





**ASTRONOMIE  
DES DEMOISELLES.**

**A. PIRAN DELAFOREST,**  
Imprimeur de M. le Dauphin et de la Cour de Cassation,  
rue des Noyers, n<sup>o</sup> 37.





# ASTRONOMIE

## DES DEMOISELLES,

OU

Entretiens entre un frère et sa sœur sur la mécanique céleste démontrée et rendue sensible sans le secours des mathématiques ; augmentés d'idées puisées dans les découvertes les plus nouvelles et d'après les meilleurs astronomes ; suivis de problèmes dont la solution est aisée ; et enrichis de plusieurs figures ingénieuses servant à rendre les démonstrations plus claires.

*Par James Ferguson,*

PROFESSEUR D'ASTRONOMIE ET MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ  
ROYALE DE LONDRES ;

TRADUITE DE L'ANGLAIS, REVUE ET AUGMENTÉE,

PAR M. QUÉTRIN,

PROFESSEUR ET AUTEUR DE DIVERS OUVRAGES SUR L'ASTRONOMIE ET LA  
GÉOGRAPHIE.

PARIS,

RAYNAL, LIBRAIRE-ÉDITEUR,

RUE PAVÉE-SAINT-ANDRÉ-DES-ARCS, N° 13.

1827.



# PRÉFACE

DE L'AUTEUR ANGLAIS.



Le but de cet Ouvrage\* est de faire voir que la jeunesse, en général, peut acquérir une connaissance assez exacte des élémens d'astronomie, sans connaître la géométrie ni les autres parties des mathématiques. L'auteur a-t-il réussi dans son entreprise? il le laisse à juger à son lecteur impartial; que ses travaux puissent être utiles et agréables et tous ses vœux seront remplis.

\* L'Ouvrage anglais est intitulé : *Astronomie de la Jeunesse*. Nous avons cru devoir changer ce titre en celui d'*Astronomie des Demoiselles*, puisque ce livre, quoique pou-

vant être utile aux personnes des deux sexes,  
a réellement été fait pour une demoiselle.

Nous souhaitons aussi cependant qu'il soit  
bien accueilli par les jeunes gens qui ne pos-  
sèdent pas encore la science de l'astronomie.



# PRÉFACE

## DU TRADUCTEUR.



Plusieurs ouvrages élémentaires sur l'astronomie ont paru depuis quelque temps sous divers titres, celui-ci est d'un homme dont l'Angleterre honore la mémoire ; c'est à James Ferguson qu'on doit ce goût pour l'astronomie, qui s'est généralement répandu dans toutes les classes de la société de la Grande-Bretagne, c'est par ses machines et ses raisonnemens ingénieux qu'il est parvenu à rendre sensibles beaucoup de phénomènes qui ne pouvaient se révéler qu'aux savans : ce sont ses élémens d'astronomie que nous offrons aujourd'hui au public, ils sont en forme de conversations et furent dictés par Ferguson lui-même à un jeune seigneur anglais qui donnait des leçons à sa sœur.

## PRÉFACE DU TRADUCTEUR.

L'ouvrage a subi quelques changemens, on a été obligé de retrancher dans quelques passages, et d'augmenter dans beaucoup d'autres.

Nous pensons rendre un service aux personnes qui ne sont point versées dans les mathématiques et qui veulent s'instruire dans une des plus nobles sciences que l'homme puisse étudier.

Nous osons croire qu'aucun ouvrage de ce genre n'a encore été offert au public et nous laissons aux personnes qui le liront avec attention, à juger si réellement on peut, sans géométrie, avoir une connaissance exacte des élémens du mécanisme céleste.



# ASTRONOMIE DES DEMOISELLES.

---

## PREMIER ENTRETEN.

DU MOUVEMENT, DE LA FIGURE ET DES  
DIMENSIONS DE LA TERRE.

---

CHARLES. — Vous êtes sans doute étonnée, chère Jenny, de me voir si matin vous rendre visite; mais je me suis aperçu que vous étiez rêveuse depuis quelques jours, puis-je vous en demander la cause?

JENNY. — Vos remarques sont justes, Charles, depuis quelque temps mon imagination est occupée, mais je n'ose vous en dire le motif.

CHARLES. — Ma sœur me croit donc bien changé, si elle n'ose plus me confier ses peines et ses plaisirs; elle suppose donc que mon amitié pour elle n'est plus la même? peut-elle s'imaginer que mon séjour à l'université ait refroidi mes sentimens? non, chère

Jenny, les connaissances que j'y ai acquises dans les différentes branches de la physique, les vérités de la religion dont j'ai été pénétré, par les lectures que font des professeurs du plus grand mérite ; voilà le seul changement que ma sœur doit trouver en moi ; et comme avant mon départ nous avions l'habitude de converser sur divers sujets philosophiques, j'espère que nous reprendrons ces entretiens, dans lesquels nous trouvions l'un et l'autre tant de plaisir.

JENNY. — Comment vous exprimer ma reconnaissance, Charles, pour toutes vos bontés, et combien je suis sensible à tant de marques d'amitié ! Je n'ose cependant vous dire ce que je souhaiterais savoir, car plus vous voulez faire pour moi, moins je dois abuser de votre complaisance, je crains que cela n'exige beaucoup de votre temps, et qu'en outre vous n'accusiez peut-être de vanité mon désir d'apprendre ce qu'en général les hommes regardent comme inutile à mon sexe. Enfin, puisque vous le voulez, je vous dirai que depuis quelques jours, l'envie ne me quitte pas d'acquérir des connaissances en astronomie ; on m'a dit que de toutes les sciences qu'on peut étudier, elle est la plus capable d'élever l'ame, de la

remplir des plus nobles idées du Créateur et de ses ouvrages, et par conséquent, de nous rapprocher de lui, malgré le sentiment de notre propre faiblesse.

CHARLES. — Vous dites une grande vérité, Jenny, et vous ne sauriez croire le plaisir que vous me faites, en souhaitant que je vous entretienne sur la science la plus sublime qui fut jamais enseignée aux hommes.

JENNY. — Je vais donc vous parler librement, mon frère ; on m'a dit que les astronomes prétendent que le soleil est immobile et que c'est la terre qui tourne autour de lui, qu'en pensez-vous ? Je connais la foi que vous avez dans les saintes Écritures, cependant elles affirment le contraire. Quelle que soit l'envie que j'ai d'apprendre cette science, je ne voudrais pas m'y livrer, si cette étude blessait dans la moindre des choses mes principes religieux.

CHARLES. — J'admire votre piété, Jenny, mais soyez bien persuadée que l'étude de l'astronomie n'a pas la moindre tendance à affaiblir l'autorité des saintes Écritures, qui nous furent données, non pour nous instruire dans l'astronomie, ni dans aucune autre branche des sciences naturelles ; mais seulement pour nous enseigner ce que nous devons

croire, et de quelle manière nous devons nous conduire ici bas afin d'attirer sur nous les bienfaits de notre Créateur et d'obtenir un bonheur éternel dans l'autre vie.

JENNY. — Tout ce que vous me dites me paraît si raisonnable et si juste, mon cher frère, que si vous le permettez, nous reprendrons notre sujet. — Si comme on l'affirme, le soleil ne bouge pas, dites-moi, je vous prie, à quoi est-il fixé, et qui l'empêche de tomber vers la terre, lorsqu'il est si au-dessus d'elle, principalement à midi dans l'été?

CHARLES. — Les mots *haut* et *bas*, ne sont que des termes relatifs ; lorsque le soleil est à son point le plus bas pour nous, il est directement sur la tête de quelque autre peuple de la terre ; il est donc en *haut* pour eux, car elle est ronde comme un globe, et sur quelque partie de sa surface que l'on soit, on s'imagine toujours être sur la partie supérieure, et on s'étonne qu'une autre personne qui se trouverait sur la partie directement opposée, et qu'on suppose être le côté inférieur de la terre, puisse se tenir et on ne peut concevoir comment cette même personne peut y rester suspendue la tête en bas, et ne pas tomber dans cette partie du ciel qu'on appelle le *bas*.

JENNY. — Je vous assure, Charles, que j'ai toujours été très étonnée, toutes les fois que j'ai entendu dire que la terre était habitable sur tous ses côtés, et qu'aux endroits où on ne peut bâtir de villes, les vaisseaux circulent librement. Comment est-il possible qu'un poids aussi considérable que celui de ces énormes machines ne les fasse pas tomber des mers de la partie inférieure de la terre, ou plutôt comment se fait-il que les vaisseaux et les mers ne tombent pas ensemble dans cette partie inférieure du ciel ?

CHARLES. — Ce que nous appelons poids ou pesanteur est causé par l'attraction de la terre qui attire de toutes parts vers son centre tous les corps qui sont sur sa surface ou près de sa surface, quelle que soit leur nature. Ainsi les corps qui contiennent le plus de parties matérielles sont plus puissamment sollicités par cette attraction, ont conséquemment ce que nous nommons le plus grand poids.

La terre, chère Jenny, peut être comparée à une immense boule d'aimant, roulée dans de la limaille de fer qu'elle attire également de tous côtés, de sorte que chaque grain ne peut s'en dégager, même ceux qui adhèrent au-dessous de la boule; de plus, elle en attirera vers elle, s'il s'en trouve dans la sphère

ou à la portée de son attraction. J'espère que ma sœur comprend ce que je dis et j'ose lui assurer qu'il en sera ainsi de toutes les questions qu'elle me fera sur ce sujet.

JENNY. — Je vous entends très bien, Charles, mais il me paraît encore très extraordinaire que des peuples, sous la partie de la terre opposée à celle sur laquelle nous sommes, puissent s'y tenir ayant leurs têtes en bas?

CHARLES. — Je le crois; mais, Jenny, vous devez supposer que c'est le soleil qui tourne autour de la terre, ou bien la terre qui tourne sur elle-même, pour produire cette succession de jours et de nuits. L'un ou l'autre de ces deux mouvemens ne pourrait-il pas produire le même effet?

JENNY. Certainement.

CHARLES. — Eh bien! chère Jenny, soyez persuadée que je ne veux point vous tromper; que tout ce que j'avance, je vous le prouverai dans le moment que je croirai le plus avantageux pour votre intelligence. — Je vous dirai donc, que ce n'est pas le soleil qui se meut autour de la terre en 24 heures, mais bien la terre qui tourne sur elle-même dans cet espace de temps; et comme le soleil ne peut éclairer qu'une moitié de la terre dans

un même moment, l'autre moitié doit être dans l'obscurité ; ce mouvement de la terre sur son axe, produira la lumière et les ténèbres sur les diverses parties de sa surface, dans l'espace de 24 heures ; pendant ce temps, il y aura donc un jour et une nuit, et quand il est midi pour un lieu quelconque, il doit être minuit pour le lieu opposé. Voici une petite figure qui vous rendra ma démonstration plus sensible, en vous faisant voir que, par le mouvement sur son axe ( ou comme on l'appelle mouvement de *rotation* ), la terre présente successivement toutes ses parties au soleil dans 24 heures. Levez-vous, je vous prie, pour une minute ; il est à présent 7 heures du matin, vous vous imaginez être droitesur la partie supérieure de la terre, et ce soir, si vous êtes debout à la même heure, vous supposerez être pareillement, sur le côté supérieur de la terre, parce que vous n'apercevrez aucun changement dans votre position ; la terre aura cependant fait un demi-tour sur elle-même, comme vous pouvez le voir sur cette petite figure ( *Pl. 1* ), en plaçant Paris où vous êtes, sur 7 heures du matin, tournez jusqu'à ce qu'il arrive à 7 heures du soir. — Vous serez alors dans la même position qu'une personne qui est dans ce moment

sur la partie opposée à celle où nous sommes : la terre y attire cette personne aussi fortement vers son centre, qu'elle nous y attire ici ; et elle n'est pas plus en danger de tomber dans la partie du ciel que vous appelez le *bas*, que nous ne le sommes ici de tomber en *haut*.

JENNY. — Je vous demande pardon, Charles, mais je ne croyais pas qu'on pût dire tomber en haut.

CHARLES. — je vous avoue, Jenny, que je n'ai jamais entendu cette expression, et je pense que c'est la première fois que j'en fais usage ; mais je vous ai déjà dit que ce que nous appelons *haut* et *bas*, sont des termes purement relatifs : sur quelque partie de la terre que nous nous trouvions nous devons appeler *haut* la partie du ciel qui est au-dessus de nos têtes, et *bas*, le centre de la terre, vers lequel tous les corps terrestres tendent à tomber par la force de son attraction ; de sorte qu'il vous est aisé de concevoir qu'il n'y a ni haut ni bas dans cet espace immense qui nous environne, que ce qui paraît haut pour un point de la surface de la terre paraît bas pour le point opposé. Chaque peuple appelle *haut* la partie du ciel qui se trouve sur sa tête, et *bas*, celle qui se trouve au-dessous de lui.

JENNY. — Il est très certain que nous n'apercevons aucune différence dans notre position, aux divers momens du jour ; mais dites-moi, je vous prie, Charles, comment la terre peut-elle se mouvoir, sans que nous en sentions le mouvement ?

CHARLES. — Je me rappelle que l'année dernière vous allâtes à Plymouth, n'eûtes-vous pas la curiosité d'aller visiter quelques vaisseaux ?

JENNY. — Oui, mon père et moi, nous allâmes rendre visite à M. Jalconer, qui commandait alors le Belle-Isle, et je vous assure que cette vue me donna une bien haute idée du génie de l'homme, qui a pu inventer et construire des machines aussi énormes, qui a été capable de les diriger dans des océans semblables à de vastes déserts où nulle route n'est tracée.

CHARLES. — Cela devait vous surprendre, Jenny. Mais combien ne sont pas supérieurs encore, la puissance et le génie du Créateur de l'univers ! lui qui forma ces énormes corps que nous nommons planètes ( dont une des moindres, est aussi grosse que notre terre ) ; lui qui les lança dans ce vide infini, comme au hasard, avec un tel degré de vitesse, que vous pourrez à peine le concevoir quand vous le saurez ; toutes cependant ont leurs routes tra-

cées qu'elles suivent sans jamais s'en écarter, et lorsqu'elles ont parcouru le cercle qui leur est assigné, elles recommencent encore à circuler dans le même espace, avec le même ordre, la même régularité qu'auparavant; vous voyez, Jenny, combien les ouvrages des hommes, quelque grands qu'ils soient, sont peu de chose comparés à ceux de Dieu. Mais dites-moi le temps était-il calme lorsque vous allâtes sur le vaisseau?

JENNY. — Pas le moindre souffle de vent; le ciel était pur et serein et la mer unie comme une glace.

CHARLES. — Ne regardiez-vous pas souvent par la fenêtre de la chambre, aperceviez-vous toujours les mêmes objets?

JENNY. — J'y regardais très souvent, et le premier objet que j'aperçus, était une grande maison qui semblait s'éloigner lentement vers le côté opposé et bientôt je la perdis tout-à-fait de vue, de même tous les objets qui se présentaient à mes yeux, disparaissaient graduellement, ce qui ne pouvait provenir que du mouvement lent du vaisseau dans un sens contraire.

CHARLES. — Votre raisonnement est juste, Jenny, mais sentiez-vous le mouvement du vaisseau?

JENNY. — Pas plus que je ne le sens à présent, et si je n'avais pas regardé en dehors, je n'aurais jamais pu m'imaginer que le vaisseau était en mouvement.

CHARLES. — Cette seule circonstance n'est-elle pas une preuve assez forte pour vous convaincre que la terre peut tourner et nous emporter avec elle sans que nous en sentions le mouvement? car vous devez savoir que ce mouvement de la terre est beaucoup plus régulier que celui d'un vaisseau et de toutes les autres inventions humaines.

JENNY. — Je conçois tout ce que vous me dites, mais permettez-moi encore une question; si la terre tourne, comment se fait-il qu'une pierre qu'on jette en l'air, en ligne droite, retombe à la même place d'où on l'avait lancée? Lorsque je considère qu'un corps aussi gros que la terre fait un tour sur lui-même en 24 heures, j'en conclus que toutes les parties de sa surface, doivent se mouvoir avec une grande vitesse, et du côté de l'orient; car le soleil, la lune et les étoiles paraissent se mouvoir de l'orient à l'occident. Il me semble alors, qu'une pierre, ou une balle jetée en l'air, en ligne verticale, devrait tomber à l'occident du lieu d'où on l'a lancée, à une distance égale à la quantité dont ce lieu même

a été déplacé à l'orient par le mouvement de la terre, pendant tout le temps que la pierre a mis à monter et à redescendre.

