

## CHAPITRE VIII.

*Des recherches qu'on a faites sur la figure de la terre.*

UN corps ne peut se mouvoir autour d'un centre, qu'il ne fasse continuellement effort pour s'en écarter : cet effort est d'autant plus grand, qu'il décrit un plus grand cercle dans un temps donné ; et il y a en lui une force centrifuge plus grande. Or, dans le même temps, dans 24 heures, toutes les parties de la terre décrivent des cercles. Il y a donc dans toute la surface une force centrifuge ; et cette force est inégale, parce que les cercles décrits sont inégaux. Le plus grand cercle est sous l'équateur : tous les autres diminuent insensiblement, en sorte que ceux qui se terminent aux pôles, peuvent être regardés comme deux points. La force centrifuge est donc plus grande sous l'équateur que partout ailleurs ; elle diminue ensuite comme les cercles ; elle s'éteint aux pôles.

Mais cette force centrifuge est contraire à la pesanteur. La pesanteur est donc moindre sous l'équateur que sous les pôles ; et par conséquent l'équilibre des eaux demande que, tandis que la surface de la mer s'éloigne d'un côté du centre de la terre, elle s'en rapproche de l'autre. Les colonnes sont donc plus longues sous l'équateur, plus courtes sous les pôles ; d'où l'on doit conclure l'aplatissement de la terre.

Rien n'était plus naturel que ce raisonnement : cependant, lorsque, sous Louis XIV, Picard mesura le méridien, on n'avait point encore pensé à révoquer en doute la sphéricité de la terre : voilà où l'on en était en 1670.

Quelques expériences ayant fait soupçonner que la pesanteur est moindre sous l'équateur qu'aux pôles, l'observation du pendule à 5 degrés de latitude le confirma. Richer, étant à Cayenne, trouva que son horloge à pendule retardait de 2 minutes 28 secondes chaque jour. Or, si l'aiguille marque moins de secondes pendant une révolution des étoiles, c'est que le

pendule fait moins d'oscillations ; et si le pendule fait moins d'oscillations, c'est qu'ayant moins de pesanteur, il tombe plus lentement dans la verticale. Il est vrai que la chaleur pourrait produire le même effet en allongeant la verge du pendule : car, toutes choses d'ailleurs égales, un pendule plus long oscille plus lentement. Mais les observations prouvent que les chaleurs de Cayenne ne sauraient allonger la verge du pendule, au point de causer dans le mouvement de l'aiguille un retardement de 2 minutes 28 secondes par jour.

Il fut donc démontré que la pesanteur est moins grande sous l'équateur. Alors on conclut que la terre est aplatie vers les pôles, et cette conséquence parut évidente aux plus grands calculateurs, Huyghens et Newton. Mais si les calculs sont sûrs, ils portent souvent à faux. Dans l'application de la géométrie à la physique, il est assez ordinaire de calculer avant de s'être assuré des suppositions sur lesquelles on s'appuie. Les questions sont si compliquées, qu'on ne peut pas répondre de faire entrer dans la théorie toutes les considérations

nécessaires. Huyghens et Newton vont nous en donner un exemple.

La théorie de ces deux mathématiciens s'accorde à donner à la terre la figure d'un sphéroïde elliptique aplati vers les pôles.

Huyghens supposait que tous les corps tendent précisément au même centre, et qu'ils y tendent tous avec le même degré de force, à quelque distance qu'ils en soient. De là il concluait que la force centrifuge peut seule altérer la pesanteur ; et il trouvait que l'axe de la terre est au diamètre de l'équateur, environ comme 577 à 578.

Newton raisonnait sur une autre hypothèse ; il supposait que la pesanteur est l'effet de l'attraction par laquelle toutes les parties de la terre s'attirent mutuellement en raison inverse du carré des distances. Alors ce n'était plus assez de déterminer avec Huyghens, de combien la terre devait être aplatie par la force centrifuge ; il fallait encore déterminer de combien la terre, déjà aplatie par cette force, devait l'être encore par la loi de l'attraction ; et il trouvait que l'axe est au diamètre de l'équateur, comme 229 à 230.

L'hypothèse d'Huyghens est contrariée par l'observation du pendule, et par la mesure des degrés qui font l'aplatissement de la terre beaucoup plus grand que sa théorie ne le suppose. Mais le succès du système de Newton suffisait pour lui donner l'exclusion.

A la vérité, la loi de l'attraction était une considération que la théorie ne devait pas oublier; et Newton avait par là un avantage. Cependant la solution qu'il a donnée est insuffisante et imparfaite à certains égards. *Newton*, dit M. d'Alembert, *supposait d'abord que la terre est elliptique, et il déterminait, d'après cette hypothèse, l'aplatissement qu'elle doit avoir. . . . C'était proprement supposer ce qui était en question.* Voilà ce que c'est que le calcul, lorsqu'on l'applique à la solution des problèmes compliqués de la nature.

