans un grand nombre de déterminations établies sur différentes observations (*c*).

Tycho ne trouva point de parallaxe à cette comete. Thadée Hagecius que nous avons déjà cité, donnoit à cette comete une parallaxe de 5° (*d*). Nolthius lui en trouvoit une de près de 6° (*e*) ; ce qui fait voir comme on observoit alors. Beaucoup d'autres savans la croyoient aussi sublunaire ; Tycho s'est donné la peine de leur répondre à tous (*f*) ; l'avantage de Tycho sur eux, c'est qu'il avoit de meilleurs instrumens, & sur-tout plus de constance & de sagacité.

§. XXI.

Un des premiers instrumens de Tycho fut le sextant. La division du limbe étoit par transversales, & c'est la premiere fois qu'il en est question dans cette histoire. Tycho nous apprend qu'on s'en servoit avant lui pour diviser les fleches des arbalestrilles ou bâtons de Jacob. Elle tire son origine de l'échelle géométrique. Tycho ne s'en étoit pas encore servi en 1572 ; il la tenoit d'un professeur de Léipsic nommé Homélius (*g*). L'instrument

(*a*) Tycho, *Progymnasmata*, part. II, p. 23.
(*b*) *Tychonis historia cœlestis*.
(*c*) *Progymn.* Part. II, p. 46.
(*d*) *Ibid.* p. 165.
(*e*) *Ibid.* p. 198.
(*f*) *Ibid.* p. 266.
(*g*) *Ibid.* Part. I, p. 403.

(*fig.* 45) dirigé dans le plan de deux étoiles, étoit étayé par deux bâtons qui servoient à l'appuyer. Il portoit à son centre un cylindre percé d'une fente, & une alidade mobile garnie d'une pinnule à son extrémité. On s'en servoit pour pointer à une étoile, & lorsqu'on observoit le soleil, on employoit sans doute l'ombre du cylindre projetée sur le limbe. Sur le rayon du sextant étoit une autre alidade fixe, également garnie de pinnules, par laquelle, & par la fente du cylindre, on visoit à une autre étoile. Deux oservateurs observoient à la fois pour une même distance; & lorsque cette distance étoit fort petite, comme les deux observateurs auroient été trop près, & se seroient gênés, il y avoit sur l'alidade fixe, & dans la longueur du rayon, un second cylindre percé d'une fente, lequel servoit à viser à une des étoiles au moyen d'une pinnule mobile le long du limbe: cette pinnule mobile n'est pas représentée sur la figure, mais il est aisé de l'imaginer au point du limbe qu'on voudra. Les deux observateurs visoient donc par deux centres différens: c'est comme s'ils s'étoient servi de deux sextans; ils étoient suffisamment éloignés, la même division du limbe servoit pour les deux mesures au moyen d'une réduction (*a*).

§. XXII.

Jusqu'a Copernic les pinnules avoient été percées d'un trou; mais Tycho remarqua que pour voir facilement une étoile, il falloit que le trou de la pinnule antérieure fût plus ouvert que celui de la pinnule où l'œil est placé. Alors il est difficile de juger si l'étoile occupe le centre ou le bord de ce trou; & comme il ne laisse pas d'occuper un certain espace dans le ciel, il en résultoit beaucoup d'incertitude sur l'observation. Tycho y substitua des fentes, qui par leur longueur donnoient assez de lumiere pour appercevoir l'étoile, & qui ayant peu de largeur causoient moins d'incertitude. Nous croyons que lorsqu'il vouloit observer une hauteur, la fente étoit horizontale, & en conséquence il étoit assuré que l'étoile étoit à la hauteur marquée par l'instrument. Lorsqu'au contraire il vouloit observer un passage par un méridien, ou par un vertical, la fente étoit perpendiculaire. Les pinnules de son mural avoient quatre fentes parallèles, formant un quarré auquel répondoient les quatre fentes pareilles de la pinnule logée dans le trou du mur; la supérieure & l'inférieure servoient lorsqu'on observoit simplement la hauteur; les deux verticales servoient sans doute pour le

(*a*) *Progymn.* Part. I, p. 174.

passage au méridien ; du moins c'est ainsi que nous avons conçu cette disposition ingénieuse (*a*).

Nous avons parlé du sextant composé de deux rayons mobiles, qui exigeoit deux observateurs. Tycho en imagina un (*fig.* 46) composé de deux alidades mobiles, qui se rapprochoient par le moyen d'une vis, & pour lequel il ne falloit qu'un observateur. Dans les sextans dont nous avons parlé jusqu'ici, l'œil est placé à la circonférence, & l'on mesure l'angle qui est opposé par son sommet à celui que les rayons des deux astres forment au centre de l'instrument ; ici l'œil est placé au centre, les deux rayons s'ouvrent comme les pointes d'une pince, ou les branches d'un compas, pour saisir la distance des deux astres.

L'*arcus bipartitus* (*fig.* 44), ou l'arc partagé en deux, est encore un instrument de l'invention de Tycho ; il sert à mesurer les petites distances, afin de laisser un intervalle convenable entre les deux observateurs. Ce sont deux arcs d'un rayon égal, mais qui ont des centres différens ; ils sont placés de suite, avec une pinnule à chacun de ces centres : une autre est mobile sur chaque circonférence, & chaque observateur observe de son côté la distance de l'un des deux astres à la ligne de foi de l'instrument prolongée dans le ciel ; la somme des deux distances observées à cette ligne est la distance des deux astres. Cet instrument est ingénieux, la vérification en est facile ; car les deux observateurs pointant au même astre, doivent trouver chacun leur pinnule sur le premier point de la division de leurs arcs respectifs. Remarquons que comme Tycho est le créateur des instrumens modernes, il est le premier, ou un des premiers, qui se soient occupés de leur vérification.

§. XXIII.

Tycho avoit plusieurs quarts de cercle. Cet instrument, dont on ne connoît point, ce semble, l'inventeur, est réellement un quart de cercle (*fig.* 40), terminé par deux rayons fixes. Un fil à plomb suspendu le long d'un de ces rayons, sert à le maintenir dans la position verticale, tandis que l'autre est horizontale ; une alidade mobile, parcourant le limbe, mesure les hauteurs des astres en s'écartant du rayon horizontal, ou leur distance au zénith, si on considere sa distance au rayon vertical. Le premier quart de cercle de Tycho portoit la division de Nonnius ; & Tycho remarque à

(*a*) *Mechanica astron. instaur.*

cette

cette occasion qu'il est peu croyable que cette division ait été employée par Ptolémée, comme Nonnius l'a avancé dans son traité *de crepusculis*. Tycho avoit un second quart de cercle, où étoient réunies la division par transversales & celle de Nonnius. Le pied de cet instrument, en tournant horizontalement, portoit un index qui aboutissoit à un cercle horizontal pareillement divisé. Avec cet instrument on observoit à la fois la hauteur & l'azimuth des astres.

Le quart de cercle mural (*fig.* 41) est encore une invention de Tycho. Comme il savoit que la solidité des instrumens est la base de l'exactitude des observations, il imagina d'attacher fixement un quart de cercle contre un mur; les pinnules étoient mobiles verticalement le long du limbe, pour observer la hauteur des astres dans le méridien. par-là Tycho étoit assuré de les observer toujours dans le même plan. Ce mural avoit près de cinq coudées de rayon; chaque degré étoit divisé non seulement en minutes, mais de 10 en 10″: les intervalles étoient même assez sensibles pour en estimer la moitié, c'est-à-dire, 5″; mais il faut croire que cette derniere division en 10″ étoit opérée par les transversales; car 10″ ne répondent qu'à $\frac{1}{10}$ de ligne sur un rayon d'environ 7 pieds $\frac{1}{2}$: or $\frac{1}{10}$ de ligne, encore moins $\frac{1}{40}$ n'est pas aisé à distinguer.

§. XXIV.

Tycho, dans la belle collection d'instrumens qu'il avoit formée, n'avoit point oublié les instrumens anciens. Il avoit fait construire des regles parallactiques (*fig.* 42) comme celles de Ptolémée, & à l'imitation de celles de Copernic, qui lui avoient été envoyées en présent. Dans cet instrument les angles de la distance au zénith sont mesurés par leurs cordes, & on a les angles au moyen des tables de ces cordes. Tycho y ajouta une perfection; c'est le mouvement horizontal par lequel l'instrument devient propre à observer les azimuths.

Tycho avoit aussi des armilles zodiacales & équatoriales; mais au lieu que les anciens réunissoient tous ces cercles dans un seul instrument, il les avoit séparés pour plus de commodité; elles n'ont rien de particulier que la maniere dont on y observoit. Il falloit deux observateurs; l'un, ayant placé une alidade sur le degré qui répondoit au lieu bien connu d'une étoile, visoit pour orienter convenablement l'instrument, pendant que l'autre observateur dirigeoit une seconde alidade à l'astre qu'on vouloit

comparer à l'étoile. Nous avons cependant remarqué sur une figure gravée de l'armille équatoriale (*fig.* 43) qu'elle est calée par quatre vis, comme nous calons aujourd'hui nos instrumens; ce qui peut donner une date de cet usage (*a*).

Tycho décrit ensuite plusieurs autres petits instrumens, tels que le rayon astronomique, l'anneau astronomique, une armille portative, & l'astrolabe qui avoit été jadis une armille, & qui n'étoit plus alors que le cercle de cuivre divisé, garni d'une alidade & de pinnules pour prendre hauteur.