CHARLES. — Votre observation est très judicieuse, Jenny, mais un corps qui est mis en mouvement, conserve indéfiniment ce même mouvement à moins que quelque chose ne l'arrête ou le détourne de sa course. La pierre avait reçu l'impression du mouvement de la terre avant d'en être séparée, la personne qui la jetait dans l'air, avait reçu la même impression qu'elle avait aussi communiquée à la pierre; il en résulte que celle-ci a continué de se mouvoir à l'orient pendant son ascension et sa chute, en même temps et aussi vite que la terre et le spectateur; de sorte que celui-ci l'a vue monter et descendre verticalement. Cependant rien n'est plus certain que sa vraie direction est une ligne courbe, et qu'elle le paraîtrait en effet à un spectateur placé en l'air et sur qui le mouvement de la terre n'aurait aucune influence. Pour servir de comparaison, imaginez un grand bateau naviguant le long du rivage, dans lequel il y ait deux personnes placées de chaque côté sur le bord et se faisant face, alors elles se trouveront dans une direction perpendiculaire à la marche du bateau: supposons encore

qu'elles se jettent alternativement une balle, qui conséquemment traverse le bateau dans sa largeur, elles croient que la balle va de l'une à l'autre toujours dans la même ligne; d'autres personnes étant sur le même bateau, le croient aussi, il est évident qu'au contraire, le mouvement progressif de la balle allant d'un côté à l'autre, suit en même temps le mouvement du bateau; car si cela était autrement, la personne qui doit la recevoir et qui est soumise au mouvement du bateau, ne pourrait la saisir, ne se trouvant plus directement en face de son point de départ; ainsi, malgré que toutes les personnes sur le bateau la vissent se mouvoir en ligne droite, un spectateur placé sur le rivage, qui n'est pas soumis au mouvement du bateau, verrait la balle décrire un zig-zag et ne jamais arriver à d'autre personne dans la ligne même où elle aurait été dirigée.

JENNY. — Je m'aperçois bien que tous mes argumens ne prouvent rien contre le mouvement de la terre, et pour confirmer ce que vous venez de me dire sur l'impulsion des corps, j'en ai fait l'expérience moi-même; je me rappelle qu'un jour traversant notre rivière, je me tenais debout sur le bateau; comme son mouvement était uniforme, je ne m'en

apercevais pas, mais lorsqu'il s'arrêta tout à coup, sur le bord opposé, je tombai sur le visage : je conçois maintenant que si je n'avais pas conservé le mouvement qui m'avait été communiqué par le bateau, je n'aurais pas dû tomber lorsqu'il s'arrêta.

CHARLES. — En vérité, chère Jenny, vous venez de donner une solution tout-à-fait philosophique sur la cause de votre chute. Je pense que nous pouvons à présent passer à un autre sujet si vous le jugez à propos.

JENNY. — Volontiers ; dites-moi, je vous prie, comment me prouverez-vous que la terre est ronde comme un globe ?

CHARLES. — Je vais vous le prouver dans le moment ; prenez ce petit globe, attachons-y un fil, pour que nous puissions le suspendre en l'air, présentons-le aux rayons du soleil, vous voyez sur la table, que son ombre est à peu près ronde ; faisons-le tourner en tordant le fil n'importe dans quel sens, et remarquez que l'ombre qu'il projette ne change pas de forme ; à présent prenons cette pièce de cinq francs, suspendons-la comme le globe à un fil, laissons-la tourner dans le sens qu'elle voudra, et remarquez que, lorsque le côté plat de la pièce est du côté du soleil, l'ombre sur la table, est à peu près ronde, comme

était celle du globe ; mais , à mesure que la face de la pièce devient oblique au soleil , l'ombre devient ovale et quand la pièce est tout-à-fait tournée de côté , c'est-à-dire , qu'elle ne présente que son épaisseur au soleil , l'ombre n'est plus qu'une ligne droite.

JENNY. — Tout ce que vous me montrez est très simple , mon frère , mais je ne puis concevoir quelle conséquence vous pouvez en tirer.

CHARLES. — Voici mon raisonnement ; la terre jette toujours un ombre vers la partie des cieux opposée au soleil , vous n'êtes pas sans avoir remarqué que la lune nous paraît aussi plate que cette table sur laquelle l'ombre du globe était projetée ; quand l'ombre de la terre tombe sur la lune , on dit que la lune est éclipsée , les éclipses peuvent arriver aux différentes heures du jour , conséquemment lorsque différens côtés de la terre sont tournés vers le soleil ; mais comme vous pouvez bien le remarquer , l'ombre de la terre sur la lune est toujours terminée par une ligne circulaire ; il est donc naturel de conclure que la forme de la terre est ronde comme celle d'un globe ; car , si elle était plate , comme celle de cette pièce de cinq francs , son ombre sur la lune produirait les mêmes apparences que celle de

la pièce sur la table , c'est-à-dire que nous la verrions ronde , ovale et en ligne droite.

Il y a encore beaucoup d'autres manières de vous prouver que la terre est ronde ; par exemple , étant sur le bord de la mer , n'avez-vous jamais remarqué un vaisseau quittant le rivage ; à mesure qu'il s'éloigne vous le voyez diminuer sensiblement , le premier objet qui disparaît à vos yeux , c'est le corps du vaisseau qui en est cependant la partie la plus volumineuse , et le haut du mât qui n'est qu'un point en comparaison , est le dernier objet que vous apercevez ; il en serait de même d'un vaisseau qui ferait voile vers le rivage , les premières choses que les marins verraient , seraient d'abord le haut des clochers , et puis les maisons et en dernier toute la côte ; effets qui n'arriveraient point si la terre était un corps plat.

Je pourrais encore vous citer les nombreux voyageurs qui en ont fait le tour plusieurs fois , partant d'un point déterminé ; par exemple , Cook , qui partit de Plymouth , dirigea sa course , toujours du même côté ( l'ouest ) et revint au point de son départ après trois ans de navigation , preuve bien évidente de la rondeur de la terre , car autrement , il eût été obligé de changer de direction ou de revenir sur ses pas . Je pense que vous êtes à présent

convaincue que la terre est un corps sphérique ; mais avant de continuer , je vous engage à voir la *fig. 1* , pl. 2.

JENNY. — Je suis enchantée de vos démonstrations, Charles, je n'ai plus besoin d'autres preuves ; maintenant, j'espère que vous aurez la bonté de me prouver que c'est la terre qui tourne sur elle-même devant le soleil, et non le soleil qui tourne autour de la terre ?

CHARLES. — Avant de répondre à ce que vous me demandez, permettez-moi de vous faire une question très simple, qui peut-être vous paraîtra inconvenante, sur de tels sujets, j'espère cependant qu'elle ne vous offensera pas ; comme mon désir est de vous rendre ces vérités aussi palpables que possible, les comparaisons les plus simples sont quelquefois les plus justes.

Dites-moi, ma sœur, supposons que vous ayez envie de faire cuire un petit oiseau à la broche ; lorsqu'il est tout prêt sur votre broche, vous le mettez devant un feu : quelle est la manière la plus simple de le faire cuire ? sera-ce de faire tourner la broche sur laquelle est l'oiseau, devant le feu, ou bien de laisser la broche en repos et de faire tourner le feu et le fourneau autour de la broche ?

JENNY. — Voilà une question à laquelle

j'étais loin de m'attendre ; car, pour peu qu'on soit doué de quelque sens commun, on ne s'avisera jamais de faire un grand feu pour le faire tourner autour d'un si petit corps qu'un oiseau.

CHARLES. — Eh bien ! Jenny, le soleil est plus d'un million de fois plus gros que notre terre, conséquemment, il convient encore moins, qu'il tourne autour d'elle que votre grand feu et votre fourneau autour de votre oiseau, et comme vous le dites très sagement, nul homme d'un peu de bon sens, ne voudrait faire une chose aussi absurde ; n'est-ce pas un grand blasphème, ma sœur, que de supposer que Dieu qui est l'essence de toute sagesse et de toute perfection ferait ce que la plus stupide de ses créatures rougirait de faire.

De plus, chère Jenny, si nous admettons que le soleil tourne autour de la terre, il faut admettre pareillement que tous les cieux suivent le même mouvement ; le soleil pour tourner autour de la terre en 24 heures, serait obligé de faire près de 100,000 lieues dans une minute, au lieu que celle-ci, dans son mouvement de rotation ne parcourt que 375 lieues par heure, ne serait-il pas contraire à toutes lois de la nature et du sens commun, de vouloir qu'un corps dont la grosseur est de trois

cent mille lieues, circulât autour de la terre, si petite en comparaison.

JENNY. — Je suis bien éloignée d'accuser Dieu d'avoir commis une telle absurdité dans ses sublimes ouvrages ; si j'étais sûre que le soleil fût plus d'un million de fois plus gros que notre terre, je ne vous demanderais pas d'autres preuves parce que je sais que le Créateur emploie les moyens les plus simples pour produire les effets les plus grands, les plus nobles et les plus sublimes.

CHARLES. — Il est donc de toute évidence que la terre tourne en 24 heures, non sur un axe matériel, mais sur une ligne qu'on imagine passer par son centre et terminée à deux points de sa surface, appelés pôles, l'un nord et l'autre sud : elle tourne comme le ferait une orange, si avant de la lancer en l'air, vous la faites tourner sur elle-même.

Vous savez que les eaux coulent naturellement tout autour de la terre, de ses points les plus élevés ou les plus éloignés de son centre, vers ceux qui sont les plus bas ou plus près de son même centre. Ce mouvement est causé par la force de l'attraction centrale de la terre qui attire l'eau et les autres corps vers ce point ; car vous saurez, Jenny, que tous les corps ont la propriété de s'entr'attirer, qui

s'appelle attraction. Alors si notre terre était parfaitement ronde et unie comme un globe , toutes les parties de la surface seraient également éloignées de son centre, l'eau ne trouvant point de pente ne pourrait couler sur la surface, dont les trois quarts environ sont couverts de mers qui se joignent ou se communiquent les unes aux autres ; de sorte que si la terre n'avait aucun mouvement sur son axe ou son centre, la force attractive ( qui est la même tout autour à des distances égales de son centre ), ferait que toute la surface des mers serait d'une forme parfaitement régulière et sphérique.

JENNY. — Je vous comprends très bien, mon frère, car, comme chaque particule de la surface de l'eau, serait attirée avec une force égale vers le centre de la terre, et que toutes ces particules se touchent, il est évident qu'aucune d'elles ne pourrait s'approcher du centre sans que celle qui la touche ne participât au même rapprochement.

CHARLES. — Comme vous savez que l'eau répandue sur la surface de la terre, est un fluide très mobile, qui cède facilement à la plus petite impulsion, il doit arriver à cause du mouvement de rotation de la terre sur son axe, que les parties des mers qui se trouvent tout

le tour à l'endroit où le mouvement est le plus rapide, s'enflent, s'élèvent, et au contraire les parties qui sont vers les pôles s'abaissent, et comme l'observation a fait voir qu'il en est ainsi, il en résulte une nouvelle preuve de la rotation de la terre. Ainsi quand je vous ai dit qu'elle est ronde, je n'ai pas prétendu dire qu'elle le soit exactement, quoique je ne considère ni les vallées ni les montagnes comme une altération de sa forme sphérique; parce que c'est si peu de chose comparé à son volume que cela n'influe pas plus sur sa figure que quelques grains de poussière répandus sur la surface de ce globe; mais, si par exemple, vous ôtez seulement vers les pôles, le papier qui le couvre, il deviendra un peu applati à cet endroit, et renflé sur le cercle juste entre deux, que l'on nomme *équateur*. D'après les calculs les plus exacts le diamètre équatorial de la terre à l'équateur est de 16 lieues plus long que celui de son axe ou diamètre polaire. Ceci n'est que peu de chose comparé à la grosseur de la terre dont la circonférence est de 9000 lieues, et les plus hautes montagnes qu'on connaisse n'ont environ qu'une lieue de hauteur mesurées verticalement.

Vous voyez, Jenny, que la figure de la

terre n'est pas parfaitement ronde, mais un peu aplatie vers ses pôles; sa figure est celle d'une sphéroïde. — Je vous ai déjà dit que les eaux, par un mouvement naturel, suivent les pentes qu'elles rencontrent; si la terre ne tournait pas sur son axe, les mers qui se trouvent vers l'équateur étant dans la partie la plus élevée, se répandraient vers les régions polaires comme étant les plus basses, et les submergeraient à une assez grande distance pour que notre pays en éprouvât les effets, et alors la terre ne conserverait plus sa même forme.

JENNY. — Je crois concevoir ce que vous venez de m'expliquer, et je compare ces effets à celui de l'eau à laquelle on imprime un mouvement rapide de rotation dans un vase quelconque; j'ai plusieurs fois remarqué qu'elle s'élève vers les bords où la rapidité est très grande, et s'abaisse au milieu où elle ne bouge presque pas de place.

CHARLES. — Fort bien, ma chère sœur, un philosophe n'eût pas fait une comparaison plus judicieuse, ni tiré une conséquence plus juste.

JENNY. — Je me rappelle que vous m'avez dit que les trois quarts à peu près de la surface de la terre étaient recouverts

par les mers, en jetant mes yeux sur ce globe je le conçois ; mais vous ne m'avez pas encore dit comment on était certain que la circonférence de la terre fût de neuf mille lieues.

CHARLES. — Mon intention n'était pas de vous en parler en ce moment, craignant de ne pas être bien compris, comme vous êtes tout-à-fait étrangère à la géométrie, et que ce n'est qu'à l'aide de cette science qu'on a pu s'en assurer, je ne voulais point embarrasser votre esprit ; cependant, puisque vous le désirez, je vais vous satisfaire. Vous saurez qu'il n'est pas besoin de faire le tour de la terre pour en connaître la grandeur ; qu'on connaisse seulement deux points bien déterminés, cela suffit.

On se sert ordinairement d'une lunette qui porte un fil à plomb, on la place verticalement, direction dont on s'assure par le moyen du fil à plomb ; on observe une étoile qui se trouve dans ce moment juste au zénith, c'est-à-dire directement au-dessus de l'observateur ; de là on transporte la lunette à un autre point de la surface de la terre, et on y observe la même étoile. On observe que cette étoile n'est plus au zénith du lieu où on se trouve, car la lunette étant

dirigée dessus, le fil à plomb s'en écarte un peu, et fait, avec cet instrument, un petit angle. Ces lunettes sont construites de manière à faire voir combien de degrés cet angle renferme; on en conclut combien il y a de degrés du lieu où l'on était d'abord à celui où on est maintenant. Si, par exemple, on trouve que l'angle entre la lunette et le fil est de  $1^{\circ}$ , ce sera aussi l'intervalle entre les deux lieux d'observation; si on ignore combien ce degré contient de lieues, on mesure la distance de ces deux points avec une chaîne d'arpenteur; si on trouve 25 lieues, vous direz : puisque un degré est la  $360^{\circ}$  partie de la circonférence de la terre, en multipliant ce nombre par 25 lieues on aura 9000 lieues. à présent que j'ai satisfait votre curiosité, vous permettrez, Jenny, que nous passions à d'autres sujets plus à votre portée.

JENNY. — Mille remerciemens pour toutes vos bontés; mais puis-je à présent vous prier de me dire combien il y a de lieues dans la partie terrestre de notre globe, et combien dans la partie couverte par les eaux?

CHARLES. — La partie terrestre du globe est divisée en quatre grands continens appelés *Europe*, *Asie*, *Afrique* et *Amérique*, comme vous le voyez sur ce globe. En cal-

culant, d'après les meilleurs cartes, on a trouvé :

	Lieux carrés
Pour l'Europe . . . . .	575,000
l'Asie. . . . .	1,389,000
l'Afrique . . . . .	1,245,000
l'Amérique. . . . .	1,820,000
	<hr/>
Total de la terre habitée. . .	5,029,000
Mers et terres inconnues . .	20,707,000
	<hr/>
Surface totale de la terre. . .	25,736,000

Vous pouvez vous assurer par vous-même, Jenny, que plus des trois quarts de la surface de notre globe sont couverts d'eau ; prenez une mappemonde, découpez-la le plus exactement possible et pesez chaque partie à part ; si vous trouvez 200 grains pour les eaux, vous n'en trouverez que 50 pour la terre ; cela vous démontrera d'une manière simple que la terre n'occupe pas le quart.

JENNY. — J'admire ce volume prodigieux de notre univers, mais ce que j'admire le plus, c'est cette puissance qui l'a créé et mis en mouvement ; plus j'y réfléchis, plus je trouve que l'homme n'a nulle raison d'être orgueilleux, et si j'avais eu ce défaut, le peu d'astronomie que vous avez eu la bonté de m'enseigner m'en guérirait à présent.

CHARLES. — Je le crois , Jenny , mais soyez bien persuadée que les astronomes en général ne sont ni orgueilleux ni impies. Je pense, pour le présent, avoir répondu à toutes vos questions , et pour ne pas fatiguer votre attention et votre mémoire, nous remettrons à demain , si vous le permettez , la suite de notre entretien.



---

## SECOND ENTRETIEN.

DE L'ÉQUILIBRE DE L'UNIVERS ET DU  
SYSTÈME DU MONDE.

---

CHARLES. — Que faites-vous hier, Jenny, après le déjeuner, je vous ai attendue dans ma chambre, mais vous n'êtes point venue.

JENNY. — J'étais si satisfaite de tout ce que vous m'aviez dit la veille, que j'ai passé toute la matinée à écrire ce dont j'ai pu me souvenir afin de le mieux graver dans ma mémoire; mais aujourd'hui, Charles, je suis à vos ordres, et si vous voulez me le permettre, je renouvellerai ma question d'avant-hier. A quoi le soleil est-il fixé? Car vous m'avez convaincue qu'il ne tourne pas autour de la terre.

CHARLES. — Le soleil n'est fixé à rien et n'a pas besoin de l'être. Je vous ai dit que la chute des corps vers la terre est causée par son attraction, c'est-à-dire le pouvoir qu'elle a d'attirer à son centre tous les corps.