Messieurs Stirling et Clairaut ont cru démontrer que la supposition de Newton est légitime, et que la terre est un sphéroïde elliptique; mais ils raisonnent eux-mêmes sur des hypothèses qui auraient besoin d'être prouvées; et M. d'Alembert

assure qu'en faisant d'autres suppositions, il démontre lui-même, dans ses recherches sur le système du monde, que toutes les parties du sphéroïde pourraient être en équilibre, quoique la terre n'eût pas une figure elliptique. Il fait plus; c'est que, dans la supposition où les méridiens ne seraient pas semblables, où la densité varierait non-seulement d'une couche à l'autre, mais encore dans tous les points d'une même couche, il croit démontrer que l'équilibre pourrait encore se maintenir par les lois de l'attraction, et que, par conséquent, il pourrait avoir lieu dans la supposition où la terre aurait une figure tout-à-fait irrégulière. Il n'est donc pas même possible à la théorie de prouver la régularité de la figure de la terre. Les lois de l'hydrostatique, sur lesquelles elle porte, ne la prouveraient que dans la supposition où la terre, ayant été primitivement fluide, aurait conservé la forme d'un sphéroïde aplati, forme que la gravitation mutuelle de ses parties, combinées avec la rotation autour de l'axe, lui aurait fait prendre. Mais, demande M. d'Alembert, est-il bien

26.

prouvé qu'elle ait été originairement fluide? et quand, l'ayant été, elle eût pris la figure que cette hypothèse demandait, est-il bien certain qu'elle l'ait conservée?

Les parties d'un sphéroïde fluide devraient être disposées avec une certaine régularité, et sa surface devrait être homogène : or nous ne remarquons ni homogénéité sur la surface de la terre, ni régularité dans la distribution de ses parties. Tout paraît, au contraire, jeté comme au hasard dans la partie que nous connaissons de l'intérieur et de la surface de notre globe : et comment pourra-t-on croire que sa figure primitive n'a pas été altérée, si on considère les bouleversemens dont il reste des traces évidentes?

La théorie porte donc sur des suppositions qu'il est impossible de prouver, et qu'on n'admet pour certaines, que parce qu'on ne voit pas pourquoi elles seraient fausses.

On l'a voulu confirmer, cette théorie, par des observations et par la mesure des degrés en différens lieux ; mais les raisonnemens ont quelquefois été faux, les me-

sures peu d'accord entre elles, et les difficultés se sont multipliées.

La terre, a-t-on dit, a une figure régulière, et ses méridiens sont semblables, si l'équateur est exactement un cercle : or la circularité de l'ombre de la terre, dans les éclipses de lune, prouve la circularité de l'équateur.

Ce qu'il y a de singulier, c'est que ceux qui font ce raisonnement, sont persuadés que les méridiens ne sont pas des cercles. Mais comment veulent-ils que l'ombre de la terre soit une preuve de la circularité de l'équateur, et qu'elle n'en soit pas une de la circularité des méridiens?

Si, en partant des mêmes latitudes, dit-on encore, on parcourt des distances égales, on observera les mêmes hauteurs du pôle. Donc les méridiens sont semblables, et la terre a une figure régulière.

Ceux qui parlent ainsi, supposent tacitement que les mesures terrestres et les observations astronomiques sont susceptibles de la dernière précision. Car auraient-ils l'esprit assez peu conséquent pour dire : ces mesures et ces observations sont

nécessairement sujettes à erreur ; donc nous devons juger par elles de la courbure des méridiens ? J'avoue cependant qu'ils seraient fondés, si, ayant mesuré à même latitude un grand nombre de méridiens, les résultats s'étaient toujours trouvés à peu près les mêmes : cet accord prouverait l'exactitude des observateurs. Mais sur six degrés qu'on a mesurés, il n'y en a que deux à même latitude ; celui de France et celui d'Italie ; et on a trouvé qu'ils diffèrent de plus de 70 toises.

On dit encore : les règles de la navigation dirigent d'autant plus sûrement un vaisseau, qu'elles sont mieux observées. Or ces règles supposent à la terre une figure régulière ; donc, etc.

Je réponds que ces règles ont encore moins de précision que ces mesures et ces observations dont nous venons de parler ; et que, par conséquent, elles sont encore plus fautives. Ignore-t-on l'imperfection des méthodes par lesquelles on mesure le chemin qu'a fait un vaisseau, et on juge du lieu où il est ; et les estimations nautiques ne sont-elles pas sujettes à bien des

erreurs ? Les méthodes de navigation sont si imparfaites, que, quand on connaîtrait parfaitement la figure de la terre, le pilote n'en tirerait aucun avantage.