En général, dans le nombre de ces instrumens, Tycho en avoit de grands & de lourds où il avoit cherché la précision; & d'autres plus petits & plus legers, qu'il avoit voulu rendre plus transportables. Il vouloit avoir des instrumens qui pussent le suivre. Il assure avoir prévu qu'il seroit obligé d'abandonner sa patrie, & il craignoit la troisieme septenaire de son séjour dans l'isle d'Huene. Les fondemens de son observatoire avoient été jetés en 1576: le Roi de Danemarck étant mort en 1597, Tycho fut forcé d'abandonner l'asile de ses travaux & de ses études dans la même année.

§. XXV.

Nous avons tiré le détail de ces instrumens de l'ouvrage intitulé *Mechanica astronomiæ instauratæ*, qui parut peu de tems après sa sortie de Danemarck. Tycho finit cet ouvrage comme le sage doit finir sa journée, & même la vie, qui n'est qu'une journée plus longue, en se rendant compte du bien qu'il a fait & du bien qui reste à faire. Il passe en revue ses travaux & ses déterminations; nous en avons rendu compte. Il souhaite que les Princes envoyent des ambassadeurs pour observer les étoiles invisibles sur son horizon. Tycho, en parlant des planetes, observe qu'il a expliqué par une hypothèse à lui, ce que Copernic expliquoit par le mouvement de la terre, & les anciens par les épicycles: mais il ajoute qu'il étoit des gens, & trois des plus notables, qui n'avoient pas rougi de s'attribuer cette hypothèse. Il les épargne en ne les nommant pas; la postérité n'a pas su leurs noms. Au reste le systême ne valoit pas ces disputes. Il paroît que Tycho comptoit donner à ses *Progymnasmata* une troisieme partie, qui auroit contenu les théories des planetes. Il pense que les 25 années de ses observations suffisent pour établir & pour construire des tables: elles renferment les fondemens d'un grand ouvrage, & si sa vie n'est pas assez longue pour ce

(*a*) *Progymnasmata*, Part. I, cap. 176.

travail, des calculateurs suffiront pour l'achever. Ce ne fut pas un calculateur ordinaire, ce fut Képler qui l'acheva.

§. XXVI.

Les ouvrages de Tycho sont :

1°. Contemplatio mathematica stellæ novæ quæ in fine anni 1572 apparuit. *Copenhague* 1573. *Ce petit ouvrage fut publié par Jean Pratensis. Il est le germe des* Progymnasmata, *& il y est inséré, p.* 354.

2°. Apologetica responsio ad cujusdam peripatetici in Scotia dubia sibi de parallaxi cometarum opposita. *Nuremberg* 1591.

3°. *Tychonis-Brahei* Epistolarum liber primus. *Uranibourg* 1596.

4°. Astronomiæ instauratæ Méchanica. *Vandesburgi* 1598. *Nuremberg* 1602.

5°. Liber de cometâ. 1603.

6°. Astronomiæ instauratæ Progymnasmata. *Uranibourg & Prâgue* 1610. *Il n'y a que la premiere partie ; elle traite de l'étoile de* 1572.

7°. De mundi ætherei recentioribus phenomenis, Progymnasmatum liber secundus, *Francfort* 1610.

8°. *Tychonis-Brahei* Epistolarum astronomicarum libri duo. *Francf.* 1610.

9°. *Tychonis-Brahei* Opera omnia, sive astron. instauratæ Progymnasmata. *Dans les Observations de Cassel, publiées par* Snellius *en* 1618, *on trouve quelques Observations de* Tycho, *faites à Benatica près de Prâgue, & à Prâgue même pendant les années* 1599, 1600 & 1601. (*a*)

10°. *Tychonis-Brahei* de disciplinis mathematicis Oratio, in quâ simul astrologia defenditur, & ab objectionibus dissentientium vindicatur. *Hambourg* 1621.

11°. *Tychonis-Brahei* Opera omnia, sive astronomiæ instauratæ Progymnasmata & tractatus de mundi ætherei recentioribus phenomenis. *Francfort* 1648.

12°. *Lucii Baretti* (*c. à. d. le P. Albert Curtius, Jésuite*) Historia cœlestis, ex libris, commentariis, manuscriptis observationum vicenalium *Tychonis-Brahei. Ausbourg* 1666. *Cet ouvrage a été réimprimé à Ausbourg & à Vienne en* 1668.

Les Observations de 1693 manquent dans ce recueil ; elles sont publiées en partie par M. de la Lande dans les mémoires de l'Académie des sciences

(*a*) *Observationes hassiacæ*, p. 69.

pour 1757, p. 411, & par M. Jeaurat dans les mémoires pour 1763, p. 100. Ces observations avoient été perdues à l'occasion d'une dispute entre Tycho & les observateurs de Cassel sur la parallaxe de Mars. Les manuscrits communiqués disparurent; Albert Curtius mit à la place les observations faites à Cassel & à Virtemberg la même année, avec un catalogue des étoiles, construit pour le même tems sur les observations de Cassel. Cependant les manuscrits originaux de Tycho, restés dans les mains de Kepler, furent renvoyés en Danemarck par Louis Kepler son fils. Erasme Bartholin en fit une copie rédigée suivant l'ordre des années & des planetes pour la faire imprimer. M. Picard étant en Danemarck en 1671, & voyant qu'on ne songeoit plus à l'impression; obtint ces manuscrits & les apporta en France comme le plus précieux fruit de son voyage. On avoit commencé à les réimprimer lorsque Picard & M. Colbert moururent; soixante huit pages seulement furent imprimées, elles vont jusqu'en 1582. M. de la Hire, à qui elles passerent à la mort de Picard, les transcrivit sur l'exemplaire imprimé de l'histoire céleste d'Albert Curtius, qui est dans la bibliotheque de l'Académie. Une copie entiere & collationnée de toutes les observations de Tycho, que M. de l'Isle avoit fait faire sur celle de Bartholin, rapportée par Picard, est actuellement au bureau de la marine à Paris. Ce manuscrit est plus complet que l'histoire céleste d'Albert Curtius; il contient de plus les observations faites avant 1682, les observations particulieres de 1693, & les observations des cometes que M. Pingré doit insérer dans la cométographie à laquelle il travaille. M. de la Hire avoit renvoyé en Danemarck les manuscrits de Tycho, où ils doivent être encore (a).

§. XXVII.

Dans le tems qu'on s'occupoit en Italie de la réformation du calendrier, Ignace Dantes de Pérouse, professeur de mathématiques à Bologne, imagina de se servir du mur méridional de l'église de Sainte Pétronne de cette ville, pour en faire un grand gnomon. Il fit placer à l'extrémité supérieure du mur une lame percée d'un trou, où passoient les rayons du soleil, qui alloient tomber sur le pavé de l'église, & y marquer l'image de cet astre, les changemens de ses hauteurs, l'instant des équinoxes & des solstices. Ce gnomon a soixante-sept pieds de hauteur; il fut établi au mois d'Avril

(a) M. de la Lande, astr. art. 479, 480, 481.

1576. (a). Ce fut là qu'on démontra le changement de l'équinoxe dont on s'occupoit alors. La description de ce gnomon se trouve dans deux ouvrages, l'un de M. Cassini, l'autre de M. Manfredi, avec le grand nombre des observations qui y ont été faites. M. de la Lande en a parlé dans son voyage d'Italie.

§. XXVIII.

Michel Mœstlin, né à Gœpping, dans le duché de Virtemberg, est célebre comme ayant été le maître de Kepler, mais il mérite de l'être par son savoir & par quelques inventions astronomiques. Il avoit un bon esprit, & ayant saisi les idées philosophiques de Copernic, il fut un des premiers qui adopta son systême. Il étoit fortement convaincu de la vérité de l'opinion nouvelle, & étant allé fort jeune en Italie, il eut, dit on, la gloire d'une grande conversion, en détournant Galilée des idées d'Aristote & des erreurs de Ptolémée (b). Il écrivit sur la comete de 1577 un ouvrage dont Tycho fait l'éloge (c). Nous avons parlé de son hypothèse pour l'explication de la route de la comete & de son épicycle elliptique. C'est lui qui a donné la vraie cause de la lumiere foible, qui éclaire le globe de la lune lorsqu'elle éclipse le soleil, & de la lumiere cendrée, qui la fait appercevoir lorsqu'elle est nouvelle. Nous en parlerons à l'article de Kepler. Il paroît que Mœstlin fut le premier qui fit usage des battemens d'une horloge pour mesurer de petits intervalles célestes. Il mesura ainsi le diametre du soleil en 1577. Cette horloge frappoit 2528 coups par heure : 146 battemens s'écoulerent pendant le passage du soleil ; il en conclut le diametre de 34′ 13″. L'instrument ne pouvoit pas donner plus d'exactitude, mais la méthode en attendoit un meilleur. Remarquons qu'il a soin de réduire l'arc du parallèle du soleil en arc de grand cercle (d). Mœstlin est encore le premier qui ait fait usage de la chambre noire pour y mesurer l'image du soleil & de la lune, & en conclure les diametres. Comme l'image marche, ainsi que le soleil, ce mouvement empêche qu'on ne puisse prendre facilement avec un compas la largeur de cette image ; Mœstlin imagina de tracer sur le papier un certain nombre de cercles concentriques, dont les circonférences, toujours de plus grandes en plus grandes, étoient fort près les unes des autres ; il ne s'agissoit plus que de marquer celle qui

(a) Weidler, p. 399.
(b) *Idem*, p. 396.
(c) *Progymn.* Part. I. p. 130.
(d) *Tychonis Hist. cœl.* T. I, p. LXXIX.