JENNY. — Je me rappelle très bien, et il me paraît très évident que leurs chutes vers

le centre de la terre, sur toutes les parties de sa surface, est une preuve de son attraction ; car quelle autre force pourrait occasioner ces chutes sur ses côtés opposés et dans des directions qui sont tout-à-fait contraires ?

CHARLES. — Vous voilà vraiment philosophe, Jenny, et je m'aperçois que je n'aurai que du plaisir à vous enseigner les élémens de l'astronomie. — Je vous dirai donc que la tendance des corps à tomber est appelée leur *gravitation* ou *pesanteur*, et le pouvoir qui leur donne cette tendance est appelé *attraction*.

A présent, supposons que le soleil soit le seul corps qui existe dans l'espace universel, et qu'il soit placé dans un lieu quelconque de cette immensité ; vers quelle autre partie de ce vaste espace pensez-vous qu'il puisse tomber ?

JENNY. — Je pense qu'il ne pourrait tomber vers aucun point de l'espace, parce qu'il n'y a point d'autre corps pour l'attirer, et j' imagine alors qu'il resterait toujours où il serait placé.

CHARLES. — Votre observation est on ne peut plus juste. A présent, pour vous conduire un peu plus loin, je vous dirai que l'attraction du soleil s'étend indéfiniment tout autour de lui, et que tous les corps s'entr'at-

tirent selon leur quantité respective de matière, c'est-à-dire, d'après le nombre de particules matérielles dont ils sont composés. Je vous ai déjà dit que le soleil est un million de fois aussi gros que la terre, et comme ils sont soumis à l'attraction l'un et l'autre, est-ce le soleil qui doit tomber vers la terre ou la terre vers le soleil ; quelle est votre opinion ?

JENNY. — Mon opinion est que, si le soleil surpasse la terre en quantité de matière dans le même rapport qu'il la surpasse en volume, il est un million de fois plus raisonnable de supposer que c'est la terre qui devrait tomber vers le soleil, plutôt que le soleil vers la terre.

CHARLES. — Très bien, ma sœur, mais il faut que je vous informe à présent, que le soleil n'est pas un corps aussi compacte ou dense que celui de la terre, et par conséquent sa masse matérielle ne contient pas autant de fois celle de la terre que son volume contient le volume de celle-ci ; néanmoins, comme cette masse est 355,000 fois aussi considérable que celle de la terre, le soleil l'attire 355,000 fois plus fortement que la terre ne peut l'attirer.

JENNY. — J'imaginerais, alors, que le soleil et la terre devraient naturellement tomber l'un vers l'autre et se réunir ; seulement,

la terre devrait tomber 355,000 fois plus vite vers le soleil, que le soleil vers la terre.

CHARLES. — Cela serait ainsi, Jenny, si rien ne les en empêchait.

JENNY. — Quelle est donc la cause qui peut les empêcher de suivre cette tendance ?

CHARLES. — Je vais répondre à votre question en vous en faisant une autre ; avez-vous quelquefois essayé de mettre une pierre dans une fronde et de la faire tourner autour de votre tête ?

JENNY. — Oui, lorsque j'étais enfant.

CHARLES. — Ne sentiez-vous pas que la pierre avait une tendance à se dégager de la fronde ?

JENNY. — Certainement ! et dans le même moment où la corde s'échappait de ma main, la pierre volait avec une grande vitesse ; je me rappelle pareillement, que plus je tournais la fronde avec vitesse, plus la tendance de la pierre pour se dégager était forte, et que j'étais obligée de tenir la corde très fortement pour la retenir.

CHARLES. — Cette observation, vous aidera plus que vous ne l'imaginez à présent. Vous saurez, Jenny, que tous les corps qui se meuvent dans des cercles, ont une tendance constante à s'écarter de ces cercles, laquelle

tendance est appelée leur force *centrifuge*, et pour les empêcher de quitter ces cercles, il doit y avoir une force qui les attire au centre de ces mêmes cercles, qui est comme je vous l'ai déjà dit, une propriété que tous les corps ont de tendre à se porter les uns vers les autres, et cette force doit être égale à la *force centrifuge* des corps en mouvement.

La terre dans une année, tourne autour du soleil, dans un orbite qui est à peu près circulaire, et si le soleil ne l'attirait pas, elle se dégagerait aussi naturellement de son orbite, que votre pierre s'échappait de l'orbite qu'elle décrivait autour de votre tête, lorsque vous lâchiez la corde.

JENNY. — Ceci est tout nouveau pour moi ; vous ne m'aviez pas encore dit que la terre tourne autour du soleil ; elle a donc deux mouvemens, l'un sur son axe, en 24 heures, et l'autre autour du soleil dans une année. Pouvez-vous me prouver que la terre tourne autour du soleil, aussi clairement que vous m'avez prouvé qu'elle tourne sur son axe ?

CHARLES. — Je vais vous le prouver : si la terre n'avait point un mouvement autour du soleil, elle n'aurait aucune force *centrifuge* pour l'empêcher de tomber vers cet astre, par son propre poids ou *gravitation* : car,

la force attractive du soleil l'attirerait vers lui.

JENNY. — Je vois que son mouvement annuel est nécessaire; mais je pense que le soleil devrait avoir aussi un mouvement pour lui donner une force *centrifuge*, sans laquelle il me semble, que tout gros qu'il est, l'attraction de la terre le dérangerait de sa place; car je me rappelle que la pierre et la fronde, me secouaient si fortement la main, quoique la pierre fût petite, que j'avais de la peine à la tenir dans sa position, lorsque la pierre était en mouvement.

CHARLES. — Très bien, ma sœur, le soleil se meut dans un orbite comme la terre, mais la grandeur de cet orbite est contenue dans celui de la terre autant de fois que la quantité matérielle de celle-ci est contenue dans celle du soleil, et la vitesse du soleil est d'autant moins considérable qu'il contient plus de matière; il est donc évident que leurs forces centrifuges sont égales à leurs attractions; et de même que ces attractions les empêchent de quitter leurs orbites, en cédant à leurs forces centrifuges, de même, ces forces les empêchent de tomber l'un vers l'autre en vertu de leurs mutuelles attractions; c'est ce que nous appelons l'équilibre du monde.

Voici une figure (*fig. 2*, pl. 2) que j'ai

dessinée pour vous aider à concevoir mes raisonnemens. Supposez que  $a$  représente le soleil,  $b$  la terre et  $hc$  la direction dans laquelle le soleil et la terre s'attirent mutuellement : sur cette ligne prenez un point  $g$  dont la distance au point  $h$  soit à la distance au point  $c$  dans le même rapport que la masse de la terre est à celle du soleil : si le soleil  $a$  et la terre  $b$  pouvaient tomber l'un vers l'autre par la force de leurs attractions mutuelles, dans le temps que  $a$  parcourrait l'espace  $hg$ ,  $b$  parcourrait celui  $cg$ , et ces deux corps se rencontreraient en  $g$ , parce que la vitesse de  $b$  contiendrait autant de fois la vitesse de  $a$  que sa quantité de matière (et conséquemment sa force attractive) est contenue dans celle de  $a$ .

Mais dans le temps que le petit corps  $b$  parcourt le grand cercle  $acb$ , le grand corps  $a$  parcourt le petit cercle  $def$ . Ces deux mouvemens donnent à ces deux corps des forces centrifuges respectivement égales à leur force attractive; et le point  $g$ , centre des deux cercles qu'ils décrivent, est par cette raison appelé leur centre commun de gravité.

JENNY. — Je serais bien aise de savoir pourquoi vous l'appellez ainsi?

CHARLES. — Je vais vous le dire, ma sœur. Supposez que  $a$  et  $b$  soient deux boules de

poids différens, par conséquent ne contenant pas les mêmes quantités de matière, et qu'elles soient fixées aux extrémités d'un fil métallique imperceptible  $ch$  et qui n'ait nul poids (si nous imaginons qu'un fil métallique puisse n'avoir aucun poids comme la ligne immatérielle dans laquelle le soleil et la terre s'entre-attirent); suspendez cette petite ligne  $c$  par un fil attaché au point  $g$  dont la distance au corps  $a$  est contenue autant de fois dans la distance de  $g$  à  $b$  que le poids du corps  $b$  est contenu dans celui du corps  $a$ , alors ces deux boules se tiendront en équilibre d'elles-mêmes, ainsi que les poids différens qu'on suspend aux deux bouts d'une romaine, comme vous l'avez sans doute vu quelquefois lorsqu'on pèse la viande qu'on apporte du marché. Le point  $g$  peut représenter le centre ou axe de la romaine qui supporte les poids qui sont à ses extrémités; et comme gravité et pesanteur sont synonymes, le point  $g$  ou centre de la romaine se nommera le centre de gravité des poids  $a$  et  $b$ .

JENNY. — Je vous entends fort bien, Charles, et vous remercie beaucoup de la peine que vous prenez pour me rendre chaque chose si simple et si aisée à concevoir.

CHARLES. — A présent, si vous tordez le

fil auquel est suspendu le fil métallique et les deux boules au point  $g$ , en se détordant il les fera tourner l'une et l'autre, la grande boule dans le petit cercle  $def$  et la petite dans le grand cercle  $acb$ , et le centre de gravité entre elles restera immobile.

JENNY. — J'en conclus que le centre de gravité entre le soleil et la terre est un point immobile : j'allais vous faire une question, mais je me rappelle quelque chose qui m'empêche de vous faire une demande si peu raisonnable.

CHARLES. — Je vous prie, Jenny, dites-moi quelle était la demande que vous vouliez me faire ?

JENNY. — La voici. Comme nous sommes obligés de suspendre le fil de cuivre et les deux boules par un fil, afin de supporter leur centre de gravité, j'allais vous demander ce qui supporte le centre de gravité entre la terre et le soleil ?

CHARLES. — Très bien ; mais quelle est l'heureuse pensée qui vous a empêché de me faire cette question.

JENNY. — Je me suis immédiatement rappelé qu'il fallait que nous supportassions le centre de gravité entre les deux balles pour les empêcher de tomber vers la terre, parce que

celle-ci les tirait à elle par sa force d'attraction. Mais comme il n'y a pas là de plus grands corps que le soleil et la terre pour les attirer, ils ne pourraient tomber ailleurs que l'un vers l'autre, et alors leur centre commun de gravité n'a pas besoin d'être soutenu.

CHARLES. — Je ne vous aurais pas fait une autre réponse, Jenny, si vous m'aviez demandé cela.

JENNY. — Vous m'avez déjà dit que la terre est une planète et qu'il y en a encore d'autres qui, comme elle, tournent autour du soleil.

CHARLES. — Oui, nous en comptons encore dix, qui sont Mercure, Vénus, Mars, Vesta, Junon, Cérès, Pallas, Jupiter, Saturne et Herschel.

JENNY. — Alors notre soleil doit être le leur aussi ?

CHARLES. — Oui, et il les éclaire toutes comme il nous éclaire.

JENNY. — Je ne croirai jamais que le Tout-Puissant fasse quelque chose d'inutile ; je pense donc que toutes les autres planètes sont habitées comme notre terre ; car dans quel but le soleil brillerait-il sur des amas de matière sans vie, s'il n'y avait pas sur leurs surfaces des créatures raisonnables pour jouir des

bienfaits de sa lumière et de sa chaleur.

CHARLES. — Je vous dirai encore une chose de plus, chère Jenny, qui vous confirmera dans la croyance que tous ces corps sont habités : ils tournent sur leurs axes, comme la terre tourne sur le sien ; il est donc clair qu'ils ont des jours et des nuits ; et ceux qui sont le plus loin du soleil, tels que Jupiter, Saturne et Herschel, ont des lunes pour les éclairer : Jupiter en a quatre, Saturne sept et Herschel six.

JENNY. — Dites-moi, toutes les planètes tournent-elles autour du soleil dans une année comme notre terre ?

CHARLES. — Non : celles qui sont le plus près du soleil emploient moins de temps, et celles qui en sont le plus loin en mettent plus à accomplir leurs révolutions autour de cet astre.

JENNY. — Et se meuvent-elles autour du centre de gravité entre le soleil et elles, comme autour d'un point fixe ?

CHARLES. — Oui, sans doute.

JENNY. — Alors, comme leurs révolutions autour du soleil s'opèrent dans des temps différents, je ne conçois pas comment celui-ci peut décrire un cercle régulier autour du centre commun de gravité entre lui et tous ces corps ;

car il me semble que, pour que le soleil pût se mouvoir régulièrement dans un cercle, toutes les planètes devraient être réunies et ne former qu'une seule masse.

CHARLES. — Cela est très vrai, et ce que je vous ai montré supposait qu'il n'y avait qu'une planète sous l'influence du soleil ; mais comme il y en a dix autres qui circulent autour de lui dans différentes périodes de temps, il se meut autour du centre commun de gravité de tout le système et ne décrit pas un cercle régulier autour de ce centre, mais en est quelquefois plus près et d'autres fois plus loin, selon qu'il est attiré par un plus petit ou un plus grand nombre de planètes vers quelques points du ciel.

JENNY. — Quel espace de temps chaque planète emploie-t-elle à faire le tour du soleil.

CHARLES. — Mercure emploie 87 jours 23 heures de notre temps, Vénus 224 jours 17 heures, la Terre 365 jours 6 heures, Mars 686 jours 23 heures, Vesta 1,535 jours, Junon 1,591 jours, Cérès 1,681 jours, Pallas 1,682 jours, Jupiter près de 4,553 jours, Saturne 10,759 jours, et Herschel près de 30,689 jours ; toutes vont d'occident en orient et leurs distances moyennes au soleil sont de :

* 13,453000	lieues pour Mercure ;
25,133000	Vénus ;
34,762000	la Terre ;
52,977000	Mars ;
82,489000	Vesta ;
92,509000	Junon ;
96,186000	Cérés ;
96,220000	Pallas ;
180,865000	Jupiter ;
331,592000	Saturne ;
666,833000	Herschel ;

JENNY. — Ces distances sont si immenses que je ne puis m'en former une idée.

CHARLES. — Pour vous les représenter d'une autre manière, imaginez un corps lancé du soleil avec une rapidité de 175 lieues par heure, ce qui est à peu près la vitesse d'un boulet de canon, ce corps atteindrait

Mercure au bout de 8 ans 283 jours ;
Vénus plus de . . . 16 ans ;
La Terre . . . . . 22 ans ;
Mars . . . . . 34 ans ;
Jupiter . . . . . 117 ans ;
Saturne . . . . . 215 ans ;
Supposez, Jenny, que tous les corps soient

---

\* Suivant l'Annuaire de 1827, du bureau des longitudes.

soumis seulement au pouvoir de l'attraction et que nous les privions de leur force centrifuge, alors ils tomberaient tous vers le soleil, et leurs chutes, vu leurs distances respectives, se feraient dans l'ordre suivant :

Mercure tomberait vers le soleil en	15 j. 13 h.
Vénus en . . . . .	39 17
La Terre en. . . . .	64 10
Mars en. . . . .	121
Jupiter . . . . .	767
Saturne . . . . .	1901
Herschel . . . . .	5406
La lune tomberait sur la terre en	4 20

JENNY. — Combien l'imagination est frappée d'étonnement en pensant qu'un boulet de canon mettrait plus de 200 ans pour aller du soleil vers la planète de Saturne, qui n'est pas encore la plus éloignée du système ! En vérité, l'idée d'une telle distance me confond !

CHARLES. — Quelque immense qu'elle vous paraisse et qu'elle soit en effet, il y a cependant quelques-unes des comètes qui vont encore 14 fois plus loin du soleil, et à cette distance même elles sont encore plus près du soleil que d'aucune des étoiles fixes ; car si quelque comète allait aussi près d'une étoile qu'elle l'est du soleil dans son plus grand éloignement, elle se trouverait attirée par cette

étoile autant qu'elle l'est par le soleil ; alors elle dirigerait sa marche vers cette étoile et elle deviendrait une comète de cette même étoile et nous ne la reverrions plus. A présent, chère Jenny, que pensez-vous de la distance des étoiles ?

JENNY. — Je m'y perds à force d'étonnement ! mais en supposant, qu'il n'y ait pas de comètes, dites-moi, je vous prie, par quel moyen pouvons-nous connaître que la distance des étoiles est si grande ?

CHARLES. — Je vous citerai seulement une manière très simple de vous en assurer ; si nous sommes à une grande distance de deux maisons voisines, elles nous paraissent petites et peu éloignées l'une de l'autre, mais plus nous en approchons, plus elles semblent grossir et la distance entre elles semble augmenter. La terre, vous le savez, tourne autour du soleil chaque année dans un orbite qui a environ 70 millions de lieues de diamètre, nous sommes donc à présent de 70 millions de lieues plus près de quelques étoiles que nous ne l'étions il y a six mois, ou que nous ne le serons dans six mois ; et cependant les mêmes étoiles nous paraissent encore de la même grandeur, et à la même distance les unes des autres, non-seulement à l'œil nu, mais, même avec

les meilleurs instrumens qui amplifient les objets jusqu'à les faire paraître 1,600 fois plus grands qu'à la vue simple. Ce qui nous démontre clairement que tout le diamètre de l'orbite de la terre, n'est qu'un point sans dimension en comparaison de la distance des étoiles.