La théorie de la figure de la terre porte sur trois suppositions, qui n'ont pas encore été rigoureusement démontrées. C'est que le plan du méridien, qui passe par la ligne du zénith, passe par l'axe de la terre ; et que la ligne verticale passe par le même axe, et qu'elle est perpendiculaire à l'horizon. On a été long-temps sans avoir aucun doute sur ces suppositions : il est vrai qu'elles ne sont pas aussi gratuites que d'autres que je vous ai fait remarquer. Plusieurs phénomènes les indiquent ; car la rotation uniforme de la terre sur son axe, la précession des équinoxes, et l'équilibre des eaux qui couvrent la plus grande partie de la surface, paraissent s'accorder parfaitement avec ces suppositions. Vous avez vu que le rapport, entre la durée des jours et des nuits, varie d'un climat à l'autre, c'est-à-dire, à différentes latitudes. Or, on a calculé ces différences, en supposant la terre

régulière, et le calcul se trouve d'accord avec les observations.

On a mesuré en Italie un degré du méridien à une même latitude que celui qui a été mesuré en France; les résultats ne se sont pas trouvés semblables. Voilà la plus forte difficulté contre la régularité de la figure de la terre: cependant cette différence est si petite, qu'elle peut être attribuée aux observations. Pour éclaircir cette question, il faudrait, comme le dit M. d'Alembert, mesurer à la même latitude, et à une distance considérable, un grand nombre de méridiens, et faire dans chaque lieu l'observation du pendule.

Mais, en supposant que les méridiens sont semblables, il resterait à savoir si ce sont des ellipses. On n'a pas hésité de l'assurer, parce que cette figure s'accorde parfaitement avec les lois de l'hydrostatique; mais M. d'Alembert croit avoir démontré que toute autre figure s'accorde également avec ces lois, surtout si on ne suppose pas la terre homogène. Passons aux mesures qui ont été prises.

Pour vous faire une idée des principes et des conséquences de cette opération, il faut vous rappeler que si l'on voit les étoiles s'élever ou s'abaisser à proportion du chemin qu'on fait sur le méridien, c'est uniquement parce qu'on a marché sur une surface courbe; que, par conséquent, la terre est sphérique, si, après des longueurs égales de chemin, on voit les étoiles s'élever ou s'abaisser d'une quantité égale; et qu'au contraire elle ne l'est pas, si, pour trouver la même quantité dans l'élévation, il faut faire sur le méridien des trajets inégaux. Il est évident qu'elle sera plus courbe dans la partie sur laquelle il faudra faire moins de chemin pour voir les étoiles s'élever d'un degré, et qu'elle sera plus aplatie dans la partie où il faudra faire plus de chemin, pour voir les étoiles s'élever pareillement d'un degré. Par conséquent, les mesures déterminent l'aplatissement de la terre, si elles déterminent dans quelle proportion croissent les degrés terrestres.

Pour faciliter ces opérations, on fait ce raisonnement. La terre a certainement une figure régulière; donc, si elle est sphé-

rique, ses degrés seront tous égaux ; et si elle n'est pas sphérique, ses degrés croîtront ou décroîtront dans une certaine proportion : par conséquent, en déterminant à des latitudes connues la valeur de deux degrés, on découvrira la valeur des autres, et on connaîtra le rapport de l'axe de la terre au diamètre de l'équateur.

On voit qu'alors la question n'était pas de savoir si la figure de la terre est régulière : on le supposait comme hors de doute, quoique la chose ne fût pas suffisamment prouvée. Il s'agissait seulement de savoir si la terre est aplatie vers les pôles, et de combien elle doit l'être.

Les premières mesures furent celles de MM. Cassini : *elles furent répétées*, dit M. de Maupertuis, *en différens temps, en différens lieux, avec différens instrumens et par différentes méthodes ; le gouvernement prodigua toute la dépense et toute la protection imaginable, et le résultat de six opérations, faites en 1701, 1713, 1718, 1733, 1736, fut toujours que la terre était allongée vers les pôles.*

On jugea, avec raison, que ces mesures

ne renversaient pas évidemment la théorie. Les erreurs inévitables dans les observations faites avec le plus de soin, ne permettent pas de déterminer avec précision des degrés aussi peu distans que ceux qu'avaient mesurés MM. Cassini. On imagina donc de mesurer des degrés plus éloignés, et on envoya des académiciens au Pérou et en Laponie.

A leur retour, il ne s'agissait plus que de savoir dans quelles proportions étaient les mesures prises au nord, au Pérou, et en France. Mais la chose fut d'autant plus difficile, que le degré de France, quoique plus mesuré, ou parce qu'il l'a été plus, est celui sur lequel on s'accorde le moins.

En 1752, M. l'abbé de La Caille, se trouvant au cap de Bonne-Espérance, mesura un degré à 33 degrés 18 minutes au-delà de l'équateur.

Ajoutez à cela le degré mesuré en Italie, nous aurons des degrés mesurés en cinq lieux différens, en France, au Nord, au Pérou, au cap de Bonne-Espérance et en Italie.