contenoit exactement l'image du soleil ; il paroît même qu'il se servoit de cette invention pour estimer la quantité des doigts éclipsés. Nous en trouvons la premiere trace dans l'éclipse de soleil du 25 Février 1579. Cette éclipse nous offre aussi le premier exemple du soin d'observer les hauteurs du soleil en mesurant les doigts éclipsés, afin d'avoir les tems correspondans. Nous croyons par conséquent que cette perfection nouvelle appartient à Mœstlin. En 1584 Tycho observoit la hauteur du soleil diverses fois pendant les progrès ou le décours de l'éclipse, mais il ne marquoit point les doigts, il se contentoit de dessiner une figure, & d'y représenter à peu près la grandeur de la partie éclipsée, ou d'en indiquer le rapport, en disant qu'elle étoit le tiers, le quart du disque (*a*), & de même dans les éclipses de lune. Mœstlin avoit encore une méthode, mais moins bonne & moins exacte, de mesurer le diametre du soleil, c'étoit de marquer trois points sur la circonférence de l'image. Ces trois point suffisent géométriquement pour trouver le centre & la grandeur du diametre ; mais il résulte du mouvement de l'image, que les trois points appartenoient à des circonférences différentes. Mœstlin avoit encore inventé une espece d'observation, qui consistoit à mesurer, au moyen d'un petit quart de cercle, l'angle que fait le vertical avec la ligne perpendiculaire à la ligne des cordes. Schikard a fait usage de cette méthode d'observer l'angle du vertical avec la ligne des cordes, soit par un fil à plomb, soit par la direction de cette ligne des cornes à quelque étoile connue (*b*) : nous en trouvons le premier exemple dans cette même éclipse du 25 Février 1579 (*c*).

Mœstlin avoit encore deux autres méthodes pour mesurer le diametre de la lune ; l'une étoit d'observer les distances des deux bords à une même étoile ; l'autre employoit le disque des anciens placé entre l'œil & la lune (*d*). Mœstlin fut professeur de mathématiques à Tubinge, & sa bonne fortune lui procura cette place, pour lui donner un disciple immortel. Nous aurons occasion de revenir sur Mœstlin, en parlant de Képler.

Ouvrages de Mœstlin :

1°. Ephemerides ab anno 1577 ad annum 1590, ex tabulis prutenicis ad horizontem tubingensem.

(*a*) *Tychonis Historia cœlestis*, Tom. I, p. 79, 82, 83.

(*b*) *Ibid*, Tom. II, p. 950.

(*c*) *Tychonis Historia cœlestis*, T. I, pag. LXXXI.

(*d*) *Ibid.* pag. LXXXVI

2°. Epitome astronomiæ. *Heidelberg* 1582, 1588, 1610.

3°. Examen novi calendarii gregoriani, *Tubinge* 1583.

4°. Alterum Examen, &c. *Tubinge* 1586.

Ses Observations sont imprimées sous le titre de Virtemberg *dans l'histoire céleste de Tycho.*

Fin du Tome premier.

ERRATA.

PAGE 367, *ligne* 23, de 5 en 5 minutes, *lisez* de 10 en 10 minutes.

— 536, *ligne* 16, *be*, *lisez* *bf*.

— 537, *ligne* 1, du centre de l'excentrique, *lisez* du centre de l'épicycle.

— 541, *ligne* 20, diametre, *lisez* demi-diametre.

— 546, *lignes* 8 & 9, avant & après, *lisez* avant ou après.

— 590, *ligne* 16, GE, *lisez* GF.

TABLE
DES LIVRES
CONTENUS DANS CE VOLUME.

DISCOURS *préliminaire*, page I.

LIVRE I. *De l'Ecole d'Alexandrie & des Astronômes, qui ont précédé Hipparque.* pag. 1.

= II. *Des Instrumens dont on a fait usage dans l'école d'Alexandrie.* 51.

= III. *D'Hypparque & de ses Successeurs jusqu'à Ptolémée.* 77.

= IV. *De la mesure de la Terre par les Anciens, & de leurs mesures itinéraires.* 143.

= V. *De Ptolémée & de ses Successeurs, jusqu'à la fin de l'Ecole d'Alexandrie.* 169.

= VI. *Des Arabes, des Persans & des Tartares modernes.* 213.

= VII. *De l'Astronomie des Chinois & de celles de quelques autres Peuples.* 261.

= VIII. *De l'Astronomie d'Europe jusqu'à Copernic.* 291.

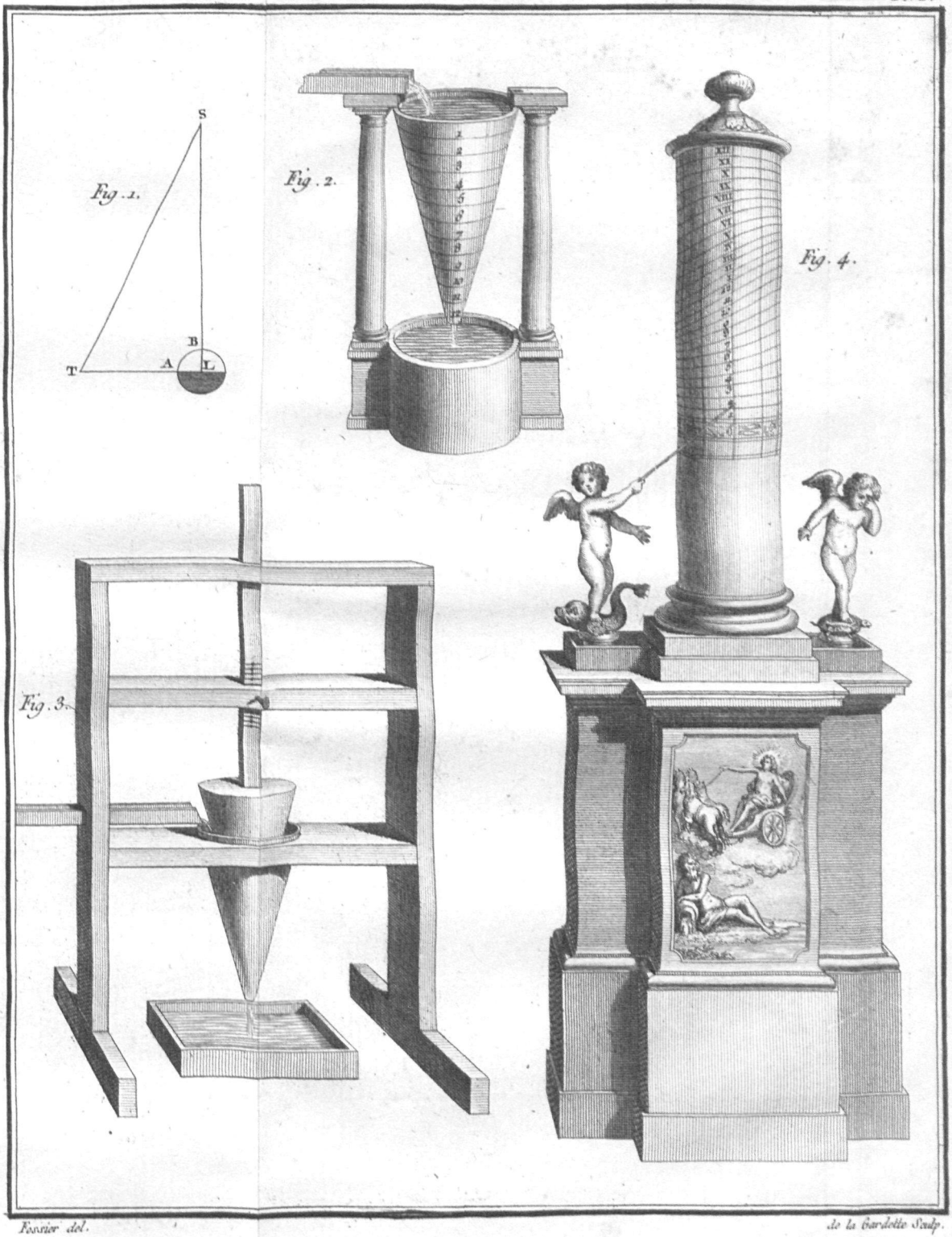
= IX. *De l'Astronomie d'Europe depuis Copernic jusqu'à Tycho.* 333.

= X. *De Tycho & de la Réformation grégorienne.* 377.

= XI. *Discours sur l'Astrologie du tems de Tycho.* 425.

= XII. *Eclaircissemens, Détails historiques & astronomiques.* 443.

FIN.



Fossier del. de la Bardette Sculp.

Fig. 5.