JENNY. — Bien, mon cher frère; mais comme nous parlions des comètes, dites-moi, je vous prie, ne sont-elles pas dangereuses? Nous sommes toujours effrayés quand nous entendons annoncer l'apparition d'une comète, nous craignons que sa queue enflammée ne brûle le monde.

CHARLES. — Une telle croyance est pardonnable aux personnes privées d'instruction. Les orbites des planètes sont tous à peu près dans le même plan ( comme si vous traciez des cercles sur une table ), mais les orbites des comètes sont très elliptiques, et toutes si obliques aux orbites des planètes, qu'il est presque impossible qu'aucune d'elles puisse jamais toucher une planète, et à l'égard de ces apparences qu'on appelle queues des comètes, ce ne sont que de légères vapeurs qui s'élèvent du corps de l'astre, et qui ne pourraient faire aucun mal à une planète, s'il arrivait qu'elles les rencontrassent dans le moment où la comète passerait près de cette

planète. Si elles étaient de feu , nous ne pourrions distinguer au travers , les objets qui sont au delà ; car si vous placez une chandelle entre vous et un objet quelconque , vous ne pouvez pas voir cet objet à travers la flamme de la chandelle , et cependant nous apercevons les plus petites étoiles à travers la queue d'une comète.

JENNY. — Voici une doctrine qui me rassure ; mais quand je considère la distance des planètes au soleil et dans quel temps elles font leurs révolutions autour de cet astre , il me paraît qu'elles doivent se mouvoir très vite dans leurs orbites ; je serais bien aise de savoir combien elles parcourent de lieues dans une heure.

CHARLES. — Je vous dirai donc que Mercure dans sa révolution autour du soleil , fait plus de 40,000 lieues par heure , ce qui est 120 fois la vitesse d'un boulet de canon ; Vénus en fait 29,000 ; la Terre, 24,000 ; Mars, 20,000 ; Jupiter , la plus considérable de notre système , en parcourt 11,000 par heure ; Saturne, 8,000 ; et Herschel , la dernière de notre système , fait 5,600 lieues dans une heure.

JENNY. — Ainsi , mon frère , nous sommes emportés avec la terre , et nous parcourons 24,000 lieues par heure , vous conviendrez que cela est extraordinaire.

CHARLES. — Cela est vrai, chère Jenny, pour les personnes qui n'ont aucune idée d'astronomie; mais j'espère que cela ne l'est déjà plus pour vous.

JENNY. — Pouvez-vous me dire quelle est la grandeur du soleil et des planètes?

CHARLES. — Très volontiers; je vous dirai, Jenny, que lorsque la distance d'un objet est connue, la géométrie fournit des règles très aisées pour en connaître la grandeur; ainsi, d'après leurs distances que je vous ai citées, le diamètre du Soleil est de 315,000 lieues.

de Mercure...	1,117
de Vénus.....	2,779
de la Terre...	2,865
de Mars.....	1,600
de Vesta environ...	30
de Junon.....	120
de Cérès.....	155
de Pallas.....	178
de Jupiter....	33,119
de Saturne...	27,533
de Herschel...	12,205

Quant aux volumes, celui de la terre est contenu 1,328,000 fois dans celui du Soleil;

1,470 .....	Jupiter;
887 .....	Saturne;
77 .....	Herschel;

Le volume de la terre est à peu près égal à celui de Vénus, mais un peu plus grand ; il est plus grand que tous les autres, il contient :

	16 fois celui de Mercure ;
5	..... Mars ;
14,830	..... Vesta ;
250	..... Junon ;
132	..... Cérés ;
120	..... Pallas.

Pour les quatre dernières, ces nombres ne sont estimés qu'à peu près ; Vesta a été découverte par M. Olbers, le 29 mars 1807, elle est très petite et ne peut être aperçue à l'œil nu ; Cérés le fut en 1801, par M. Piazzi ; les deux autres l'ont été encore plus récemment, elles ne forment pas entre elles quatre plus de la 25<sup>e</sup> partie de la terre.

La planète d'Herschel, qu'on nomme quelquefois Uranus, a été découverte en Angleterre, en 1781, par l'astronome Herschel qui lui a donné son nom.

Voici un plan du système de l'univers que je vous ai tracé, où vous pourrez voir d'un seul coup d'œil les grosseurs comparatives des planètes ( Pl. 3 ), il peut vous servir aussi à voir les lieux respectifs où elles sont placées par rapport au soleil, mais vous vous tromperiez si vous vous en serviez pour comparer

les grosseurs aux distances, car j'y ai représenté les grosseurs beaucoup plus considérables qu'elles ne devraient l'être par rapport aux distances, sans cela elles auraient été imperceptibles. Si vous voulez qu'elles représentent le lieu respectif des planètes, il faut les réduire toutes et le soleil aussi à leur point central.

Je vous parlerai maintenant, **Jenny**, des satellites ou lunes qui accompagnent ces diverses planètes; la lune, qui est le satellite de la terre, en est distante d'environ 86,000 lieues, son diamètre est de 782 lieues, et elle achève sa révolution autour de la terre en 27 jours 7 heures 43 minutes, c'est-à-dire, qu'elle emploie ce temps pour revenir à la même position par rapport aux étoiles fixes, mais non par rapport au soleil, comme je vous l'expliquerai lorsque je vous parlerai spécialement de la lune.

Jupiter a quatre satellites qui circulent autour de lui, dans différens temps et à diverses distances: le premier satellite, celui qui est le plus rapproché de la planète achève sa révolution en  $1^{\text{h}} 18^{\text{m}} 28^{\text{m}}$  à une distance de 100,160 lieues.

le 2 <sup>o</sup> en	3	13	14	.....	159,340
le 3 <sup>o</sup> en	7	5	43	.....	254,190
le 4 <sup>o</sup> en	16	16	32	.....	447,080

Saturne a sept satellites qui, comme ceux de Jupiter tournent autour de lui à diverses distances; le plus près de cette planète emploie pour faire sa révolution,

	i.	22	h.	37	m.	à une distance de	46,018	lieues.
le 2 <sup>e</sup>	1	8	53	.....			59,196	
le 3 <sup>e</sup>	1	21	19	.....			72,687	
le 4 <sup>e</sup>	2	17	44	.....			93,887	
le 5 <sup>e</sup>	4	12	25	.....			131,057	
le 6 <sup>e</sup>	15	22	41	.....			503,964	
le 7 <sup>e</sup>	79	7	55	.....			886,012	

Outre ces sept satellites, cette planète est entourée d'un anneau large et mince qui se divise en deux, l'un que l'on appelle intérieur et l'autre extérieur; la largeur de l'anneau intérieur est estimée de 6,541 lieues, et celle de l'anneau extérieur 2,439 lieues, laissant un espace vide entre eux deux de 682 lieues. Le soleil éclaire pendant 15 de nos années à peu près, la partie nord de cet anneau, et quitte cette partie pour éclairer le même espace de temps la partie sud, de sorte qu'il n'y a qu'un jour et une nuit de chaque côté de l'anneau pendant le temps que Saturne fait sa révolution autour du soleil, ce qui fait presque 30 de nos années.

JENNY. — C'est en vérité un long jour et une longue nuit pour les habitans de l'anneau

de Saturne ; il n'y a nul doute que le Tout-Puissant n'ait fait le jour et la nuit selon leurs divers besoins, comme il les a faits pour nous, qui ne valons sans doute pas mieux que les habitans de Saturne, et ne méritons pas plus ses bontés. Mais, Charles, vous m'avez dit que les autres planètes tournent autour de leur axe comme la terre ; tournent-elles toutes du même côté, ou bien vers l'orient, de sorte que le soleil et les étoiles paraissent se mouvoir vers l'ouest, et dans quel temps accomplissent-elles ce mouvement de rotation ?

CHARLES. — Par des observations faites avec de bons télescopes, on aperçoit des taches sur leurs surfaces, qui paraissent et disparaissent régulièrement sur leurs bords opposés ; par les mouvemens de ces taches, qui se font tous d'occident en orient, nous savons que Mercure tourne sur son axe en 24 heures 5 minutes.

Les dernières observations ont démontré que Vénus fait son mouvement de rotation en 23 heures 21 minutes.

Les taches qu'on a remarquées sur Mars, ont fait connaître que cette planète tourne sur son axe d'occident en orient, en 24 heures 31 minutes de notre temps.

Des bandes sur la surface de Jupiter, ont

également démontré que la rotation de cette planète se fait dans une espace de 9 heures 56 minutes.

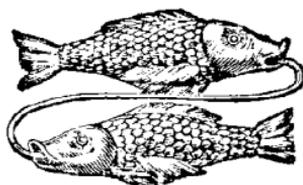
Herschel a calculé que le mouvement de rotation de Saturne, s'opère en 10 heures 16 minutes; ce mouvement de rotation se fait comme celui de toutes les autres planètes, d'occident en orient.

On a pareillement observé que le soleil tourne sur lui-même en 25 jours 6 heures, d'occident en orient. A l'égard des autres planètes, les astronomes n'ont encore pu s'assurer de leurs mouvemens de rotation, car on n'a pu voir aucunes taches sur leurs surfaces même au moyen des meilleurs télescopes.

JENNY. — Mais, pourquoi le soleil tourne-t-il? n'est-il pas la source de toute lumière, et il ne peut avoir ni jours, ni nuits.

CHARLES. — Vous avez raison; ce mouvement empêche que ses taches noires ne restent long-temps devant la même planète, et par ce moyen il disperse la lumière et la chaleur plus également autour de lui sur tous les univers. Mais je crains que vous ne soyez fatiguée de notre long entretien, voici une table que vous pourrez consulter quand vous serez dans votre chambre, elle vous sera d'un grand secours, et aidera votre mémoire à se

rappeler les distances, diamètres et révolutions des planètes, et j'espère, chère sœur, que demain nous reprendrons nos leçons, je souhaite que vous les receviez avec autant de plaisir que j'en ai à vous les donner.



PLANÈTES.	Distances au soleil.	Révolutions dans leurs orbites.	Revolutions sur elles-mêmes.	Vitesse dans leurs orbites. Lieues par heure.	Diamètres.	Moindre distance à la terre en lieues.
MERCURE ♀	13,453,000 lieues.	j. h. 87 23	h. m. 24 5	40,000 lieues.	1,117 lieues.	21,309,000
VÉNUS ♀	25,133,000	224 17	23 21	29,000	2,779	9,629,000
LA TERRE ☉	34,762,000	365 6	23 56	2,400	2,865	
MARS ♂	52,977,000	686 23	24 31	20,000	1,600	18,215,000
VESTA ♃	82,489,000	1,335			30	47,727,000
JUNON ♃	92,509,000	1,591			120	57,747,000
CÉRÈS ♃	96,186,000	1,681			135	61,424,000
PALLAS ♃	96,220,000	1,682			178	61,458,000
JUPITER ♃	180,865,000	4,333	9 56	11,000	33,119	146,103,000
SATURNE ♄	331,592,000	10,759	10 16	8,000	27,533	296,830,000
HERSCHEL ♃	666,833,000	30,689		5,600	12,205	632,071,000

---

---

## TROISIÈME ENTRETIEN.

### SUR LA GRAVITÉ, LA LUMIÈRE ET L'ATTRACTION DES CORPS.

---

CHARLES. — Je m'aperçois, chère Jenny, que vous n'avez point envie de perdre votre leçon ce matin, c'est très bien ; mais dites-moi, je vous prie, avez-vous fait quelques remarques sur notre dernière conversation ?

JENNY. — Oui, Charles ; d'abord, je me rappelle que vous m'avez dit que Mercure se meut dans son orbite de 40,000 lieues par heure, et Saturne, seulement 8,000 lieues ; j'ai pareillement observé que, parmi les autres planètes, les plus éloignées du soleil, non-seulement, emploient un temps plus long à tourner autour de cet astre, mais aussi qu'elles se meuvent plus lentement dans chaque partie de leurs orbites respectives ; pouvez-vous m'en expliquer la raison ?

CHARLES. — Plus une planète est près du soleil, plus cet astre l'attire vers lui avec force,

et plus elle en est éloignée , moins la force attractive du soleil agit sur elle ; alors , celles qui sont le plus près du soleil , doivent se mouvoir plus vite dans leurs orbites , pour acquérir des forces centrifuges égales au pouvoir attractif du soleil ; et celles qui en sont les plus éloignées , doivent se mouvoir plus lentement afin de ne point avoir une force centrifuge plus considérable que la force attractive du soleil , qui à ces distances se trouve très affaiblie.

JENNY. — J'entends , l'attraction du soleil agissant sur chaque planète est égale à la force centrifuge de chacune de ces mêmes planètes , par ce moyen , tous les corps sont retenus dans leurs orbites respectives ; n'est-ce pas cela , Charles ?

CHARLES. — Très bien , ma sœur.

JENNY. — Je vous prie , dites-moi si la force attractive du soleil diminue dans le même rapport que sa distance augmente ?

CHARLES. — Non , sa force attractive diminue dans le même rapport que les carrés des distances augmentent ( c'est-à-dire les distances multipliées par elles-mêmes ) , de sorte que , à une distance du centre du soleil double d'une autre distance , sa force attractive est quatre fois moindre ; à une distance

triple, elle est trois fois trois ou neuf fois moindre; à une distance quadruple, l'attraction est quatre fois quatre ou seize fois moindre, ainsi de suite. Par ce moyen lorsqu'on connaît les temps des révolutions des planètes, on peut trouver les rapports entre les distances des planètes au soleil et leurs différens degrés de vitesse dans leurs orbites.

JENNY. — Voyons si je conçois bien ce que vous m'avez dit; supposons quatre planètes placées de sorte que la distance de la seconde au soleil, soit deux fois aussi grande que celle de la première; la distance de la troisième, trois fois aussi grande, et la distance de la quatrième, quatre fois aussi grande que la distance de la première; la quatrième ne sera attirée que par la seizième partie de la force qui attire la première; la troisième ne le sera que par la neuvième partie de cette même force, et la seconde ne sera soumise qu'au quart de la force qui attire la première.

CHARLES. — Très bien, Jenny.

JENNY. — Je voudrais bien connaître pourquoi l'attraction du soleil diminue en raison inverse du carré des distances... pourquoi secouez-vous la tête, Charles?

CHARLES. — Parce que vous me faites une question que Newton lui-même n'a pas pu

résoudre, quoiqu'il fût le prince des philosophes.

JENNY. — Ne m'avez-vous pas dit que par ce moyen, vous trouviez les distances comparatives des planètes au soleil ?

CHARLES. — Oui, ma sœur, et les géomètres disent que *les carrés des temps périodiques des planètes sont entre eux comme les cubes de leurs distances moyennes au soleil* (vous savez, Jenny, que le cube d'un nombre est ce nombre multiplié deux fois par lui-même), c'est comme si je vous disais de multiplier par eux-mêmes les temps des révolutions de deux planètes, et pareillement de multiplier deux fois par elles-mêmes leurs distances au soleil; vous trouverez le même rapport entre les carrés des temps des révolutions de ces planètes, qu'entre les cubes de ces distances moyennes. Nous allons prendre pour exemple la terre et Saturne. Vous vous rappelez que la terre fait sa révolution en un an et Saturne en 30 ans environ; nous dirons, le carré de 1 est 1, et le carré de 30 est 900; si l'on cherche la racine cubique de 1 on trouve 1, et celle de 900 est 9 et quelque chose, ce qui nous montre que la distance de Saturne au soleil est plus de 9 fois celle de la terre; tel est le rapport qu'il y a entre les

distances de ces deux corps au soleil : si nous voulons maintenant par ce moyen connaître la distance de Saturne au soleil, comme nous savons que la terre est éloignée de cet astre de 34,000,000 de lieues, nous multiplierons ce nombre par  $9 \frac{1}{2}$  et nous aurons la distance en lieues de Saturne au soleil; de cette manière, lorsque les temps périodiques des planètes sont connus, on peut calculer leurs distances au soleil avec une grande exactitude; Kepler fut le premier qui découvrit cette loi remarquable, on l'appelle la *loi de Kepler*.

JENNY. — Charles, vous ne pouvez donc assigner aucune cause à la diminution de l'attraction du soleil, à mesure que la distance augmente ?

CHARLES. — Je le pourrais très facilement si la force attractive agissait d'après la surface du corps attiré; mais il n'en est pas ainsi, elle agit exactement en raison de la quantité de matière contenue dans ce corps, alors, Jenny, lorsque je vous parlerai d'attraction (dont l'effet se nomme gravité, comme je vous l'ai déjà dit), je ne prétendrai pas vous parler d'une cause, mais seulement d'un effet; il est facile de concevoir que la gravité n'agit que d'après la quantité de matière et non d'après le volume du corps, autrement un morceau de liège,

par exemple , serait aussi pesant qu'un morceau de plomb du même volume , car vous vous rappelez , Jenny , que poids et gravité sont synonymes.

JENNY. — A quel but , je vous prie , avez-vous destiné cette petite figure que vous tenez (*fig. 3* , pl. 2 ) ?

CHARLES. — Mon intention , Jenny , est de vous faire voir que la lumière du soleil , ou de tout autre corps lumineux , diminue comme le carré des distances aux corps lumineux augmente. Les rayons du soleil partent de tous les points de sa surface en ligne droite , par conséquent plus ils s'éloignent du soleil , plus ils s'écartent , et ainsi ils couvrent une surface d'autant plus grande , que le corps éclairé est à une distance plus grande du corps lumineux.