Après toutes ces entreprises, la déter-

mination de la figure de la terre en est devenue plus difficile, parce que les mesures, prises en différens lieux, ne s'accordent pas à donner à la terre la même figure. Les expériences du pendule contrarient même la théorie de Newton; car elles font la terre plus aplatie que ce philosophe ne le suppose.

Qu'est-ce donc que cette théorie si sublime, ces calculs si bien démontrés? Que résulte-t-il des efforts des plus grands mathématiciens? Des raisonnemens certains, qui portent sur des suppositions incertaines. Les mesures viennent à l'appui; mais avec elles viennent aussi des erreurs inévitables; et plus on mesure, moins il semble qu'on est d'accord. Si l'on compare les moyens de prouver le mouvement de la terre avec les moyens d'en déterminer la figure, on trouvera d'un côté une évidence complète, une évidence qui ne suppose rien; et de l'autre une évidence qui laisse derrière elle un nuage où l'on suppose tout ce qu'on veut, parce que la lumière n'y pénètre jamais. Le public, prévenu à juste titre pour le génie des inventeurs, croit légèrement

que tout est démontré, parce qu'il ne sait pas pourquoi tout ne le serait pas. Le philosophe, applaudi par des aveugles, devient aveugle lui-même: bientôt la prévention est générale; et on a peine à trouver des observateurs auxquels on puisse donner une confiance entière.

Il est vrai que si le public croit trop facilement aux démonstrations, il y a toujours parmi les écrivains des contradicteurs, qui ne veulent pas qu'on ait fait des découvertes auxquelles ils n'ont point eu de part. Ils ne paraissent occupés qu'à remarquer ce qui n'a pas été fait, et qu'à contester ce qui l'a été. Ils font fort bien; car il est avantageux, pour la vérité même, que les inventeurs aient des contradicteurs.



---



---

 CHAPITRE IX.

*Principaux phénomènes expliqués par le mouvement de la terre.*

Vous savez déjà l'explication de plusieurs phénomènes ; mais je crois à propos d'en rassembler quelques uns sous vos yeux, afin de vous faire mieux saisir l'ensemble de tout le système.

L'espace immense des cieux est, par lui-même, sans lumière et sans couleur ; mais les rayons des corps célestes tombant sur l'air qui nous environne, se brisent, se réfléchissent, et se répandant suivant toutes sortes de directions, éclairent l'atmosphère. Sans ces différentes réfractions qui dispersent les rayons, et les font venir de toutes parts à nos yeux, nous ne verrions les astres que comme des corps lumineux placés dans un espace noir. Ces rayons, ainsi répandus, colorent donc l'espace, et les cieux prennent cette couleur bleue que nous apercevons.

Dans l'habitude où nous sommes de rapporter les couleurs aux objets, notre œil crée, pour ainsi dire, une voûte sur laquelle il étend cette couleur bleue : car, voyant toujours dans la direction d'une ligne droite, notre œil tire, du lieu où nous sommes comme centre, des lignes en tout sens, et place à l'extrémité de chacune un point coloré.

Nous terminons naturellement toutes ces lignes, parce que nous ne pouvons jamais voir les objets qu'à une distance déterminée. Si nous les imaginons un peu plus longues, lorsque nous regardons horizontalement, l'espace que nous apercevons sur notre hémisphère, et les objets situés à différentes distances nous y obligent. Mais nous les imaginons, au contraire, un peu plus courtes, lorsque nous élevons la vue vers le zénith, parce que dans cet intervalle il n'y a point d'objets qui, mesurant l'espace, nous engagent à donner plus de longueur aux lignes. Voilà pourquoi nous nous représentons le ciel comme une voûte surbaissée, à laquelle nous collons tous les astres, ceux qui sont plus loin, comme

ceux qui sont plus près. Cette voûte est donc un être imaginaire.

La terre tournant sur son axe en 24 heures, cette voûte paraît chaque jour tourner autour de la terre, et emporter tous les astres avec elle. Par là les étoiles fixes décrivent des cercles parallèles, mais inégaux : en sorte que les unes se meuvent dans de si petits cercles qu'elles paraissent immobiles ; tandis que les autres sont transportées dans de plus grands, avec une vitesse qui augmente comme les cercles.

Si la terre n'avait que ce mouvement, nous rapporterions toujours le soleil au même point du ciel ; mais parce qu'elle est transportée sur son orbite *abcd*, nous devons voir le soleil *S* répondre successivement à différens signes. Quand, de son aphélie *a*, elle va en *b*, le soleil doit paraître aller de *A* en *B*, etc., en sorte que la terre est toujours dans le signe opposé à celui où nous supposons le soleil.

Si le plan de l'écliptique était le même que celui de l'équateur, le soleil paraîtrait décrire tous les jours le même cercle ; il n'y aurait sur toute la terre qu'une seule

saison ; et les pôles n'auraient plus de nuit.