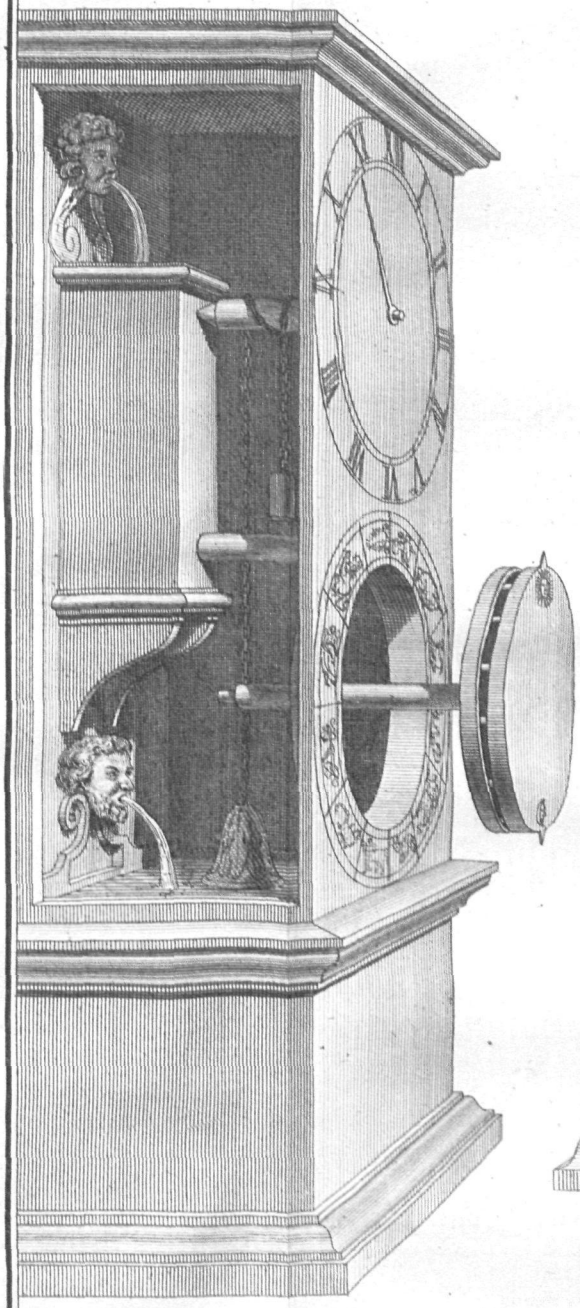
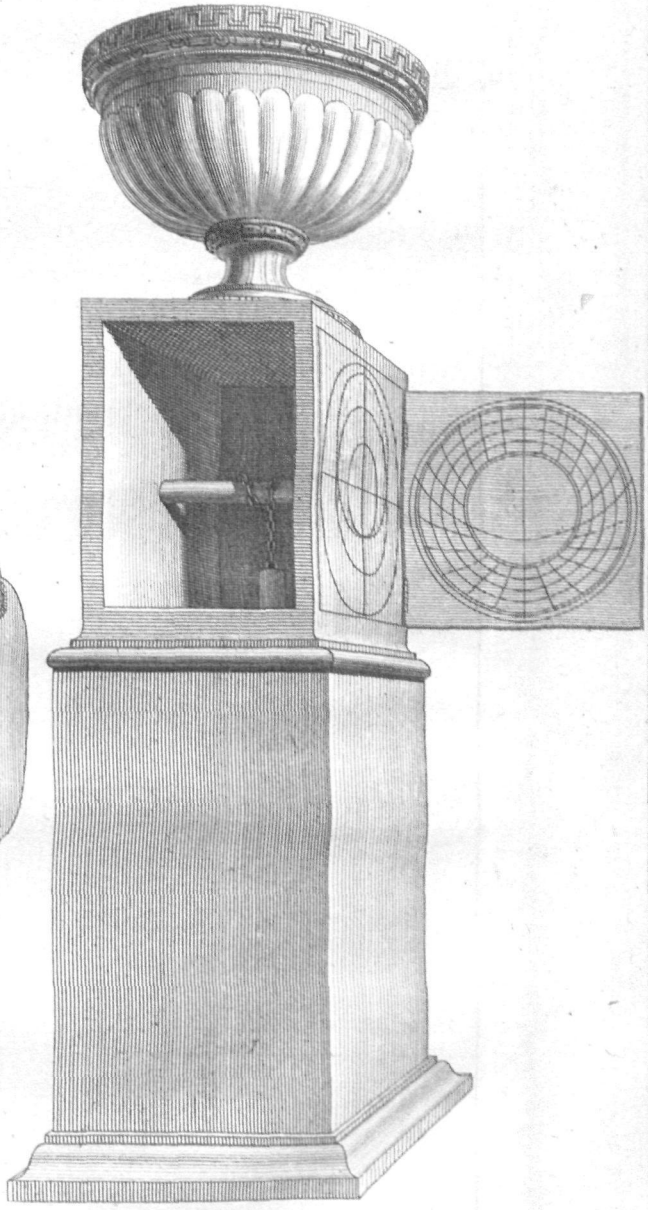


Fig. 6.



Fossier del.

de la Gardette Sculp.

Fig. 7.

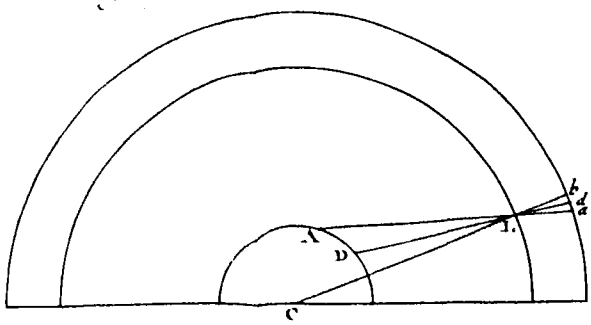


Fig. 8.

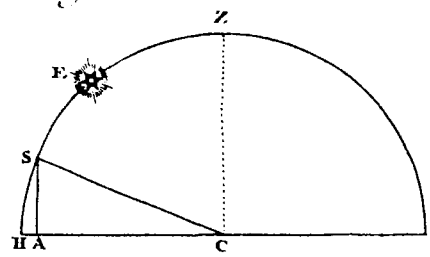


Fig. 7. Bis

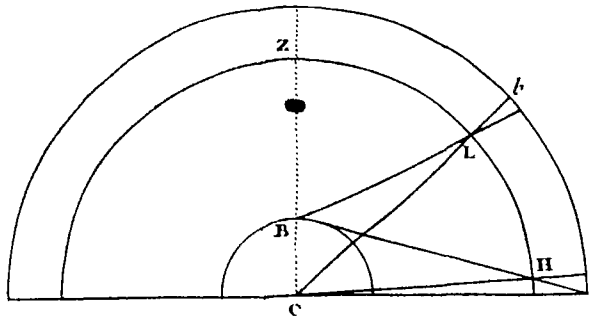


Fig. 9.

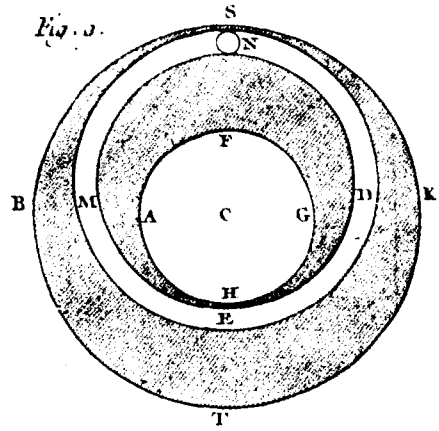


Fig. 10.

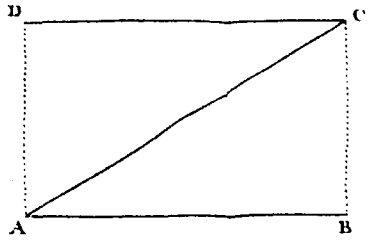
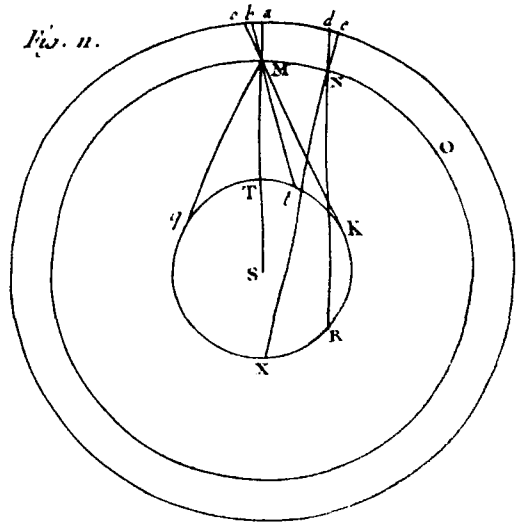
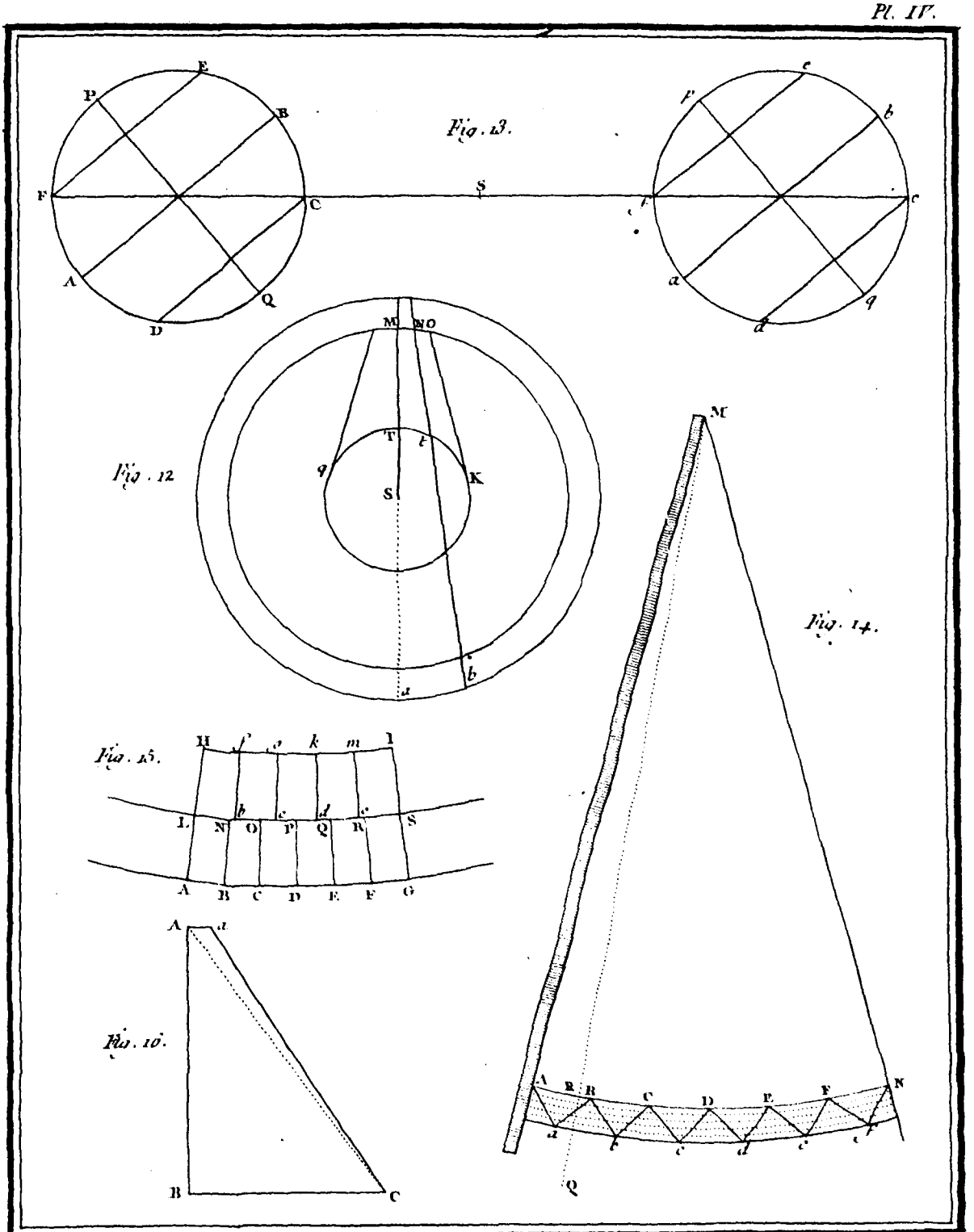