JENNY. — Comment connaît-on que la lumière se meut en ligne droite ?

CHARLES. — Cela est très aisé. Prenez une pipe par exemple qui soit courbe , essayez de regarder le soleil ou bien la flamme d'une chandelle à travers le tuyau de la pipe , vous ne verrez rien ; mais si vous cassez le corps de la pipe et que le trou qui est dans la pipe se trouve droit , alors vous pourrez apercevoir la lumière. Voyons cette figure que je viens de tracer (*fig. 3* , pl. 2 ) : supposons que  $s$  soit

le centre du soleil, et que  $sd$ ,  $se$ ,  $sf$ ,  $sg$ , soient quatre rayons de lumière partant de la surface du soleil en ligne droite (dans la même direction que s'ils partaient de son centre), et supposons que l'espace entre ses quatre rayons soit rempli par d'autres rayons : prenons les distances  $sa$ ,  $sb$ ,  $sc$ , du centre du soleil, de façon que  $sb$  se trouve double de  $sa$  et  $sc$  triple ; alors à la distance  $sa$ , placez la petite figure carrée  $a$ , sur laquelle tous les rayons tomberont et couvriront tout son espace ; à la distance  $sb$  placez le carré  $b$ , qui étant deux fois aussi large et deux fois aussi haut que la figure  $a$ , contient quatre fois autant de surface, et si vous ôtez la figure  $a$ , toute la lumière qui tombait sur elle tombera et couvrira toute la surface de  $b$  ; et comme elle est quatre fois aussi grande que celle de  $a$ , et ne reçoit pas plus de lumière que  $a$  n'en recevait, il est évident que chaque point de la surface de  $b$  ne recevra pas plus du quart de la lumière que recevait chaque point de la surface de  $a$  ; enfin, à trois fois la distance de  $sa$ , placez le carré  $c$ , qui étant trois fois aussi haut et trois fois aussi large que la figure  $a$ , contient neuf fois autant de surface ; alors si vous ôtez  $b$  pour que toute la lumière qui tombait sur lui tombe sur la figure  $c$ , la lumière couvrira toute sa

surface; et comme elle est quatre fois aussi grande que la surface de  $a$  et ne reçoit pas plus de lumière que  $a$  n'en recevait, il est clair que la lumière sur chaque point de  $c$  sera neuf fois moins forte ou moins vive qu'elle ne l'était sur chaque point de la surface  $a$ .

JENNY. — Rien ne peut être plus simple : il s'en suit donc qu'à quatre fois la distance de  $a$  au soleil, la lumière est seize fois plus faible qu'en  $a$ ; qu'à cinq fois cette même distance elle est vingt-cinq fois plus faible, et ainsi de suite. Je ne doute pas, Charles, que par ce moyen vous ne puissiez me dire quelles sont les quantités comparatives de lumière que le soleil répand sur toutes les planètes.

CHARLES. — Rien n'est plus aisé, chère Jenny. La lumière du soleil est sept fois aussi grande sur Mercure qu'elle ne l'est sur la terre, environ deux fois aussi grande sur Vénus, sur Mars elle n'est pas moitié de celle que nous recevons; sur Jupiter, elle n'en est qu'un vingt-septième; sur Saturne environ la quatre-vingt-dixième partie, et pour Herschel elle n'en est pas la trois cent soixantième partie.

JENNY. — Dites-moi, Charles, si toutes les planètes sont habitées, comment ceux qui vivent sur Mercure et Vénus ne sont-ils pas incommodés par cette trop grande lumière?

et ceux qui habitent les planètes les plus éloignées du système doivent se croire bien disgraciés de Dieu, car la lumière dont ils jouissent n'est guère préférable à l'obscurité; pour nous, il nous serait impossible de supporter sept fois autant de lumière que celle que nous recevons du soleil, comme cela arrive aux habitans de Mercure; et je ne puis supposer que nous serions capables de nous livrer à nos occupations habituelles seulement avec la trois cent soixantième partie de la lumière que nous recevons du soleil.

CHARLES. — Ma chère Jenny, en supposant que les autres planètes soient habitées, nous devons supposer que les êtres qui les habitent sont conformés pour leurs univers comme nous le sommes pour le nôtre; et si nous supposons que la prunelle des yeux de ceux qui vivent dans la planète Mercure est sept fois plus petite que la nôtre, la lumière ne leur paraîtra pas plus forte qu'elle ne nous paraît; et si la prunelle des habitans de Saturne est quatre-vingt-dix fois aussi grande que la nôtre, la lumière sera alors pour eux de la même force qu'elle l'est ici pour nos yeux. Je vous prie, Jenny, dites-moi combien pensez-vous qu'il faudrait de pleines lunes pour produire une lumière qui égalât la

clarté d'un jour ordinaire, lorsque le soleil ne brille pas et que toute notre clarté ne vient que par les réflexions des nuages ?

JENNY. — Je ne puis vous le dire ; mais je suppose qu'un cent tout au plus devrait produire cette lumière.

CHARLES. — Un cent ! je vous assure, ma chère sœur, que vous êtes grandement dans l'erreur ; car il en faudrait quatre-vingt-dix mille au moins.

JENNY. — Vous m'étonnez ! Charles ; mais comment pouvez-vous trouver le moyen de comparer la lumière de la lune à celle du jour et affirmer qu'il existe une aussi grande différence ?

CHARLES. — Vous avez sans doute souvent observé la lune quand elle était un peu élevée vers le matin, lorsque le soleil était déjà sur l'horizon ; elle vous paraissait sombre en comparaison de ce qu'elle était la nuit, et cependant elle était aussi brillante alors, seulement la lumière vive du jour la faisait paraître autrement ; il en est de même d'une chandelle qui paraît très brillante la nuit ; mais mettez-la en plein jour, elle vous paraîtra très pâle, quoique sa lumière soit encore la même. Ainsi, lorsque le soleil est caché par les nuages, toute la lumière que

nous recevons est réfléchié par eux dans le jour ; mais la nuit la lune nous réfléchit la lumière du soleil, et comme la lune ne remplit que la quatre-vingt-dix millième partie du firmament, sa lumière n'est donc égale qu'à la quatre-vingt-dix millième partie de la lumière d'un jour ordinaire ; alors, comme la lumière du soleil sur Saturne est égale à un 90 millième de celle de la terre, et que une lumière ordinaire sur la terre est 90,000 fois aussi forte que celle de la lune ; si nous divisons 90,000 par 90, le quotient sera 1000 ; ce qui nous montre que la lumière du soleil pour Saturne est 1000 fois aussi grande que la lumière de la pleine lune l'est pour nous.

JENNY.—Je vous entends très bien, Charles ; mais ce matin vous m'avez parlé de l'intensité de la lumière : pourriez-vous me dire maintenant quel est son degré de vitesse ?

CHARLES.—Oui, vous allez bientôt le connaître. Vous vous rappelez que l'orbite de la terre est située au dedans de celle de Jupiter, c'est-à-dire que la ligne courbe (nommée orbite) que parcourt la terre est plus près du soleil que celle que parcourt Jupiter ; alors vous comprenez que quand la terre est entre Jupiter et le soleil, ces deux corps paraissent, vus de la terre, vers deux points opposés du

ciel ; et quand le soleil est à peu près entre nous et Jupiter , ces deux astres paraissent être vers les mêmes points du ciel relativement à la terre ; quand donc le soleil et Jupiter paraissent presque se joindre , la terre se trouve plus éloignée de Jupiter de presque tout le diamètre de son orbite qu'elle ne l'est quand Jupiter se trouve dans la partie opposée du ciel. Or , les éclipses des satellites de Jupiter sont aisément calculées , parce que , par des observations télescopiques , les temps de leurs révolutions sont exactement connus , et on a toujours remarqué , depuis l'invention des télescopes , que ces éclipses sont vues seize minutes plutôt quand la terre est le plus près possible de Jupiter que quand elle en est le plus éloignée ; de sorte que si nous supposions qu'il y eût deux terres se mouvant dans la même orbite et se trouvant dans les deux points opposés de cette orbite , quand l'une d'elles serait à sa moindre distance de Jupiter et l'autre à son plus grand éloignement de cette planète , un observateur situé sur la terre la plus rapprochée verrait l'éclipse 16 minutes plus tôt que celui qui se trouverait sur la terre qui serait à la plus grande distance : ce qui démontre clairement que la lumière met seize minutes à parcourir un espace égal au diamètre de l'or-

bite de la terre, qui est, comme vous savez, de 70,000,000 de lieues ; conséquemment elle doit mettre huit minutes à venir du soleil sur la terre, puisque cet astre occupe le foyer ou à peu près le centre de cette orbite : ce qui ne fait que la moitié de l'espace ou demi-diamètre de celle à la terre.

JENNY. — J'entends très bien tout ceci ; mais une difficulté se présente à mon esprit. Les rayons du soleil nous viennent directement de cet astre ; mais ses rayons ne nous viennent des satellites de Jupiter que par réflexion, et êtes-vous certain qu'une lumière réfléchie se meut avec la même vitesse qu'une lumière directe ?

CHARLES. — Il n'y a aucune raison pour imaginer le contraire, et je vais vous le prouver. Si les parties de la lumière ne se dégageaient pas aussi vite des planètes qu'elles y viennent, il y resterait une accumulation de rayons qui les ferait paraître chaque nuit de plus en plus brillantes, et c'est ce que nous n'apercevons pas ; et si au contraire elle s'échappait des planètes plus vite qu'elle n'y est venue, elles paraîtraient de plus en plus sombres chaque nuit, chose qui n'existe pas.

JENNY. — Mais dites-moi, Charles, la planète réfléchit-elle tous les rayons qu'elle a

reçus du soleil, aucun d'eux ne se trouve-t-il perdu ou absorbé dans la matière dont cette planète est composée ? et si quelques-uns d'entre eux se trouvaient absorbés, votre raisonnement ne serait-il pas en défaut ?

CHARLES. — Du tout, Jenny : car en supposant que quelques rayons se trouvent absorbés, leur nombre sera toujours dans la même proportion, c'est-à-dire qu'il sera toujours égal : car les mêmes parties de la surface de la planète qui réfléchissent ou absorbent les rayons qui tombent sur elle dans ce moment seront également disposés à réfléchir ou à absorber les rayons qui y tomberont le moment d'après ; ainsi, même rapport entre les rayons absorbés et les rayons réfléchis ; ainsi, la quantité de lumière lancée du soleil sur la planète étant toujours la même, la lumière réfléchie demeurera aussi la même.

JENNY. — La lumière venant du soleil à la terre en huit minutes, sa vitesse est étonnante ! voulez-vous que j'essaie de calculer combien cela fait de lieues dans une minute ? La distance du soleil à la terre est d'environ 34 millions de lieues (je prendrai des nombres ronds), alors il faut que je divise 34,000,000 par 8 et le quotient sera un peu plus de 4 millions, qui est le nombre cherché ; ainsi, je dirai donc

que la lumière parcourt plus de 4,000,000 de lieues dans une minute, et d'après ce que vous m'avez dit de la rapidité d'un boulet de canon, le mouvement de la lumière serait plus d'un million de fois plus rapide : vitesse vraiment extraordinaire ! Mais, Charles, vous m'avez bien parlé des rayons du soleil et du temps qu'ils mettent à venir de cet astre vers nous, cependant j'ai entendu affirmer que nous voyons le soleil se lever à l'horizon avant qu'il n'y soit réellement ; je vous prie donc de m'expliquer ce nouveau phénomène.

CHARLES. — Volontiers, chère Jenny : si je ne vous en ai point parlé, c'est que je ne croyais pas le moment favorable ; mais soyez bien persuadée que je vous ferai connaître tout ce qui peut vous être utile en astronomie. Ce qu'on vous a dit sur l'apparition du soleil à l'horizon avant qu'il y soit réellement, est, comme vous le dites, un phénomène, et ce n'est pas un des moins intéressans que nous offre la physique ; il est produit par ce que nous appelons la réfraction de la lumière. Vous saurez donc que, tout corps formé de manière à fournir un passage aux rayons de lumière, est appelé un corps transparent ; ainsi, le diamant, le verre, l'eau, l'air qui

nous environne, sont tous des corps transparens. On appelle *dense* un corps qui, dans un petit volume, contient beaucoup de particules de matière, et *rare* celui qui, dans un plus grand volume, en contient moins; ainsi, le diamant est *dense* à l'égard de l'eau, qui sera *rare* à l'égard du diamant, et *dense* à l'égard de l'air, etc. Les rayons de lumière passant d'un corps *rare* dans un corps *dense*, sont réfractés, c'est-à-dire courbés, détournés de la ligne droite qu'ils devaient suivre et rapprochés de la ligne perpendiculaire à la surface du corps *dense*, et le contraire arrive lorsque les rayons, passant d'un corps *dense* dans un corps *rare*, leur direction est courbée et éloignée de la perpendiculaire. Je vais vous rendre ceci très sensible, Jenny, par une petite opération simple et qui vous amusera. Prenez ce petit vase qui est sur la cheminée, posez le sur la table; je vais mettre cette pièce dedans : à présent, éloignez-vous jusqu'à ce que le bord du vase vous empêche de voir la pièce, et aussitôt que vous la perdrez de vue arrêtez-vous; je vais, pendant ce moment, verser de l'eau dans le vase, et à mesure que le vase va se remplir, vous allez apercevoir la pièce entière comme si elle s'élevait du fond du vase.

JENNY. — Cela est très vrai, Charles, à mesure que vous versez l'eau il me semble voir la pièce s'élever comme vous le dites.

CHARLES. — Vous savez, Jenny, que l'eau est un corps plus dense que l'air, c'est-à-dire qu'elle contient une plus grande quantité de matière que l'air ; le rayon a donc été dérangé en passant, par l'influence de l'eau, car vous n'aperceviez pas la pièce, d'où partent les rayons de lumière qui vous la font apercevoir maintenant ; ces rayons après avoir rasé le bord du vase allaient passer au-dessus de votre tête, tandis qu'à présent en passant de l'eau dans l'air, ils sont inclinés par la réfraction plus près de la surface de l'eau et vont frapper votre œil. L'air qui nous environne et qu'on nomme atmosphère est un corps transparent, c'est par son influence que les rayons de lumière qui viennent des astres jusqu'à nous, se détournent et arrivent à notre œil, lorsqu'ils devraient passer sur notre tête ; ainsi, nous voyons le soleil s'élever et nous le supposons au-dessus de l'horizon 3 ou 4 minutes avant qu'il y soit (*fig. 1*, pl. 2).

Le crépuscule ( que vous savez être cette faible clarté que nous voyons avant le lever et après le coucher du soleil ), est pareillement dû à l'atmosphère qui réfléchit et dis-

perse la lumière et nous procure un passage doux et gradué du jour à la nuit et de la nuit au jour ; l'aurore commence peu après que le crépuscule du soir est fini , le soleil doit être alors de 18 degrés au-dessous de l'horizon ; de sorte que pour Paris dans les mois de juin et de juillet il dure toute la nuit , car le soleil ne s'abaisse pas de 18 degrés même à minuit. Je ne m'étendrai pas davantage sur ce sujet , comme nous aurons occasion d'en parler ailleurs , je vous dirai seulement , que pour que nous puissions voir toutes les étoiles il faut que le crépuscule soit fini ; quant à celles de la première grandeur , on peut les apercevoir lorsque le soleil est de 10 degrés au-dessous de l'horizon ; Vénus qui est la plus brillante des planètes , se voit quelquefois avant le coucher du soleil.

JENNY. — Avant de vous remercier de la peine que je vous ai donnée ce matin par toutes mes questions, permettez-moi, Charles, de vous demander, si on sait à combien de lieues s'étend l'atmosphère qui entoure la terre ?

CHARLES. — Oui ; on calcule qu'il s'étend à 15 lieues, mais plusieurs savans pensent qu'il s'étend bien au delà ; je crois que nous pourrons terminer cet entretien qui vous a

peut-être paru trop long, mais demain, si vous en avez le loisir, nous continuerons sur d'autres sujets.



---

## QUATRIÈME ENTRETIEN.

DU PASSAGE DE VÉNUS SUR LE SOLEIL, ET  
DES MOYENS QU'ON EMPLOIE POUR MESURER  
LES DISTANCES DU SOLEIL A LA  
TERRE ET AUX PLANÈTES.

---

CHARLES. — Je suis enchanté, chère Jenny, de voir le zèle que vous mettez à étudier une science qui, croyez-moi, vous procurera une source intarissable de jouissances, non-seulement à présent, mais dans tous les temps et dans toutes les circonstances de votre vie.

Avant de vous expliquer comment les astronomes déterminent la distance des différentes planètes au soleil et à la terre, permettez-moi de vous faire quelques questions sur les divers sujets que nous avons traités dans notre dernière conversation; voulez-vous me dire ce que vous avez remarqué?

JENNY. — Autant que je puis me le rappeler, vous m'avez dit d'abord, que l'attraction du soleil sur les planètes égale leurs forces

centrifuges; que la force attractive du soleil diminue comme le carré de la distance augmente; par exemple, à une distance du centre du soleil double d'une autre, la force attractive est quatre fois moindre; que les carrés des temps périodiques des planètes sont entre eux comme les cubes de leurs distances au soleil; que la force attractive ou gravitation n'agit pas d'après la surface des corps attirés, mais d'après la quantité de matière qu'ils contiennent; que la lumière se meut en ligne droite, mais que passant par différens corps, ses rayons changent de direction.