Mais parce que l'orbite que la terre parcourt fait un angle de 23 degrés et demi avec l'équateur, c'est une conséquence que le soleil paraisse décrire chaque jour différens parallèles, et aller alternativement d'un tropique à l'autre.

Par ce mouvement de la terre, la déclinaison du soleil varie ; ses rayons tombent tantôt plus, tantôt moins obliquement sur chaque hémisphère, et la chaleur diffère, suivant la situation des climats par rapport au soleil. De là résulte encore le phénomène des jours plus ou moins longs pour tous les lieux qui ne sont pas sous l'équateur.

Le mouvement de la terre et celui des planètes combinés, produisent encore d'autres apparences ; mues autour du soleil, elles doivent paraître se mouvoir autour de la terre.

Si le plan de leur orbite se confondait avec le plan de l'orbite de la terre, elles suivraient toujours le cours du soleil, et ne s'écarteraient jamais de l'écliptique. Cela n'est pas : leurs orbites, au contraire, font

des angles plus ou moins grands avec celle de la terre; et elles paraissent décrire des cercles qui coupent l'écliptique. Voilà pourquoi on rapporte au plan de ce cercle les mouvemens annuels des planètes, comme on rapporte leurs mouvemens diurnes au plan de l'équateur. De là se sont formés tous les cercles de la sphère.

On nomme *nœuds* les points où les orbites des planètes coupent l'écliptique. Lorsqu'une planète se trouve dans ses nœuds, elle est dans la ligne qui passe par le centre du soleil et de la terre. Or les planètes sont inférieures ou supérieures.

Lorsque les planètes inférieures sont dans leurs nœuds, elles sont en deçà ou au-delà du soleil; en-deçà, elles paraissent comme une tache qui passe sur cet astre; au-delà, elles ne sauraient être aperçues, parce que le soleil est directement entre elles et nous.

Si elles sont hors de leurs nœuds, c'est-à-dire, à quelques degrés de latitude, elles présentent leur disque en entier, quand elles se meuvent au-delà du soleil: en-deçà, elles disparaissent tout-à-fait, parce que

l'hémisphère qu'elles tournent vers la terre est dans les ténèbres. Enfin, dans les deux autres parties de leur orbite, elles nous montrent une partie plus ou moins grande de l'hémisphère qui réfléchit la lumière; elles croissent et décroissent alternativement.

Quant aux planètes supérieures, elles ne disparaissent que lorsqu'étant dans leurs nœuds, le soleil est directement entre elles et nous. Dans toute autre position leur disque paraît tout entier. Il n'y a que Mars dont le disque est un peu altéré à 90 degrés, c'est-à-dire, lorsqu'il est entre les points de conjonction et d'opposition. L'éloignement nous empêche d'observer le même phénomène dans Jupiter et dans Saturne.

Les planètes supérieures sont en conjonction ou en opposition: en conjonction, quand elles sont du même côté que le soleil; en opposition, quand elles sont du côté opposé, c'est-à-dire, à 180 degrés. Les planètes inférieures sont en conjonction de deux manières, et jamais en opposition.

Les planètes inférieures n'étant jamais en opposition, accompagnent toujours le

soleil. Elles paraissent seulement s'en rapprocher ou s'en éloigner. Si, de la terre A, vous tirez à l'orbite de Vénus les tangentes AB et AC, il est évident que cette planète ne sera jamais à une plus grande distance du soleil que BV ou VC. Voilà pourquoi les planètes inférieures accompagnent toujours le soleil. La distance où elles paraissent être de cet astre, est ce qu'on nomme *élongation*.

Les satellites ont aussi leurs phénomènes: je ne vous parlerai que de la lune; car mon dessein n'est pas de vous donner un traité d'astronomie.

La lune et la terre, transportées autour d'un centre commun qui décrit une orbite autour du soleil, se trouvent, l'une par rapport à l'autre, tour à tour en conjonction et en opposition.

Cependant ce phénomène n'arrive pas à chaque révolution que ces planètes font autour de leur centre de gravité. Au moment que la lune achève sa révolution, elle ne peut pas se retrouver en conjonction, parce que, pendant qu'elle la faisait, son orbite était transportée par la terre qui

avançait elle-même dans la sienne. Lorsque sa révolution est achevée, il faut donc qu'elle en recommence une autre et qu'elle fasse une partie de cette nouvelle révolution, avant de se retrouver en conjonction, et, par conséquent, il lui faut plus de temps pour revenir en conjonction, que pour achever son orbite. C'est ce qui a fait distinguer deux mois lunaires; l'un périodique, c'est le temps que la lune emploie à faire sa révolution dans son orbite, il est de 27 jours 7 heures; l'autre synodique, c'est le temps qui s'écoule d'une conjonction à l'autre, il est de 29 jours et demi.