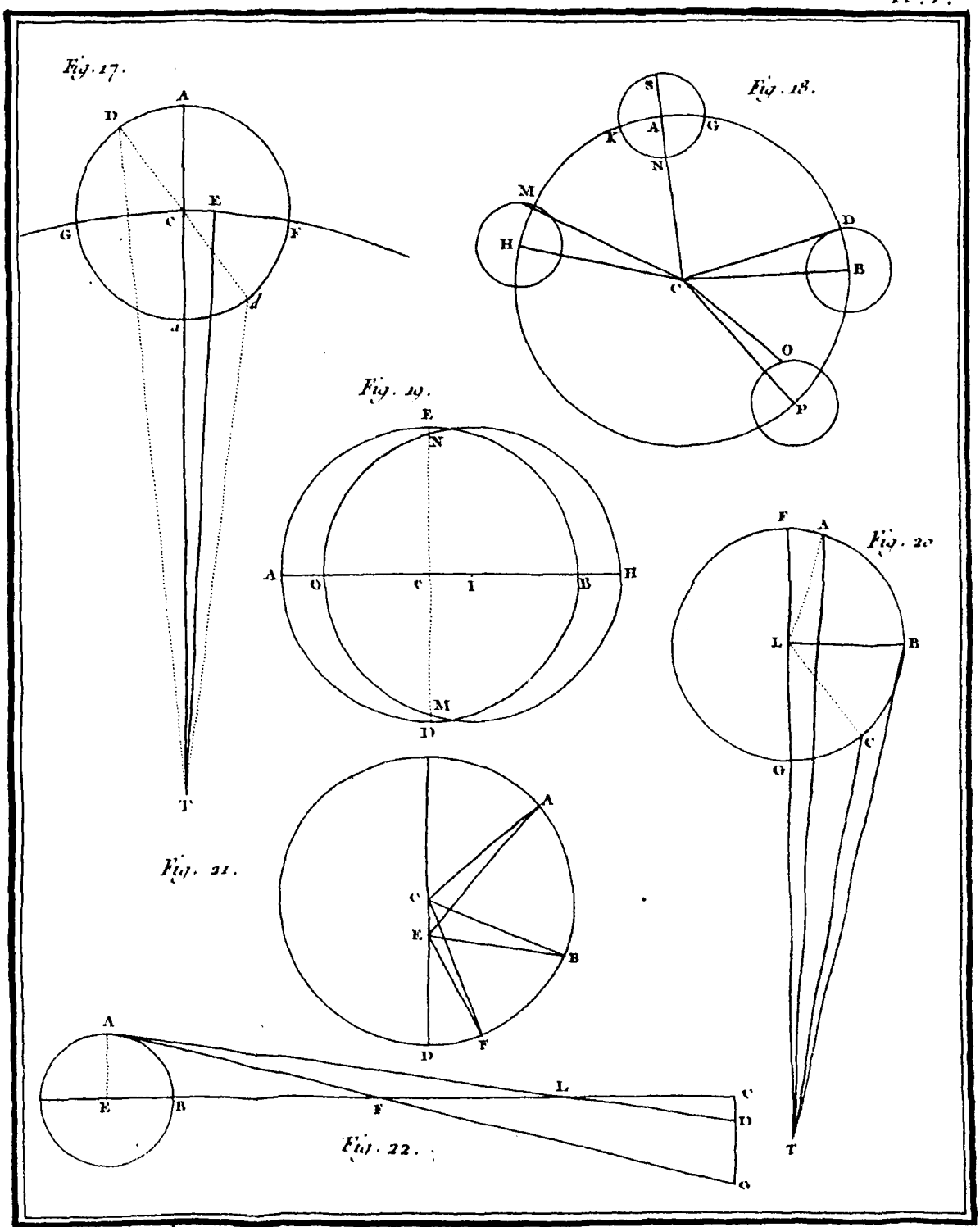
Fig. 11.



De la Gardette Sculp.



De la Gardette Sculp.



De la Gardette Sculp.

Fig. 23.

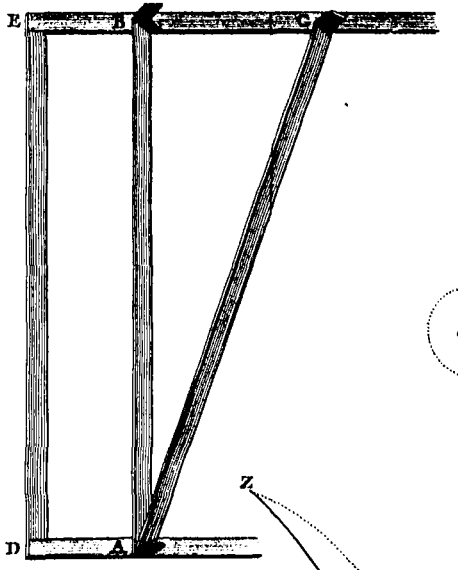


Fig. 24.

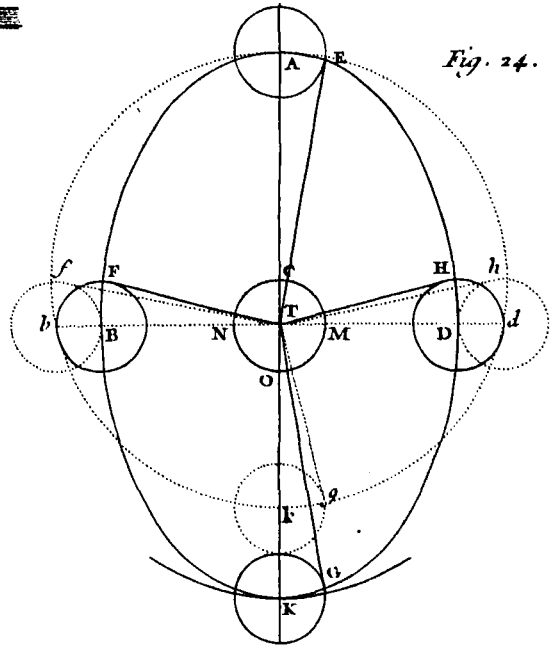


Fig. 25.

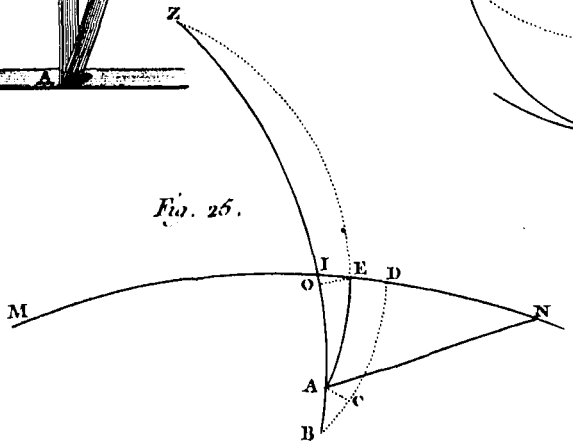


Fig. 26.