Que par la réfraction nous voyons le soleil 3 ou 4 minutes avant qu'il soit levé; que la lumière est 7 fois aussi grande sur Mercure que sur la Terre; 2 fois autant sur Vénus; sur Mars elle n'est pas moitié si grande; sur Jupiter elle n'est que  $\frac{1}{28}$ ; sur Saturne  $\frac{1}{82}$ ; et sur Herschel  $\frac{1}{360}$ ; qu'il faudrait la lumière de 90,000 pleines lunes, pour produire une clarté égale à celle du jour ordinaire lorsque le soleil ne brille pas; que la lumière nous vient du soleil en 8 minutes. Voici, Charles, les objets que je puis me rappeler pour le moment.

CHARLES. — Très bien, maintenant, je vous parlerai du passage de Vénus sur le So-

leil, c'est-à-dire entre le soleil et nous, ce qui la fait paraître comme une tache noire qui traverse le disque du soleil, Mercure peut également passer sur le soleil ; mais Vénus étant plus près de nous peut mieux servir à déterminer la distance du soleil. Voici une figure (*fig. 1*, pl. 4) que j'ai destinée à vous donner une idée de ce phénomène ; vous vous rappellerez, Jenny, que dans toutes ces figures, votre imagination doit suppléer aux grosseurs et aux distances, car si nous voulions représenter les grosseurs des planètes proportionnées à leurs distances au soleil, elles ne seraient que comme des points presque imperceptibles, et une feuille de papier quelque grande qu'elle fût, serait encore trop petite pour y marquer les distances en conservant leurs rapports avec les grosseurs ; ainsi, pour rendre ces objets sensibles, nous sommes obligés de faire les planètes plus grosses et de les rapprocher du soleil.

Le diamètre de la terre n'est qu'un point comparé à sa distance au soleil (vous vous rappelez qu'il est de près de 3,000 lieues). Alors si deux observateurs, placés sur les côtés opposés de la terre, examinaient le soleil dans le même moment, le centre de cet astre leur paraîtrait à l'un et à l'autre dans le même

point du ciel; mais quand Vénus est entre la terre et le soleil (comme cela est arrivé en 1761 et 1769), la distance entre nous et elle étant trois ou quatre fois moindre qu'entre le soleil et nous; si Vénus est vue par deux observateurs sur la terre, situés à une grande distance l'un de l'autre, elle leur paraîtra, dans le même moment, être placée sur différens points de la surface du soleil. Ainsi, dans la (*fig. 1*, pl. 4), supposons que *s* soit le soleil, *v* Vénus, et *abde* la terre; qu'un observateur soit en *a*, un autre en *b*, et un troisième en *d*, tous examinant Vénus dans le même moment; à l'instant où l'observateur situé en *a* verra Vénus (*v*) sur le soleil au point *f*, dans la ligne droite *avf*, pour l'observateur situé en *b*, elle paraîtra sur le soleil au point *g*, étant vue dans la ligne droite *bvg*, et pour l'observateur qui est en *d*, Vénus paraîtra être au point *h*, parce qu'il voit la planète dans la ligne *dvh*; et de même tous les lieux de la terre d'où on observera Vénus sur le disque du soleil, la feront voir en des points différens de ce disque; les spectateurs *d*, *b*, *a* la verront tous trois passer sur la même ligne *kl*, et il n'y aura pour eux de différence que dans les instans où ils verront commencer ou finir ce pas-

sage ; ainsi, pour le spectateur  $a$ , elle est arrivée de  $k$  en  $f$ , lorsque pour le spectateur  $d$  elle est déjà en  $h$  ; mais si vous imaginez sur la terre d'autres spectateurs que ceux qui sont sur la ligne  $abd$ , par exemple, le spectateur qui serait en  $o$  sur la convexité de la terre qui ne paraît pas dans la figure, mais que vous devez vous figurer, ce spectateur étant écarté de la ligne qui va du centre de la terre à celui du soleil, ne verra plus passer Vénus sur la ligne  $lk$ , mais sur une ligne telle que  $pq$ , plus près du bord  $r$ . Un qui serait, au contraire, de l'autre côté de la terre, la verrait passer plus loin du bord  $r$ , et, de ce que la ligne  $pq$  est moins longue que  $kl$ , et qu'une ligne plus éloignée du point  $r$  serait au contraire plus longue, il résulte que, pour ces divers spectateurs, le passage ne durera pas aussi longtemps ; or, si on connaissait la distance du soleil, on pourrait calculer cette différence ; on peut donc aussi conclure cette distance de cette différence qu'on détermine par l'observation. Par exemple, en 1769 on alla observer le passage qui devait avoir lieu de différens lieux de la terre, notamment à Wardhus, à l'extrémité septentrionale de la Laponie, et à l'île de Taïti, au milieu de la mer du sud ; vu

de Wardhus, il dura  $5^{\text{h}} 53' 14''$ ; et vu de Taïti, il dura  $5^{\text{h}} 30' 4''$ ; ce qui fait une différence de  $23' 10''$ . Ensuite, par le calcul, on a déterminé quelle aurait dû être cette différence pour telle ou telle distance de la terre au soleil, et on a trouvé qu'en la supposant de 34,761,680 lieues, le résultat du calcul s'accordait passablement bien avec celui des deux observations ci-dessus et de trois autres faites à la baie d'Hudson, en Californie et en Finlande. Remarquez que je dis passablement, et en effet vous ne devez pas vous attendre à une perfection rigoureuse; l'incertitude peut même aller jusqu'à 200,000 lieues; elle peut vous paraître énorme au premier coup d'œil; mais, en y réfléchissant, vous verrez que ce n'est pas une lieue de mécompte sur 175. Il ya peu de distances sur la terre qui soient connues avec plus de précision.

Vous voyez donc, Jenny, que, pour connaître la distance d'un astre, il faut faire attention à la différence qu'on trouve lorsqu'il est vu des différens points de la terre. Les astronomes appellent cette différence parallaxe, qui signifie changement. Par exemple: placez-vous devant cette fenêtre, regardez cet arbre, observez à quel point de la maison en face correspond son sommet; vous re-

marquerez que le point auquel il vous paraît répondre n'est pas exactement le même lorsque vous vous placez à droite ou à gauche de la fenêtre que lorsque vous vous placez au milieu : c'est exactement là l'idée que vous devez vous faire de la parallaxe astronomique. Le lieu d'un astre comparé aux étoiles ou à un autre astre n'est pas le même lorsqu'on l'observe de tel ou tel lieu de la terre que si on l'observait de son centre.

JENNY. — Je désirerais, Charles, que vous me citassiez encore quelques exemples sur cette matière, car je vous avoue que je n'ai pas bien compris tout ce que vous m'avez dit.

CHARLES. — Volontiers : avant de continuer, je vais vous tracer une petite figure (*fig. 2, pl. 4*) sur ce papier, qui vous montrera comment on mesure les angles et les degrés. Vous voyez qu'avec ce compas je trace un cercle ; je crois vous avoir déjà dit que tout cercle, petit ou grand, est toujours supposé contenir 360 parties qu'on appelle degrés. Je vais le diviser en huit parties ; chaque partie contiendra 45 degrés. Ainsi, supposez que ces deux lignes *oa, ob*, qui partent du centre, et qu'on nomme rayons, se dirigent sur deux planètes, on dira que l'an-

gle  $aob$  a 45 degrés, et que ces deux planètes sont à 45 degrés l'une de l'autre. Il faut bien vous rappeler, Jenny, que, si j'avais continué à diviser mon cercle, j'aurais pu y tracer les 360 parties ou degrés; alors vous auriez vu que la longueur d'un degré ne contient que la 57<sup>e</sup> partie de la longueur de cette ligne qui part du centre et s'appelle rayon ou demi-diamètre du cercle. A présent, supposons que deux observateurs  $a, b$  (*fig. 3, pl. 4*) soient placés, comme pour le passage de Vénus, sur deux côtés opposés de la terre, que nous appelons les antipodes l'un de l'autre. Admettons que tous les deux aient observé la lune très exactement en même temps; si, revenant à leur point de départ, ils se communiquent leurs observations, ils trouveront que l'un n'a pas vu la lune au même point du ciel que l'autre, et que la distance entre ces deux points est de deux degrés; ils doivent l'un et l'autre avoir rapporté la lune à la même étoile, afin de juger avec précision de sa position.

D'après un grand nombre d'observations, la distance entre  $a$  et  $b$ , situation de nos deux spectateurs sur la terre lorsqu'elle est égale au diamètre de la terre, produit deux degrés de différence : donc l'angle  $alb$ , que

font entre eux les rayons partant de deux observateurs et se dirigeant sur la lune, est de deux degrés. Si vous voulez à présent savoir combien ces deux degrés donnent pour la distance de cet astre à notre terre, divisez en degrés le cercle que je vous ai tracé (*fig. 2*, pl. 4), depuis *o* jusqu'à 45 seulement, pour vous éviter la peine de le diviser en entier; tirez deux lignes *oa*, *oc* du centre, qui renferment entre elles deux de ces parties, alors ces deux rayons feront un angle de deux degrés. Vous pouvez, avec le compas, voir que la distance entre ces deux degrés n'est que d'environ la 29<sup>e</sup> partie de leur longueur: il s'ensuit donc que les deux rayons visuels dirigés à la lune, partant de deux points opposés de la terre, et faisant un angle de deux degrés, sont presque 30 fois plus longs que la distance entre leurs extrémités *a*, *b* (*fig. 3*), qui est le diamètre de la terre, que vous savez être de 3,000 lieues (ce nombre n'est pas parfaitement exact; je ne veux pas vous faire faire une opération juste, mais seulement vous montrer la manière de la faire). Ainsi, si vous multipliez ce diamètre par 30, vous aurez 90,000 lieues pour la distance cherchée. Voilà, ma chère sœur, le plus simple moyen qu'on emploie pour dé-

terminer les distances des différens corps célestes. J'espère que vous m'avez compris ; mais, s'il se trouvait encore quelque chose que vous n'avez pu saisir, j'aurai occasion de vous en parler dans nos prochaines dissertations.

JENNY. — Ainsi, Charles, d'après le passage de Vénus on s'est donc assuré de l'exacte distance du soleil à la terre, et le résultat a donné 34,761,680 lieues ; mais comment pouvez-vous connaître par là la distance des planètes au soleil, car nous ne pouvons y envoyer personne pour y faire les mêmes opérations sur le passage d'une autre planète ?

CHARLES. — Je vous ai déjà dit, chère Jenny, dans notre dernier entretien, que les rapports entre les distances des planètes sont connues par une loi très simple qu'on appelle une des *lois de Kepler*.

JENNY. — Mille pardons, Charles, mais je l'avais tout-à-fait oublié.

Il y a quelque chose qui m'embarrasse encore. Vous semblez mettre une grande importance au dernier passage de Vénus ; il me semble que le passage de cette planète sur le disque du soleil devrait arriver souvent ; car comme la terre tourne autour du soleil dans

une année et Vénus dans 225 jours, j'imaginai que Vénus passerait entre la terre et le soleil une fois tous les deux ans.

CHARLES. — Si son orbite était située dans le même plan que celle de la terre, elle passerait entre nous et le soleil tous les 584 jours; mais une moitié de l'orbite de cette planète est située au nord du plan de l'orbite de la terre et l'autre moitié au sud, de sorte que son orbite ne traverse celui de la terre qu'à deux points opposés appelés nœuds; ainsi, Vénus ne peut passer entre la terre et le soleil aux temps de ses conjonctions avec cet astre, c'est-à-dire quand elle en est du même côté que nous; que, si à ce même instant elle est aussi dans l'un de ces points ou près de l'un de ces points appelés nœuds, dans tous les autres temps elle passe, soit au-dessus ou au-dessous du soleil et est alors invisible, parce que son côté noir, c'est-à-dire sa partie non éclairée, est tournée vers la terre; c'est cette obscurité qui la rend aussi sensible sur le corps du soleil, lorsqu'elle y passe, que le serait une tache d'encre sur un rond de papier blanc.

Puisque nous nous occupons de Vénus, je vais vous dire quelques particularités qui lui sont propres et qui pourront vous la faire recon-

4.

naître dans le ciel. Vous la distinguerez aisément par l'éclat et la blancheur de sa lumière; elle efface en splendeur toutes les étoiles à l'époque où elle commence à se dégager des rayons du soleil; si vous l'observez le matin avant le lever de cet astre, vous verrez qu'elle a la forme d'un croissant; son diamètre apparent est alors le plus grand possible, parce qu'elle se trouve plus près de nous que le soleil. Si vous l'examinez avec une bonne lunette, vous remarquerez les mêmes phénomènes que sur la lune, c'est-à-dire des phases ou changemens de forme, tels que dans son croissant et dans son plein; changemens produits par la lumière du soleil sur la surface de ces corps. Le moment, en général, où Vénus est la plus belle, est lorsqu'elle est à 40 degrés de distance du soleil; elle brille alors d'un éclat très surprenant, quand on considère qu'elle n'a point de lumière par elle-même. Elle peut se lever avant ou après le soleil; mais vous trouverez toujours la différence de moins de cinq heures; vous pourrez quelquefois l'apercevoir même en plein jour.

Pour ne point mettre de confusion dans nos sujets et ne point trop vous fatiguer, nous finirons cet entretien pour aujourd'hui.

JENNY. — Si je ne craignais pas d'abuser

de votre bonté, Charles, j'aurais encore une question à vous faire au sujet des comètes; hier soir on en parla, et je ne pus me mêler à la conversation; car vous savez qu'il en a été très peu question dans nos entretiens.

CHARLES. — De tout mon cœur, ma chère; je vous ai déjà dit qu'elles se meuvent dans des orbites très alongées qu'on appelle ellipses; ces corps semblent venir des régions les plus éloignées de notre système, se dirigeant vers le soleil avec une telle rapidité, qu'on a cru qu'elles allaient s'abîmer dans le corps de cet astre; mais arrivées à une certaine distance, elles n'approchent plus et s'enfuient avec le même degré de vitesse qu'elles avaient en venant; elles sont opaques comme la terre, c'est-à-dire sans lumière, n'ayant que celle que leur communique le soleil. Ces corps doivent être d'une densité extraordinaire pour supporter l'action qu'ils reçoivent souvent du soleil dans leur perihélie (c'est le point de leur orbite le plus rapproché du soleil): celle de 1680 s'approcha du soleil à la distance de 40,000 lieues. Vous vous étonniez comment les habitans de Mercure pouvaient supporter la chaleur que leur proximité du soleil doit leur procurer: jugez à présent combien celle de cette comète devait être plus considérable,

puisque Mercure est à 13,000,000 de lieues et que la comète n'en était qu'à 40,000 lieues. Son mouvement était si rapide, que Newton calcula qu'elle faisait près de 293,000 lieues par heure. Bridone en observa une à Palerme en 1770; il reconnut que son mouvement était d'environ 22,000,000 de lieues par jour. On a remarqué que quelques comètes s'étaient approchées de la terre de près de 80,000 lieues, ce qui est à peu près la distance de la lune; cela a fait craindre à plusieurs astronomes que si sa masse eût été plus considérable que celle de la terre, elle n'eût pu en retarder le mouvement.

Le nombre des comètes observées jusqu'à ce jour a été porté à 500; mais il n'y en a que 94 dont on ait annoncé le retour, et qu'on ait observées avec assez d'exactitude pour pouvoir les reconnaître quand elles paraîtront. Halley est celui qui calcula le plus de retours de comètes. Ainsi ces corps se meuvent comme les planètes, et sont sujettes aux mêmes lois; elles circulent autour du soleil, en vertu de sa force d'attraction, dans des orbites très alongées; et la durée de leurs révolutions n'est encore déterminée que pour un très petit nombre.

JENNY. — Mille remerciemens, mon bon

frère : à présent je sais à quoi m'en tenir sur les prétendus malheurs qu'occasionent les comètes.

Comme nous avons encore un peu de temps avant le déjeuner, et que mon intention est d'étudier pendant tout le temps de vos voyages, il y a beaucoup de termes avec lesquels je ne suis pas familiarisée; je vous serai très obligée si vous voulez me faire connaître ceux dont on fait le plus d'usage en astronomie.

CHARLES. — C'était mon intention : je commencerai par le mot *aberration* ; c'est un mouvement apparent de tous les corps célestes, produit par le mouvement de la terre dans son orbite, concurremment avec celui de la lumière, en sens contraire. C'est à notre compatriote et célèbre Bradeley que nous devons cette connaissance.

*Acronique.* Ce mot exprime la situation d'un astre du même côté que le soleil ou du côté opposé. Un astre se lève acroniquement, lorsqu'il se lève précisément à l'instant où le soleil se couche ; mais, lorsqu'au contraire il se couche en même temps que le soleil, on dit qu'il se couche acroniquement. Dans le premier cas, il est dans le ciel du côté opposé au soleil ; et dans le second, il est du même côté.

*Amplitude* est un arc de l'horizon compris entre les vrais points de l'orient ou de l'occident, et le centre du soleil ou d'une étoile, à son lever ou à son coucher. On distingue l'amplitude en *ortive* ou orientale, et *occasse* ou occidentale.