La lune est invisible lorsqu'elle est en conjonction, et on la nomme *nouvelle*: elle paraît toute entière, lorsqu'elle est en opposition, et on la nomme *pleine*; dans les autres parties de son orbite, elle croît ou décroît: c'est le temps de ses quadratures ou quartiers.

Lorsque la lune est dans ses nœuds, il y a éclipse de soleil toutes les fois qu'elle est en conjonction; et éclipse de lune, toutes les fois qu'elle est en opposition: car dans

l'un et l'autre cas les rayons du soleil sont interceptés.

Si la lune a peu de latitude, elle ne sera pas bien loin de ses nœuds : en ce cas, l'éclipse sera plus ou moins grande.

Il n'y a donc éclipse, que lorsque la lune se trouve dans le cercle que le soleil paraît décrire en une année, ou qu'elle n'en est pas bien loin. C'est ce qui a fait donner à ce cercle le nom d'*écliptique*.

RR soit le plan de l'écliptique dans lequel se trouve toujours le centre de l'ombre de la terre ; OO le chemin de la lune, N le nœud.

Quand l'ombre de la terre est en A, elle tombe à côté de la lune que je suppose en F, et il n'y a point d'éclipse.

Quand la lune est en G, elle est en partie obscurcie par l'ombre de la terre qui tombe en B ; c'est le cas d'une éclipse partielle ; en H, elle entre dans l'ombre ; en L, elle en sort ; en I, elle y est tout-à-fait : alors l'éclipse est totale. Enfin en N, l'éclipse est centrale, parce que le centre de la lune se trouve dans le centre de l'ombre. L'ombre de la terre, ainsi que celle de la lune, est

conique ; parce que le diamètre du soleil est plus grand que celui de ces planètes. Aussi remarque-t-on que le diamètre de l'ombre de la terre, sur la lune, est environ d'un quart plus petit que le diamètre de la terre.

Comme la terre intercepte les rayons qui tomberaient sur la lune, la lune intercepte aussi les rayons qui tomberaient sur la terre. C'est ce qui produit les éclipses de soleil, qui sont proprement des éclipses de terre.

Ces éclipses sont non-seulement tour à tour partiales, totales et centrales ; elles sont encore annulaires : c'est ce qui arrive lorsque la lune est dans son apogée. Alors son ombre ne parvenant pas jusqu'à la terre, elle ne cache que le centre du soleil, et les rayons qui se transmettent jusqu'à nous, forment tout autour un anneau lumineux.

On distingue, dans les éclipses, une ombre et une pénombre. Soient les lignes Ap et Bp, tangentes à la lune, tirées des deux extrémités du diamètre AB du soleil ; soit encore MN une partie de l'orbite de

la terre : il est évident que la terre étant en M, nous devons voir le disque entier du soleil ; que nous devons le perdre de vue, à mesure que la terre vade M en p ; et qu'en pp il doit disparaître tout-à-fait , pour reparaitre à mesure que la terre avance de p en N. Or , comme p p est le lieu de l'ombre , les intervalles p M et p N sont le lieu de la pénombre.

Vous conclurez de là que l'éclipse de soleil est différente , suivant les lieux d'où elle est observée. Elle n'est pas la même pour ceux qui sont dans l'ombre , et pour ceux qui sont dans la pénombre. Elle est partielle pour les uns , tandis qu'elle est totale ou centrale pour d'autres. Quant à l'éclipse de lune , elle est la même pour tous les lieux d'où elle est aperçue.

L'observation ayant fait connaître les orbites des planètes et le temps des révolutions , vous comprenez comment on peut prédire les éclipses ; il ne faut faire que des calculs.

Les éclipses sont utiles aux géographes pour déterminer la longitude des lieux.

La terre tournant sur son axe , toutes les

parties de sa surface passent successivement sous le méridien ; et il est midi sur tous les points de la ligne ou du demi-cercle qui , allant directement d'un pôle à l'autre , coïncide avec le méridien , ou se trouve dans le même plan.

Concevons de pareilles lignes sur toute la surface du globe , elles viendront successivement sous le méridien. Quand il sera midi dans un point d'une ligne , il le sera dans tous les points ; mais il ne le sera jamais dans deux lignes à la fois. S'il est midi pour nous , ceux qui doivent passer dans le plan du méridien , une heure après , ne comptent qu'onze heures ; et s'il est midi pour eux , il sera une heure pour nous. Ainsi des autres successivement.

Chacune de ces méridiennes se retrouve au bout de 24 heures dans le plan du méridien. Parcourant donc 360 degrés en 24 heures , elle parcourt en une heure la 24<sup>me</sup>. partie de 360, c'est-à-dire , 15 degrés. Quand donc il est midi à Parme , il est onze heures à 15 degrés vers l'occident , et une heure à 15 degrés vers l'orient. Ainsi comme je dois juger que tous les lieux qui comptent

midi, en même temps que nous, sont dans la même méridienne, je dois juger à 15 degrés de longitude occidentale ceux qui alors comptent onze heures, et à 15 degrés de longitude orientale ceux qui comptent une heure. Par conséquent, pour savoir la différente longitude de deux lieux, il me suffira de découvrir la différence des heures qu'on y compte au même instant.