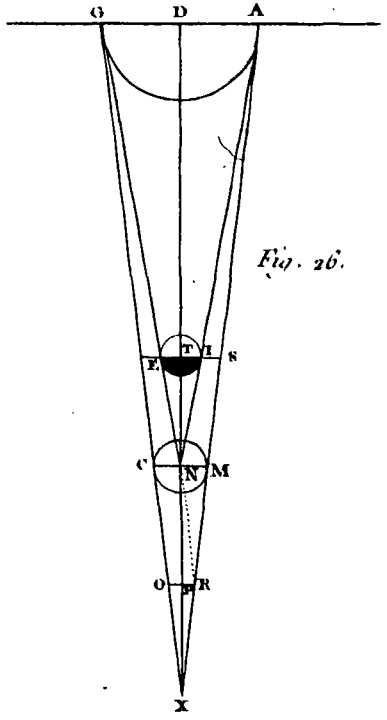
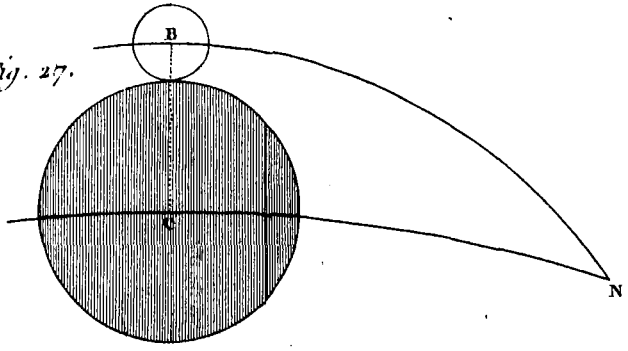
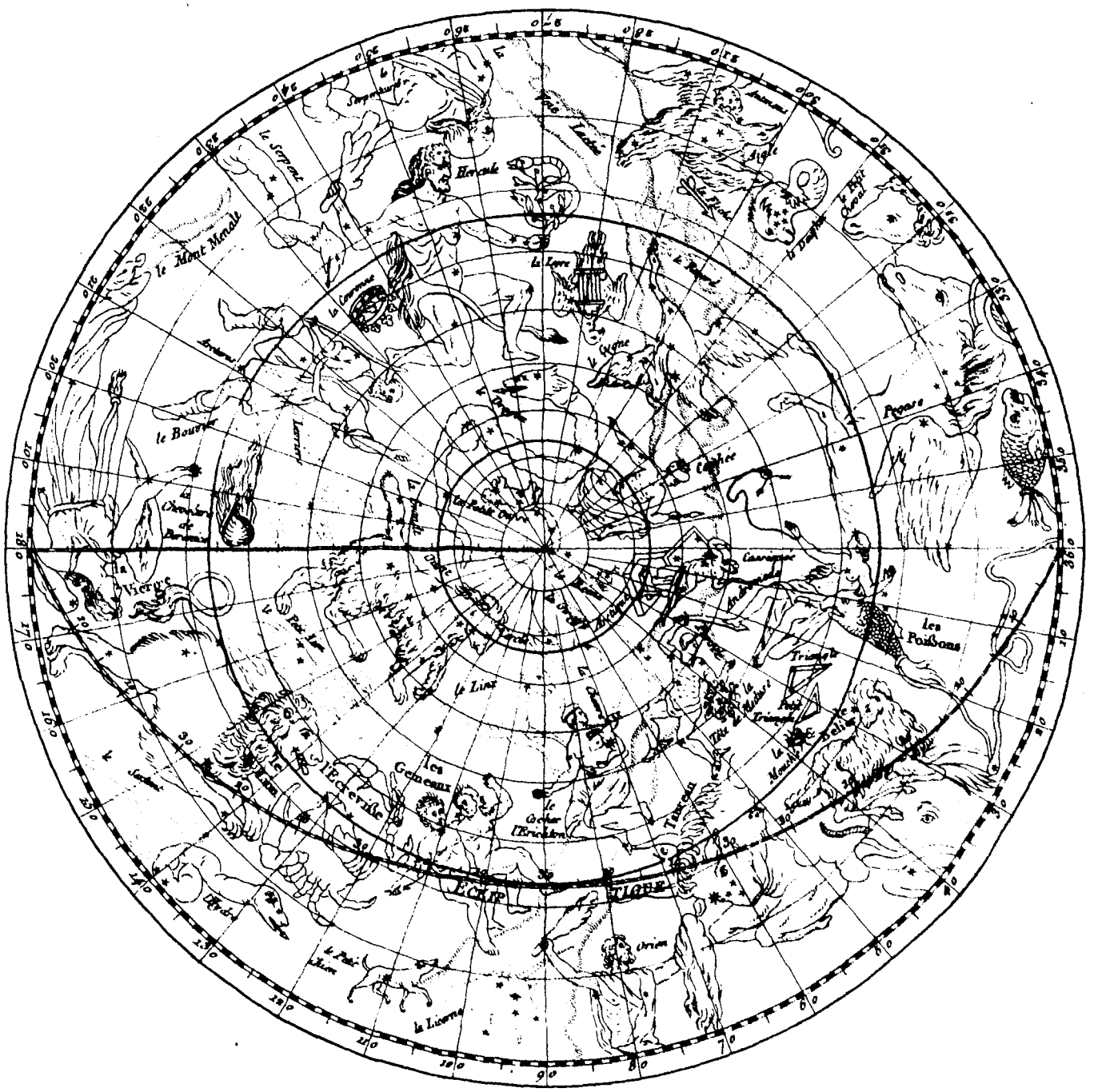


Fig. 27.



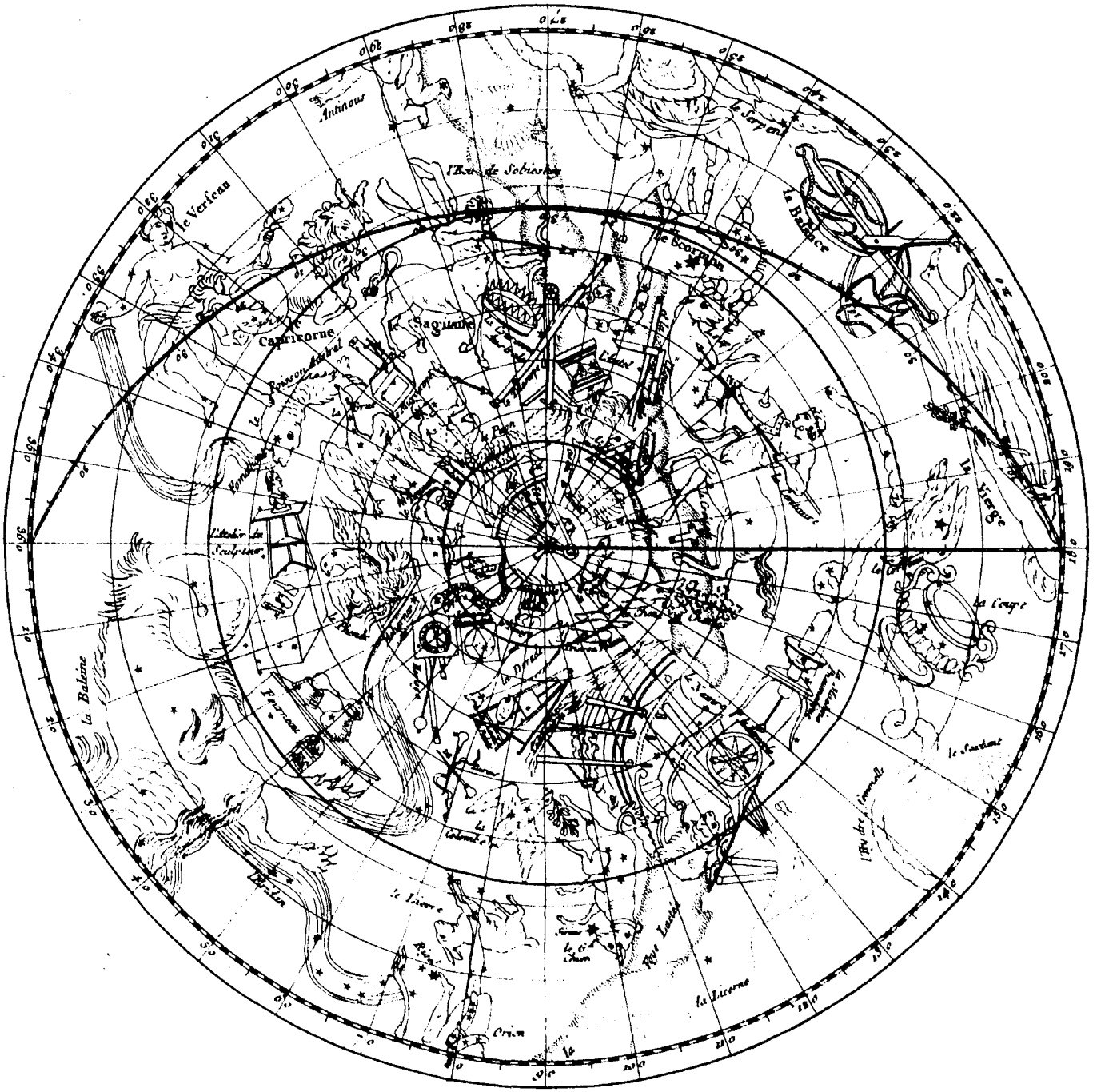
de la Gardette Sculp.

HEMISPHERE BOREAL.