On appelle année *anomalistique*, le temps qui s'écoule depuis le départ du soleil de son apogée jusqu'à son retour au même point; cette année est de 365 j. 6 h. 15. m.

On donne le nom d'*apsides* à deux points des orbites des planètes ou des satellites, situés à la plus grande et à la plus petite distance du centre de leurs mouvemens; la ligne qui joint ces deux points, et qui passe par conséquent par ce centre, se nomme ligne des *apsides*. Le point le plus rapproché du centre est appelé *périhélie*, et celui qui en est le plus éloigné *aphélie*. Dans le mouvement des comètes, le *périhélie* est quelquefois très proche du soleil; mais l'*aphélie* est peut-être à l'extrémité du système solaire.

*Ascendant*, élévation au-dessus de l'horizon d'un corps quelconque. On nomme aussi latitude *ascendante*, la distance d'une planète à l'écliptique du côté du nord, et nœud *ascendant* le point de l'orbite d'une

planète où elle traverse l'écliptique en allant au nord ; il se représente par le signe  $\Omega$  ; et nœud *descendant* le lieu où elle traverse l'écliptique en allant au sud ; il se marque par le signe  $\var�$ .

J'ai déjà eu occasion de vous parler de l'*atmosphère*, nom qu'on donne à ce fluide élastique et invisible qui environne notre globe de toutes parts, et qui cause les réfractions astronomiques, c'est-à-dire infléchit les rayons de lumière qui nous viennent des astres, et fait paraître ceux-ci plus élevés sur l'horizon qu'ils ne le sont réellement.

L'*attraction* est, comme vous savez, ce principe inconnu auquel la matière est soumise, et par lequel tous les corps ont une tendance naturelle les uns vers les autres. C'est à Newton que nous devons cette découverte.

On appelle *aurore boréale* une espèce de météore qui jette une lumière plus ou moins vive, que l'on voit souvent vers les régions solaires du ciel : on suppose que ce phénomène est dû à l'électricité.

On nomme *azimut* un arc de l'horizon compris entre le méridien et un cercle vertical passant par le corps dont je parle.

Nous avons eu beaucoup d'occasions de

parler du mot *centrifuge* ; nous avons déjà vu que c'est la force par laquelle tous les corps qui se meuvent autour d'un corps central tendent à s'échapper. C'est pareillement à Newton que nous en devons la connaissance précise. On se sert aussi du mot *centripète* ; c'est une force par laquelle un corps en mouvement autour d'un autre tend à y tomber et à s'unir à lui ; c'est la même que la force d'attraction. Cette force et la force *centrifuge*, agissant toutes les deux sur les planètes, les obligent de décrire des orbites elliptiques et non circulaires autour du soleil.

*Conjonction de deux corps célestes.* Elle a lieu quand ces deux corps ont le même degré de longitude, c'est-à-dire se trouvent correspondre au même point de l'écliptique. Si, en même temps, ils ont la même latitude, c'est-à-dire s'ils sont à égale distance de l'écliptique, ces deux astres et le soleil seront en ligne droite ; on dira que l'opposition est centrale, et il y aura éclipse, c'est-à-dire que l'un cachera le soleil à l'autre.

On donnera le nom de *cosmique* au lever et coucher des étoiles, au moment où le soleil se lève.

On nomme *culmination* d'un astre son

passage au méridien ; c'est le moment où il est le plus élevé sur l'horizon.

*Doigt.* Ce mot est employé pour marquer la douzième partie du diamètre du soleil ou de la lune, on se sert de ce mot dans les éclipses, pour en marquer la grandeur : ainsi une éclipse de lune de dix doigts, cela veut dire qu'il y aura dix douzièmes du diamètre éclipsés.

*Ascension droite.* C'est l'intervalle compris entre le commencement du Bélier et le point de l'équateur qui passe par le méridien, où est le soleil ou un autre corps. Cette différence étant connue en degrés, vous pourrez la convertir en temps, à raison de 15 degrés par heure : ainsi, un corps qui a 45 degrés d'*ascension* droite de plus que le soleil, passera 3 heures après lui au méridien.

*Emersion* d'un corps céleste, se dit de l'instant où un astre, après avoir été éclipsé, reparait de nouveau en se dégageant de l'ombre du corps qui le cachait.

*Facules*, certaines taches que l'on voit souvent sur le disque du soleil, plus claires que d'autres.

*Géocentrique*, latitude d'une planète telle qu'elle paraît vue de la terre ; c'est l'angle que la ligne qui joint la planète à la terre, forme

avec une ligne qui aboutirait au pied de la perpendiculaire, qu'on mènerait de la planète sur le plan de l'elliptique; et longitude géocentrique est la distance prise sur l'elliptique en suivant l'ordre des signes, entre le lieu géocentrique et l'équinoxe du printemps ou le premier signe du Bélier.

*Héliaque*, on nomme lever héliaque d'une étoile, l'époque où elle se lève douze degrés avant le soleil, ce qui fait environ 50 minutes; c'est alors seulement qu'on peut la voir, car lorsqu'elle est plus près du soleil, la lumière de celui-ci ou du crépuscule empêche d'apercevoir cette étoile; lorsqu'au contraire, le soleil ayant fait presque le tour du ciel, s'est rapproché de cette étoile de sorte qu'elle s'élève 50 minutes après lui, on cesse de la voir, c'est son coucher héliaque.

*Héliocentrique*, est le lieu d'une planète vue du soleil, c'est-à-dire, l'endroit où nous la verrions si nous étions dans le soleil.

Nous appelons *immersion*, le commencement d'une éclipse ou le moment où un corps entre dans l'ombre produite par celui qui l'éclipse.

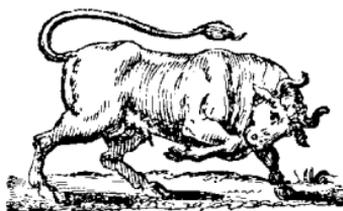
*Parélie*, nom donné à un faux soleil, qui dans les régions du nord, est souvent observé à quelque distance du soleil véritable; on pré-

sume que ce phénomène est produit par la réflexion de l'image du soleil, par les glaces des pôles.

*Réfraction*, est comme nous l'avons déjà vu, une courbure à laquelle sont assujétis les rayons lumineux en passant à travers l'atmosphère.

*Syzigie*, conjonction ou opposition d'une planète avec le soleil; se dit plus communément de la conjonction ou opposition de la lune avec le soleil.

Voilà, chère Jenny, les termes les plus usités en astronomie; nous avons parlé des autres dans nos entretiens, et je pense qu'il n'est pas utile de les répéter ici, étant persuadé que vous les entendez tous.



---

---

## CINQUIÈME ENTRETIEN.

DE LA MANIÈRE DE DÉTERMINER LES LATITUDES ET LES LONGITUDES DES DIFFÉRENS LIEUX DE LA TERRE.

---

CHARLES. — Ah ! Jenny, vous êtes la première au rendez-vous ce matin ! je ne sais par quel sujet commencer notre entretien d'aujourd'hui.

JENNY. — Hier, Charles, vous m'avez parlé de longitudes et de latitudes, et je vous avoue qu'il me fut impossible de comprendre toute votre conversation, ignorant entièrement ce que c'est que latitude et longitude, et si vous vouliez le permettre, nous commencerions par cet objet, que je serais bien aise de connaître ; si j'en juge parce que vous disiez, il me paraît que les latitudes ne présentent aucunes difficultés à déterminer ; veuillez donc avoir la bonté de m'expliquer ce qu'on entend par ces termes ?

CHARLES. — Volontiers, vous vous rappelez, Jenny, que dans notre dernière con-

versation, je vous ai dit que chaque cercle soit grand ou petit, se divise en 360 parties égales, nommées degrés, à présent si nous supposons un grand cercle autour de la terre et qui la divise en deux parties égales, l'une au nord et l'autre au sud, chaque degré de ce cercle contiendra 25 lieues, car vous devez vous rappeler que la circonférence de la terre, prise au milieu entre les deux pôles, qui est comme vous savez l'équateur a près de 9,000; car si vous divisez 9,000 par 360, le quotient sera 25; cette valeur serait à peu près la même sur un autre grand cercle qui passerait par les pôles de la terre, qui sont les points nord et sud de la terre, auxquels sa révolution journalière ne fait décrire aucun cercle.

La latitude d'un lieu, c'est sa distance à l'équateur, elle se compte en degrés depuis cette ligne en allant vers le pôle nord ou sud; si l'endroit est au nord, on dira qu'il a une latitude boréale; si au contraire il se trouve dans l'hémisphère sud, on dira qu'il a une latitude australe. Voici un petit globe que j'ai tracé pour vous faire mieux comprendre ces dénominations (*fig. 2 pl. 5*); comme vous voyez, les pôles sont les points les plus éloignés de l'équateur, ils ont par conséquent la plus grande latitude, qui est comme vous le

voyez sur cette figure de 90 degrés, c'est le quart des 360 qu'il y a sur toute la circonférence du globe.

Les points nord et sud ou pôles des cieux, sont directement sur les pôles nord et sud de la terre; ainsi, le ciel a ses pôles comme notre univers. Alors, comme la terre tourne sur son axe, qui est cette ligne imaginaire qui se termine à ses points nord et sud, chaque partie de la surface de la terre se trouvera par ce mouvement avoir fait un tour, excepté les pôles qui resteront immobiles. Ce mouvement de la terre sur elle-même, que nous avons déjà appelé diurne ou de rotation, nous fera paraître tout le ciel en mouvement dans un sens contraire au mouvement réel de la terre, excepté ses pôles, qui comme les nôtres, paraîtront rester à la même place parce qu'ils sont directement en face à ceux de la terre qui sont sans mouvement.

JENNY. — Pardon, Charles, mais j'aurais pensé que les pôles du ciel changeraient parmi les étoiles, c'est-à-dire, que ce ne devrait pas être toujours les mêmes étoiles qui correspondraient aux pôles du monde, à cause du mouvement de la terre autour du soleil dans une année; car si l'axe sur lequel la terre tourne se prolongeait jusqu'à la partie du ciel où

sont les étoiles, il décrirait un cercle qui égalerait le diamètre de son orbite, que nous savons être de 70,000,000 de lieues; par conséquent les pôles devraient changer de place parmi les étoiles.

CHARLES. — Vous avez raison, Jenny, mais la distance du ciel étoilé est immense, relativement à l'orbite de la terre et vous allez en juger. Vous savez que la lumière vient du soleil à la terre en 8 minutes, elle mettrait plus de 6 ans à venir de la constellation du Dragon à la terre; un boulet de canon lancé de notre globe mettrait à peu près 760,000 ans pour atteindre une étoile fixe; le son emploierait 1,220,000 ans à parcourir la même distance; enfin Bradley a trouvé que la distance la plus proche de ces univers à la terre ne peut être moins de 2,700,000,000,000 ou deux trillions, sept cent billions de lieues; ainsi, quand vous supposeriez que la terre serait assez grosse pour remplir le cercle de son orbite qui vous paraît si grand, cependant cela ne paraîtrait pas plus gros que le plus petit point que vous pourriez faire sur une feuille de papier avec la plume la plus fine, si on la voyait des étoiles fixes. Vous voyez donc qu'il est absolument impossible que nous puissions apercevoir aucun chan-

gement dans la position des pôles du ciel, et que nous devons toujours les considérer comme étant constamment au-dessus des pôles de la terre.

A présent supposons un grand cercle tracé dans le ciel, passant par son pôle nord et sud, et divisé comme celui qui passe sur la terre par son pôle nord et sud, en 360 parties ou degrés, ce cercle se nomme méridien.

La terre n'étant qu'un point, comparée à la distance du ciel étoilé, sur quelle partie que nous nous trouvions, nous voyons toujours la moitié du ciel, pourvu que notre horizon ou limite de notre vue ne soit pas bornée par des montagnes, et comme les pôles des cieux sont directement sur les pôles du monde, de même nous tracerons une grande ligne, juste au-dessus de notre équateur, qui s'appellera ligne équinoxiale ou équateur céleste. Vous voyez, Jenny, que le ciel ainsi que la terre a ses deux pôles, celui que nous voyons, et qui est au nord se nomme pôle boréal, septentrional ou arctique; et l'autre qui est opposé et que nous ne pouvons pas voir d'ici parce qu'il est trop abaissé vers le midi, s'appelle méridional, austral ou antarctique. Le milieu entre ces deux points est l'équateur, tant céleste que terrestre, et que

pareillement ce grand cercle passant par les pôles du monde est représenté dans le ciel et se nomme méridien.

Comme la terre est ronde et que les cieux nous paraissent ronds , mais d'une figure concave ou telle qu'un globe creux, il est très clair que si nous sommes sur l'équateur terrestre, l'équateur céleste sera juste sur notre tête , et les pôles à l'horizon ; mais , si nous avançons d'un degré vers l'un des pôles de la terre, le pôle céleste paraîtra également élevé d'un degré au-dessus de notre horizon, parce que nous pourrons déjà voir un degré du ciel au-dessous de lui , et le pôle opposé dans le ciel sera d'un degré au-dessous de la limite de notre vue ; si nous avançons à deux degrés de l'équateur, le pôle paraîtra de deux degrés élevé au-dessus de l'horizon, ainsi de suite jusqu'à ce que nous arrivions au pôle de la terre, qui est 90 degrés de l'équateur ; alors, le même pôle céleste sera juste sur notre tête, ou 90 degrés au-dessus de l'horizon , qui est la plus grande élévation qu'il puisse avoir. Comme le nombre de degrés qui nous sépare de l'équateur terrestre est appelé notre latitude, il en résulte que la latitude est égale à l'élévation du pôle au-dessus de l'horizon. A Paris, le pôle nord du ciel est élevé de 49

degrés au-dessus de l'horizon, ce qui nous montre que Paris est à 49 degrés de latitude nord, et comme la latitude commence à l'équateur, les pays qui y sont situés n'ont point de latitude.

JENNY. — Mais, comment pouvez-vous dire que le pôle est élevé d'un certain nombre de degrés? car il n'y a pas de cercle dans le ciel qui soit divisé en degrés, sur lequel vous puissiez compter.

CHARLES. — C'est vrai, Jenny, mais nous avons un instrument appelé quart de cercle, qui est ordinairement fait en cuivre et sur lequel on a divisé 90 degrés, qui sont comme vous savez le quart de toute la circonférence; on y joint un fil à plomb qui est suspendu à son centre, et qui étant libre, se dirige toujours vers le centre de la terre. Alors si nous regardons vers le pôle, le long d'un des bords de l'instrument, l'autre bord sera éloigné du fil à plomb d'autant de degrés que le pôle est élevé au-dessus de notre horizon; par ce moyen, nous connaissons l'élévation du pôle qui est égale à la latitude du lieu.

JENNY. — Dites-moi, Charles, y a-t-il une étoile exactement au pôle nord qui puisse vous indiquer à la simple vue où est situé ce pôle?

CHARLES. — Non, mais il y a une étoile

de seconde grandeur qui n'en est éloignée que d'environ 2 degrés, qu'on appelle étoile polaire. Comme le mouvement de la terre sur son axe cause un mouvement apparent de tout le ciel, elle semble être comme le centre ou l'essieu de la sphère céleste, les étoiles qui en sont très près décrivent de petits cercles, les plus éloignées en décrivent de plus grands; à une certaine distance ces cercles touchent l'horizon; les étoiles qui les parcourent se couchent, mais celles dont ces cercles sont en entier au-dessus de l'horizon, sont visibles toute la nuit. Ainsi, comme ce pôle nord est élevé de 49 degrés au-dessus de l'horizon de Paris, toutes les étoiles qui se trouvent à moins de 49 degrés du pôle ne se couchent jamais pour Paris.

Nous pouvons trouver pareillement la latitude d'une place sans le secours des étoiles, en trouvant seulement la hauteur du soleil à midi, n'importe quel jour de l'année. Je vais tâcher, Jenny, avant de vous faire voir cette méthode de vous en expliquer la théorie.

L'équateur céleste est, comme je vous l'ai déjà dit, directement sur l'équateur terrestre; ainsi, autant une ville sera distante de l'équateur terrestre, autant le point du ciel verticalement au-dessus d'elle qu'on nomme zénith, est distant de l'équateur céleste : si donc nous

pouvons trouver de combien de degrés notre zénith est écarté de l'équateur céleste, cela exprimera aussi de combien de degrés l'endroit où nous sommes est éloigné de l'équateur terrestre, et conséquemment notre latitude.

Le soleil arrive dans l'équinoxe deux fois l'année, le 20 de mars et le 23 septembre; alors il est précisément sur l'équateur, et depuis le 20 de mars jusqu'au 23 septembre il est au nord de l'équateur, et du 23 septembre au 20 mars il est au sud; le nombre de degrés dont le soleil s'éloigne de l'équinoxe chaque jour de l'année, est appelé la déclinaison du soleil; elle est boréale ou australe selon que cet astre se trouve au nord ou au sud de l'équateur, de sorte que, déclinaison dans le ciel est la même chose que latitude sur la terre.

Les astronomes ont calculé des tables qui montrent la déclinaison du soleil à midi pour tous les jours de l'année, ou sa distance à l'équateur; si donc on observe à midi la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon d'un lieu quelconque, on en conclura facilement la hauteur de l'équateur et de là la distance du zénith à l'équateur ou la latitude du lieu.