Or, cette différence se connaît par les éclipses de lune. En effet, que deux observateurs, situés dans des lieux différens, déterminent le moment de l'éclipse, on connaîtra la différence des longitudes, si la différence entre les deux instans est réduite en degrés, à raison de 15 par heure. On détermine encore les longitudes en observant les éclipses des satellites de Jupiter: la méthode est la même, et le résultat en est plus précis. Nous aurons occasion d'en parler.

Vous ne croiriez peut-être pas que le même jour puisse être pris avec raison pour le samedi, le dimanche et le lundi: c'est cependant une chose qui s'explique aisément.

Supposons qu'un homme entreprenne le tour de la terre par l'orient. Arrivé à 15

degrés, il comptera une heure, quand nous compterons midi; à 30 degrés, deux heures; à 45 degrés 3; à 60, 4, etc. Ainsi, comptant de 15 en 15 degrés une heure de plus, il comptera 24 heures ou un jour de plus, quand il reviendra à Parme, parce qu'il aura parcouru 24 fois 15 degrés ou 360.

Par la même raison, celui qui voyagera par l'occident, comptera une heure de moins de 15 en 15 degrés, c'est-à-dire, qu'au moment où il sera midi pour nous, il sera d'abord onze heures pour lui, puis dix, ensuite neuf, etc. Arrivé à Parme, il comptera donc un jour de moins. Par conséquent s'il juge qu'il est samedi, nous jugerons qu'il est dimanche, et il sera lundi pour celui qui aura voyagé par l'orient.

---

## CHAPITRE X.

### *Idee générale du système du monde.*

LES cieux sont semés de corps lumineux, qui, semblables à notre soleil, font vraisemblablement rouler des planètes dans

différentes orbites; et l'univers est un espace immense où il n'y a point de désert. Notre imagination est aussi embarrassée à lui donner des bornes, qu'à ne lui en pas donner.

Toutes les étoiles sont à une si grande distance, que, vues à travers le meilleur télescope, elles paraissent plus petites qu'à l'œil nu. Ainsi c'est moins leur grandeur qui les rend sensibles, que la lumière vive qu'elles envoient jusqu'à nos yeux.

Parmi les étoiles il y en a qui paraissent et disparaissent régulièrement; mais avec différens degrés de clarté. Quelquefois on en a vu tout-à-coup de nouvelles qui, après avoir successivement perdu leur lumière, ont disparu peu de temps après, pour ne plus se montrer.

Afin de distinguer les étoiles, on les rapporte à certains assemblages qu'on nomme *astérismes* ou *constellations*. Il y a douze constellations dans le zodiaque, et elles partagent l'écliptique en douze parties égales.

Le ciel est partagé en deux par le zodiaque. Une partie est septentrionale, et l'autre est méridionale: dans toutes deux

on distingue encore plusieurs constellations.

On remarque de plus à l'œil nu la voie lactée, qui, observée au télescope, paraît n'être formée que d'un nombre prodigieux d'étoiles.

Enfin on découvre au télescope d'autres taches qui sont trop éloignées pour qu'on puisse distinguer les étoiles qui les produisent. Voilà à peu près toutes les connaissances que nous avons sur les corps qui sont hors de notre système planétaire.

Dix-sept corps forment notre système planétaire. Le soleil, en repos au milieu, ou n'ayant du moins qu'un très-petit mouvement, est seul lumineux. Tous les autres sont opaques, et ne brillent que d'une lumière empruntée. On les nomme *planètes*.

On distingue six planètes du premier ordre, Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter et Saturne; et dix du second ordre, ou secondaires; les cinq satellites de Saturne, les quatre de Jupiter, et notre lune.

Les planètes du premier ordre, qu'on



nomme aussi simplement *planètes*, décrivent des orbites elliptiques autour du soleil; et les planètes du second ordre, satellites ou lunes, tournent autour d'une planète principale, et l'accompagnent dans son cours.

Le soleil n'est pas au centre C des orbites, mais dans le foyer c. Ainsi la planète, à chaque révolution, s'approche et s'éloigne tour à tour du soleil. En a elle est dans son aphélie, et en A dans son périhélie. La distance entre le centre du soleil c, et le centre de l'orbite C, se nomme excentricité de la planète.

Ces deux points A et a, considérés ensemble, se nomment les *absides*; et le grand axe, qui est prolongé de l'un à l'autre, se nomme la ligne des absides. Aux extrémités du petit axe Bb sont les distances moyennes.