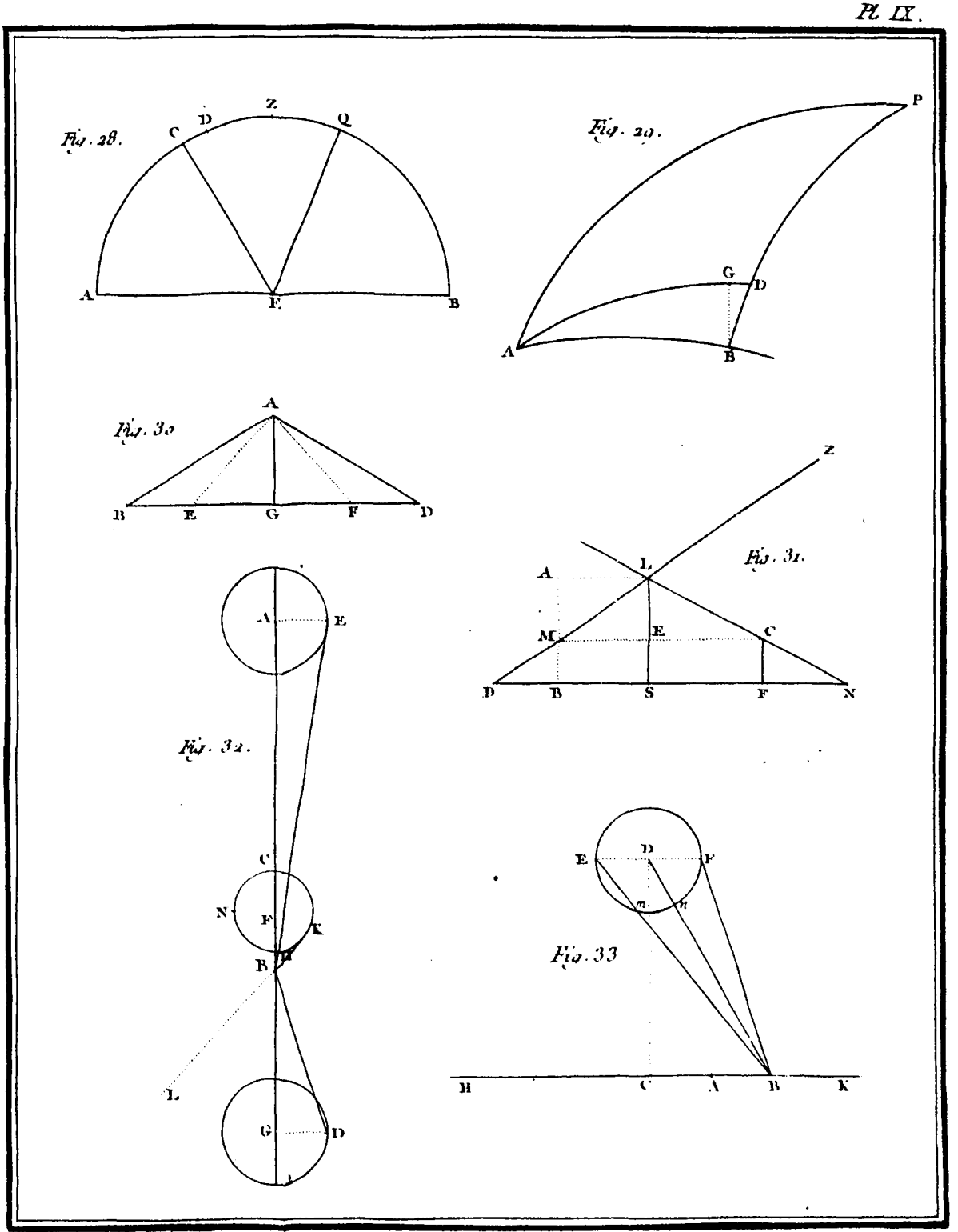


de la Gardette Sculp.

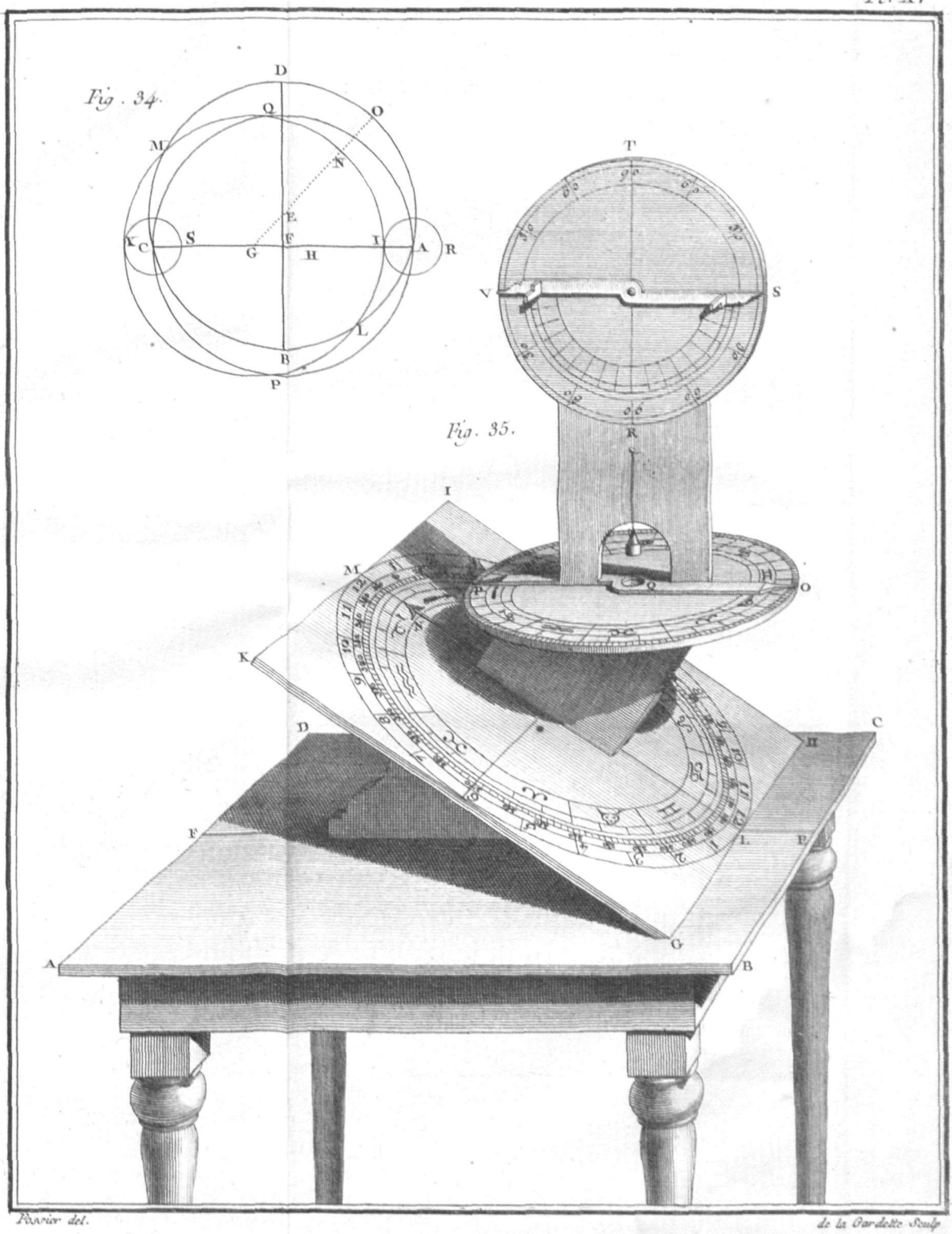
Hemisphere Austral.



de La Gardette Sculp.



de la Gardette Sculp.



Poirier del.

de la Gardette Sculp

Fig. 36.

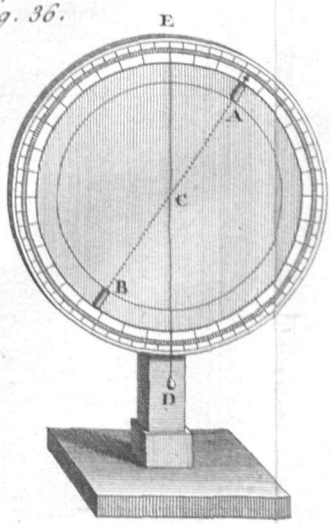


Fig. 37.

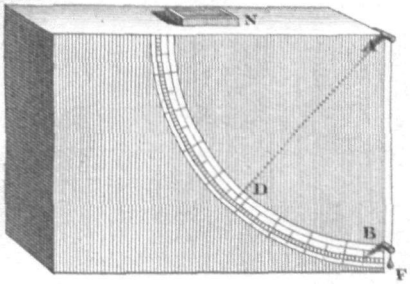
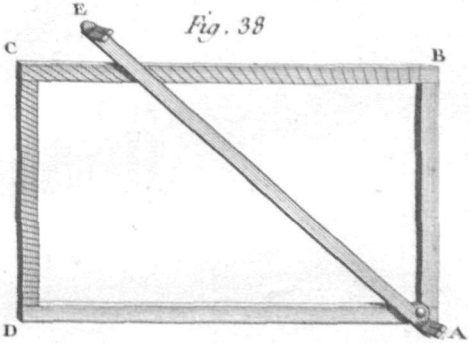


Fig. 38



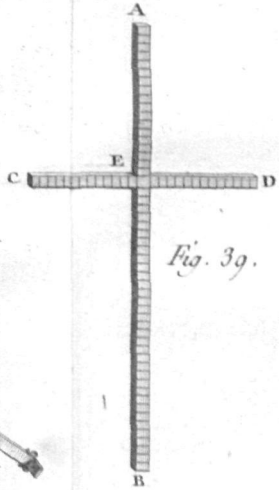


Fig. 39.

Fig. 40.

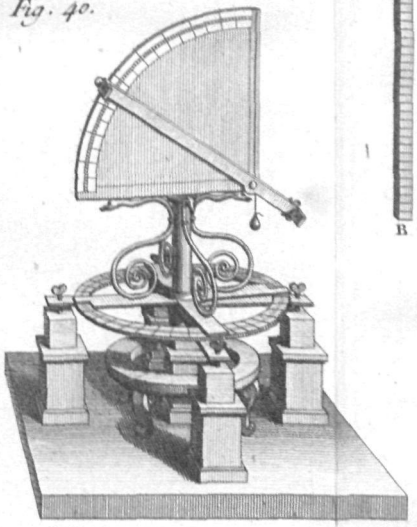
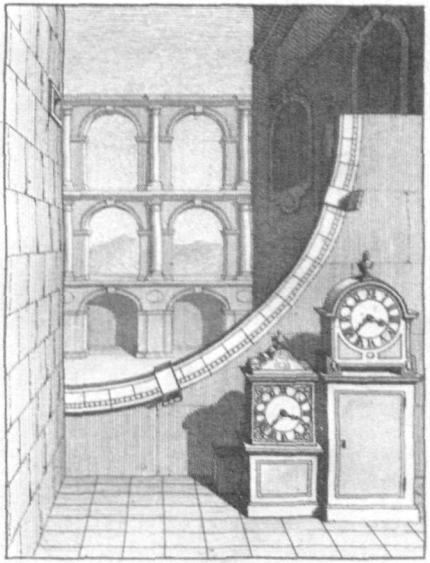


Fig. 41.



de la Gardette Sculp.

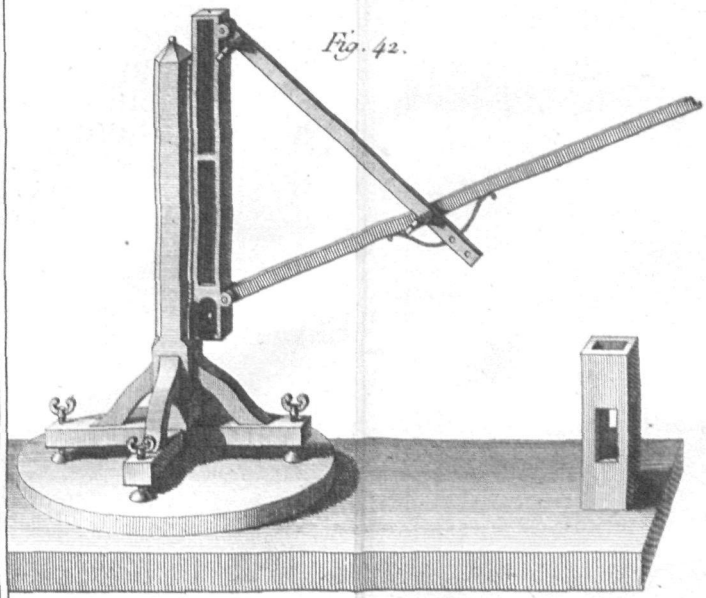


Fig. 42.

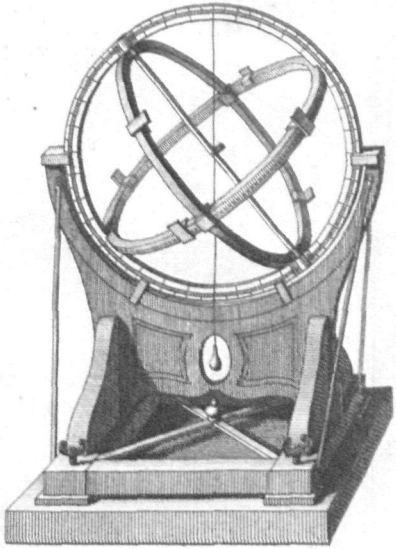


Fig. 43.

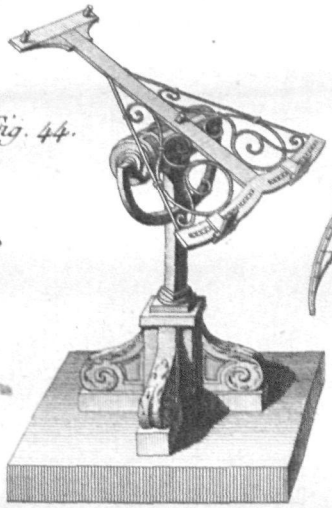


Fig. 44.

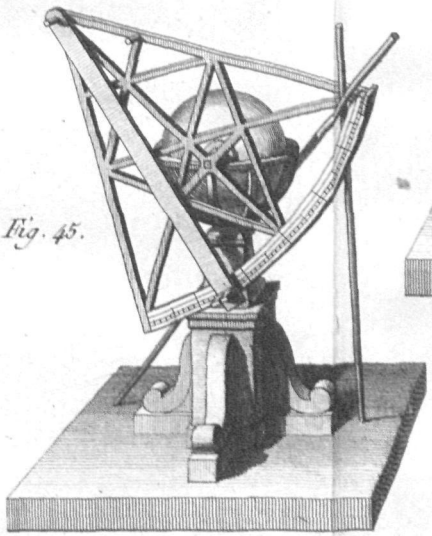


Fig. 45.

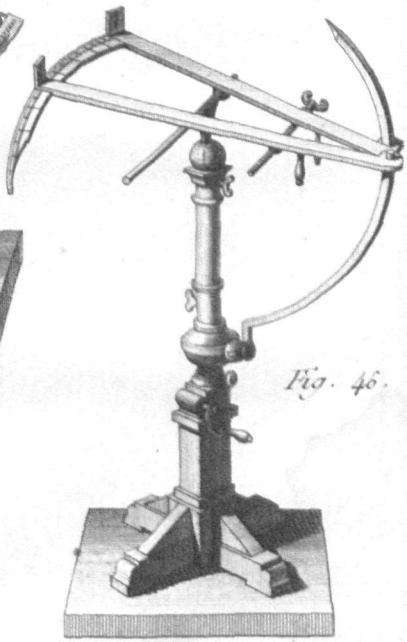
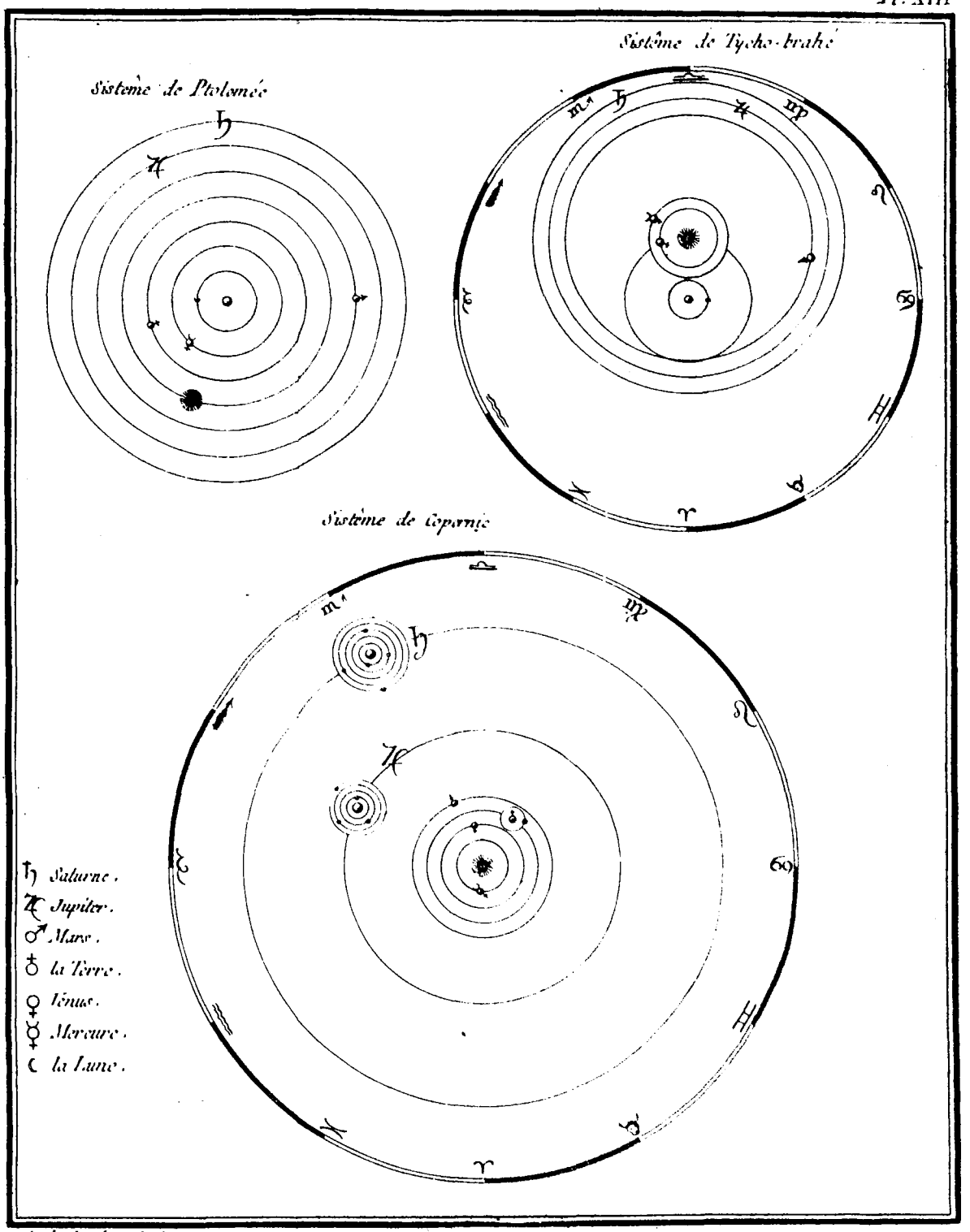


Fig. 46.

de la Gardette Sculp.



de la Gardette Sculp.

331

Boards flattened. Turn-ins readhered to boards & broken end papers mended with japanese tissue & paste. Folding cloth box with lip constructed to house & protect book.

Sky Meadow Bindery, Inc.
December 1992