L'orbite de chaque planète se trouve dans un plan qui passe par le centre du soleil: tel est, pour la terre, le plan de l'écliptique.

Mais toutes les planètes ne se meuvent pas dans le même plan; elles ont chacune

le leur; et tous ces plans coupent différemment celui de l'écliptique auquel nous les rapportons. Au reste, les planètes se meuvent toutes vers le même côté, c'est-à-dire, d'occident en orient, et tournent toutes, aiusi que le soleil, sur un axe. Il n'y a que Mercure et Saturne, dont on n'a pas encore pu observer le mouvement de rotation: ce mouvement se remarque dans les autres, par le moyen des taches qui paraissent et reparaissent régulièrement.

L'observation, et surtout le calcul, déterminent avec assez de précision les rapports de distance et de grandeur entre les planètes et le soleil. Ce n'est pas cependant qu'on puisse comparer ces dimensions avec des mesures connues; mais supposant la distance moyenne de la terre comme 10, celle de Mercure sera comme 4; de Vénus, comme 7; de Mars, comme 15; de Jupiter, comme 52; et de Saturne, comme 95. Je vous en ai tracé la figure.

On juge aussi que le diamètre de Mercure est la 300<sup>me</sup> partie de celui du soleil; que le diamètre de Vénus en est la 100<sup>me</sup>, ainsi que celui de la Terre; celui de Mars

la 170<sup>e</sup>. ; celui de Jupiter la 10<sup>e</sup>, et celui de Saturne la 11<sup>e</sup> : tout cela environ.

Ce qu'on connaît le mieux, c'est le temps de leurs révolutions. Mercure achève la sienne en trois mois, Vénus en 8, et tourne sur son axe en 23 heures.

La révolution de Mars se fait autour du soleil en deux ans, et en 25 heures autour de son axe.

Celle de Jupiter, dans son orbite, est de douze ans, et il tourne rapidement sur son axe en 10 heures.

Enfin, le temps périodique de Saturne est de 30 ans. On n'a pas pu observer combien il est à tourner sur son axe. Au reste, je ne détermine par ces choses avec la dernière précision, et je néglige les minutes et les secondes.

On connaît encore la distance où les satellites sont de leur planète principale; mais c'est une chose qu'il suffira de vous montrer dans des figures où je vous représenterai aussi le temps de leurs révolutions. Voilà certainement autant d'astronomie qu'il vous en faut. C'en est assez, du moins pour vous mettre en état d'en apprendre un

jour davantage. Vous aurez même occasion d'acquérir de nouvelles connaissances à cet égard, lorsque nous étudierons l'histoire des découvertes du seizième et du dix-septième siècles.

---

## CHAPITRE XI.

### *Conclusion.*

J'AI essayé, monseigneur, de vous faire juger des différens degrés de certitude dont nos connaissances sont susceptibles. Vous avez vu comment on fait des découvertes, comment on les confirme, et jusqu'à quel point on s'en assure. Je vous ai donné beaucoup d'exemples, et peu de règles, parce que l'art de raisonner ne s'apprend qu'en raisonnant. Il ne vous reste plus qu'à réfléchir sur ce que vous avez fait, et à contracter l'habitude de le refaire.

Les moyens qui vous ont donné des connaissances pourront vous en donner encore; vous concevez même qu'il n'en est pas d'autres : car, ou vous jugez de ce que vous

voyez, ou vous jugez sur le rapport des autres, ou vous avez l'évidence, ou enfin vous concluez par analogie.

Mais vous devez surtout vous méfier de vous-même, si vous voulez toujours prendre les précautions nécessaires pour acquérir de vraies connaissances. Souvenez-vous que, les vérités les mieux prouvées étant souvent contraires à ce que nous croyons voir, nous nous trompons, parce qu'il nous est plus commode de juger d'après un préjugé, que de juger le préjugé même. Ne croyez donc pas sur les apparences : apprenez à douter des choses mêmes qui vous ont toujours paru hors de doute : examinez.

Lorsqu'à un préjugé vous substituez une nouvelle opinion, ne précipitez pas encore votre jugement ; car cette opinion peut être une erreur. Rappelez-vous que nous n'arrivons pas tout à coup aux découvertes, nous y allons de conjecture en conjecture, de supposition en supposition ; en un mot, nous y allons en tâtonnant. Par conséquent, si les conjectures peuvent nous conduire, aucune n'est le terme où nous devons nous arrêter ; il faut toujours avancer jusqu'à ce

qu'on arrive à l'évidence ou à l'analogie.

Au reste, si vous concevez que les méthodes ne sont que des secours pour votre esprit, vous concevez encore que vous devez étudier votre esprit pour juger de la simplicité et de l'utilité des méthodes. Il s'agit donc d'observer comment vous pensez, et de vous faire un art de penser, comme vous vous êtes fait un art d'écrire et un art de raisonner.

FIN.