Par exemple, pour trouver la latitude d'une ville quelconque, prenons Londres, qui est

au nord de l'équateur , observons la hauteur du soleil à midi , n'importe quel jour de l'année , ce que nous pourrons faire aisément avec *le quart de cercle* ; si les tables ce jour-là nous montrent ( supposons le 21 juin ) que la déclinaison du soleil est de 25 degrés  $\frac{1}{2}$  au nord , et si la hauteur que nous avons observée est de 62 degrés , alors il faut soustraire 25 degrés  $\frac{1}{2}$  qui est la déclinaison pour ce jour , de 62 il restera 37 degrés  $\frac{1}{2}$  qui est juste la hauteur de l'équateur , sur l'horizon de Londres , il faut encore soustraire cette hauteur de 90 , il restera 51 degrés  $\frac{1}{2}$  qui est la latitude de Londres.

Si la déclinaison du soleil eût été australe au lieu d'être boréale , il faudrait ajouter cette déclinaison à la hauteur observée ce jour-là , ce qui donnerait le plus haut point d'élévation de l'équateur au-dessus de l'horizon , et cette élévation devrait être soustraite de 90 , le reste sera la latitude du lieu.

Ainsi , le 21 décembre , les tables nous font voir que la déclinaison du soleil est de 25 degrés  $\frac{1}{2}$  au sud ; si la hauteur est 15° ce jour-là , nous les ajouterons à 23 degrés  $\frac{1}{2}$  , ce qui nous donne 38 degrés  $\frac{1}{2}$  pour la hauteur de l'équateur , ce que nous devons soustraire de 90 , le reste est 51 degrés  $\frac{1}{2}$  pour la latitude de Lon-

dres; ainsi de même pour tous les autres jours de l'année et les autres villes du monde.

Rappelez-vous bien, Jenny, que sur quelque partie de la surface de la terre que nous nous trouvions, le point directement sur nos têtes qui est notre zénith, est toujours à 90 degrés de l'horizon, et comme le pôle est de même à 90° de l'équateur, en nous assurant de combien de degrés l'équateur est au-dessus de l'horizon, nous nous assurons par là de combien de degrés nous nous sommes éloignés du pôle, et delà il est facile de conclure notre latitude. Toutes ces opérations sont très simples, et lorsque vous en aurez fait une, vous pourrez en faire mille. J'espère que vous m'avez compris, chère Jenny?

JENNY. — Je pense que je vous ai très bien entendu; dans un de nos prochains entretiens vous me poserez quelques questions, vous jugerez alors si j'ai saisi bien ou mal vos démonstrations.

CHARLES. — A présent, je vais vous parler des longitudes; les lignes courbes que vous voyez sur ce petit globe (*fig. 2, pl. 5*) allant d'un pôle à l'autre, sont appelées méridiens, parce que, lorsque la terre par son mouvement sur son axe présente une de ces lignes au soleil, cet astre est alors à son plus haut

point pour tous les pays qui sont situés sur cette même ligne, il est donc alors midi pour eux. On n'en trace ordinairement sur les globes que 24, qui représentent les 24 heures du jour, donc la distance de l'un à l'autre est une heure; mais vous devez en supposer autant qu'il y a de points sur la surface du globe, car si peu que nous nous écartions d'un de ces méridiens, soit à l'est, soit à l'ouest, nous en changerons, c'est-à-dire, que nous aurons midi plus tôt ou plus tard.

Vous savez, Jenny, que la circonférence de l'équateur est divisée en 360 parties égales; la demi-circonférence est de 180; chaque partie que nous appelons degré est encore divisé en 60 autres parties nommées minutes, et chaque minute est divisée en 60 secondes.

Les astronomes et les géographes comptent la longitude, en France, à partir du méridien de Paris, et en Angleterre de celui de Londres. Si une ville est à l'ouest de Paris, on dira que sa longitude est occidentale par rapport à Paris; si au contraire la ville est à l'est, on dira que sa longitude est orientale: par exemple, si on tirait une ligne méridienne, partant du pôle nord, passant par Pétersbourg, elle traverserait l'équateur à l'endroit où cette ligne marquerait 28 (*fig. 2 pl. 5*) à l'est de Paris, ce

qui indiquerait que cette ville a 28 degrés de longitude orientale de Paris; si nous faisons la même opération pour Madrid, nous voyons que la ligne qui passe à Madrid, qui est son méridien, coupera l'équateur à l'endroit marqué 6, à l'ouest de Paris, la longitude de cette ville est donc 6 degrés occidentale ou à l'ouest de Paris.

Rappelez-vous, Jenny, que la latitude se compte toujours en commençant à l'équateur et allant vers les pôles, qu'elle est boréale ou australe et qu'on la trouve par l'élévation du pôle au-dessus de l'horizon. Mais les longitudes se comptent arbitrairement, on peut commencer à les compter de la place où on fait l'observation. L'usage seulement fait qu'on part de la capitale du pays où l'on est.

JENNY. — Mais, dites-moi, Charles, pourquoi il y a plus de difficulté à trouver la longitude d'une ville que sa latitude?

CHARLES. — Parce que nous avons dans le ciel un point fixe, le pôle, qui nous montre notre latitude par son élévation au-dessus de l'horizon de notre place; mais il n'y a aucun méridien visible dans le ciel, qui soit juste sur le méridien de quelque place de la terre; s'il y en avait, les longitudes de toutes les autres places seraient aussi aisément trou-

vées par l'élevation de ces méridiens au-dessus de l'horizon, que les latitudes le sont par l'élevation du pôle ou la déclinaison du soleil.

JENNY. — Je vous comprends très bien, mais je vous prie, mon frère, dites-moi quelles sont les meilleurs méthodes que vous employez pour déterminer la longitude ?

CHARLES. — La meilleure méthode est d'avoir une machine qui puisse mesurer le temps aussi exactement à la mer, qu'une bonne horloge le mesure sur la terre, et je vais vous en faire sentir la conséquence.

La circonférence de la terre étant de 360 degrés, comme elle tourne sur son axe de l'ouest à l'est en 24 heures, elle parcourt donc 15 degrés chaque heure, car 24 fois 15 font 360, ainsi toutes les villes dont le méridien sera de 15 degrés à l'orient du méridien de Paris, auront midi 1 heure avant Paris. Celles qui sont situées à trente degrés, auront midi 2 heures avant Paris; ceci doit vous paraître très simple, car comme nous l'avons dit, la terre tournant vers l'orient, toute ville qui se trouve plus à l'orient qu'une autre doit avoir midi avant, puisqu'elle est sensée aller au-devant du soleil elle doit le rencontrer de meilleure heure; en continuant toujours d'avancer vers l'orient, on gagnera 1 heure

5.

par 15 degrés, ou 4 minutes de temps par degré; car nous avons 60 minutes dans 1 heure, si nous divisons ces 60 minutes d'heures en 15, qui est le nombre de nos degrés pour 1 heure de temps, nous trouvons 4 qui est le nombre de minutes pour 1 degré de longitude. Supposons, Jenny, que deux voyageurs partent de Paris le même jour et à la même heure; celui qui aurait dirigé sa course vers l'orient en faisant le tour de la terre gagnerait une heure tous les 15 degrés, conséquemment 24 heures à son retour à Paris, il serait au dimanche quand les habitans de cette ville ne seraient qu'au samedi, il aurait vu le soleil s'élever une fois de plus qu'eux; mais l'autre voyageur qui aurait dirigé sa course vers l'ouest aurait retardé autant que l'autre a avancé, il se trouverait n'être qu'au vendredi en arrivant à Paris.

JENNY. — Quoique je conçois tout ce que vous me dites, ne pourriez-vous pas me faire une petite figure pour me rendre encore plus sensible tous ces objets qui sont un peu confus dans mon esprit?

CHARLES. — J'y avais pensé, Jenny, et la *fig. pl. 1* a été destinée à cet usage; vous voyez qu'elle représente la partie de la terre prise du pôle nord; les lignes qui vont à la circonférence

en partant du centre qui est le pôle nord , sont autant de méridiens , j'en ai tracé 48 au lieu de 24 pour vous rendre l'objet plus sensible ; les lignes circulaires et parallèles à l'équateur sont les cercles de latitude ; le cercle extérieur représente les 24 heures du jour et les points noirs marquent les demi-heures. La moitié du cadran qui est tournée vers le soleil , marque les 12 heures du jour , et l'autre moitié les 12 heures de la nuit ; faites tourner la partie mobile de cette figure qui représente la terre , vous aurez une idée exacte du mouvement de la terre sur son axe ; vous voyez qu'elle présente au soleil toute sa circonférence qui est de 360° dans 24 heures , ce qui fait 15° chaque heure. Cherchez Paris , amenez la ligne sur laquelle il est situé , qui est son méridien , à ce point du cadran vers le soleil qui est marqué XII , midi , il est évident que tous les peuples qui se trouvent sur la même ligne que Paris , ont midi dans le même moment ; or , toutes ces lignes partant d'un pôle à l'autre sont autant de méridiens , il y en a autant que de points sur la surface du globe ; car pour peu que vous tourniez la petite figure , vous voyez qu'il n'est plus midi sur cette ligne , mais dans les pays qui en sont proches.

D'un seul coup d'œil vous pouvez voir la

différence d'heures , et la différence des longitudes pour toute la surface de la terre. Si vous mettez Paris sur midi, vous voyez qu'il est une heure à Stockholm en Suède, à Vienne en Autriche, et à Sort en Afrique : conséquemment la longitude de ces pays est de 15 degrés à l'orient de Paris. Il est 2 heures à Pétersbourg, au Caire (Egypte) et à Dongola en Afrique. Leur longitude est donc de 30 degrés, et orientale. Il est au même instant 3 heures après midi à Moka dans l'Arabie, à Bassora (Asie), et à Astrakan (Russie); la longitude est de 45 degrés orientale. Il est 4 heures à Ferah en Perse; sa longitude est donc de 60 degrés à l'est. Il est 5 heures à Adoni et à Delhi dans l'Inde, à Kainsk (Tartarie russe); leur longitude est de 75 degrés à l'est; 6 heures à Aracan, à Lassa (Indes), Jenisseik (Sibérie); leur longitude est de 90 degrés à l'est, etc.; vous pouvez continuer ainsi tout autour de la terre.

Voici, Jenny, les méthodes les plus usitées pour trouver les longitudes. Comme tous les navigateurs savent trouver l'heure du jour pour l'endroit où ils sont par la hauteur du soleil, ou dans la nuit en observant quelque étoile située à peu de distance des pôles, s'ils trouvent d'abord la latitude de la place où

est leur vaisseau, ils trouveront la longitude de la manière suivante s'ils peuvent compter sur l'exactitude de leurs montres.

Un navigateur, avant de partir, règle sa montre sur l'heure d'une ville quelconque ; je suppose Paris : partout où il ira, sa montre lui donnera toujours l'heure qu'il est à Paris. Supposons qu'il se trouve en pleine mer, qu'il ait fait voile à l'ouest jusqu'au méridien  $a$  ( pl. 1 ) ; alors il veut savoir où il est et connaître la longitude de son vaisseau ; il cherche d'abord la latitude du point  $a$ , de la manière dont je vous ai déjà parlé ; alors, par la hauteur du soleil, il trouve l'heure juste pour le lieu où il est. Supposons 9 heures du matin ; alors il regarde à sa montre, qui lui indique l'heure qu'il est sur le méridien de Paris. Supposons midi ; par là il sait qu'il est de trois heures à l'ouest de Paris ; et, comme chaque heure de temps répond à 15 degrés de longitude, il trouve que le méridien de la place où est son vaisseau est de 3 fois 15 degrés, ou 45 degrés à l'ouest du méridien de Paris. S'il avait été de même vers l'est ( au point  $b$  ), il aurait trouvé 5 heures du soir pour la place de son vaisseau ; sa montre lui aurait de même donné midi, heure de Paris ; alors il aurait su que la longitude

de l'endroit où était son vaisseau était de 45 degrés à l'est, ou orientale.

JENNY. — Tout ce que vous me dites, Charles, est si clair, que, je crois, je ne l'oublierai jamais ; et la méthode de trouver les longitudes me paraît très simple et très aisée, si on peut avoir une montre qui puisse donner le temps à la mer avec une grande exactitude.

CHARLES. — Vous avez raison, et c'est ce qui rend ces opérations difficiles ; mais elles finiront par ne plus l'être, lorsque les montres assez justes pour cet usage, nommées montres marines, seront plus nombreuses et plus répandues.

Il y a une autre méthode pour trouver les longitudes, qui est très sûre ; c'est par les éclipses en général. Vous saurez que les astronomes anglais et français font des tables où toutes les éclipses de chaque année sont calculées pour le méridien, soit de Paris ou de Londres. Supposons qu'une éclipse de lune ait été observée à Kingston, à la Jamaïque, à 3 heures du matin ; on regarde dans les tables pour voir à quel temps la même éclipse doit arriver à Paris ; on trouve qu'elle a eu lieu à 9 heures 42 minutes du soir ; la différence du temps entre ces deux villes est de 5 heures

18 minutes, qui nous donnera 79 degrés  $\frac{1}{2}$  pour la longitude de Kingston, à l'ouest du méridien de Paris; car si vous réduisez en minutes les 5 heures 18 minutes de différence entre les deux villes, vous aurez 318 minutes, qui, étant divisées par 4 (vous savez que 4 minutes de temps répondent à 1 degré de longitude), vous donneront 79 degrés  $\frac{1}{2}$ .

Ainsi la connaissance des longitudes consiste dans la connaissance exacte de la différence des heures de deux lieux de la terre; chose très aisée si on a une bonne montre, qui donne l'heure exacte qu'il est à l'endroit d'où vous êtes parti; pour l'endroit où vous êtes, il n'est pas difficile de faire pour cela un cadran, en divisant un cercle en 24 parties égales, que vous inclinez du côté du midi, comme l'équateur céleste; et le style placé au centre marquera l'heure par l'ombre qu'il projettera sur l'une des 24 heures marquées sur la circonférence. Par la suite j'aurai occasion de vous reparler de cela, et de vous donner la méthode de tracer vous-même un cadran solaire. Pour le présent je pense que je vous ai déjà trop long-temps entretenue; mais j'ai voulu vous rendre toutes ces choses le plus claires qu'il m'a été possible, car elles sont d'une grande importance tant en astro-

nomie qu'en géographie, et je m'estimerai très heureux si vous les avez bien comprises.

JENNY. — Les expressions me manquent pour vous dire combien je suis reconnaissante de la peine que vous vous donnez pour moi, et je vous assure que j'ai parfaitement compris toutes vos explications.



---

---

## SIXIÈME ENTRETIEN.

DES CAUSES DES DIFFÉRENTES LONGUEURS  
DES JOURS ET DES NUITS, DES VICISSI-  
TUDES DES SAISONS ET DES DIVERSES  
PHASES DE LA LUNE.

---

CHARLES. — Bonjour, chère Jenny, vous êtes-vous occupée du sujet de notre dernière conversation ?

JENNY. — Oui, mon frère, je me rappelle fort bien tout ce que vous m'avez dit sur la manière de trouver les latitudes et longitudes ; que les premières se déterminent par le moyen d'un quart de cercle, qui nous indique la hauteur du pôle ou l'élevation du soleil à midi ; que la latitude est toujours égale à l'élevation du pôle et qu'elle se compte en partant de l'équateur ; que la plus grande qu'un peuple puisse avoir n'est que de  $90^{\circ}$  ; qu'elle est nord pour tous les endroits situés au nord de l'équateur et sud pour ceux situés dans l'hémisphère sud ; que les longitudes ne sont que les différences d'un méridien à un autre méridien ; que conséquemment elles se comptent d'occident en

orient et d'orient en occident; qu'à la droite de Paris elle est orientale, plaçant toujours le nord devant nous et à la gauche occidentale; que la plus grande longitude qu'une ville puisse avoir à l'égard d'une autre, n'est que de 180, qui est la demi circonférence du globe; qu'on détermine les longitudes lorsqu'on peut déterminer exactement la différence d'heure entre deux places; que chaque degré de l'équateur ou de longitude vaut quatre minutes de temps ou 15 degrés par heure. Je vous assure que j'entends très bien ces sujets, mais il y a une chose dont vous n'avez pas parlé, c'est la valeur en lieues de ces degrés; sont-ils de 25 lieues pour toute la terre?

CHARLES. — Non, Jenny, les degrés de latitude sont tous égaux, mais leur valeur comparée aux mesures itinéraires, varie d'un pays à un autre. En France, l'ancienne mesure était ce qu'on nommait lieue commune, d'environ 2,500 toises, il en fallait 25 fois ce nombre pour un degré, à présent on compte en myriamètres, qui contiennent chacun 10,000 mètres ou 5,132 toises, et kilomètres valant 1,000 mètres ou 513 toises; il y a 111,111 mètres dans un degré; le mille géographique est la 60<sup>e</sup> partie d'un degré et correspond par conséquent à une minute,

puisqu'il y a 60 minutes dans un degré.

Si vous examinez avec attention sur la petite figure ( pl. 5 *fig. 2* et pl. 1 ) les lignes qui marque les latitudes et les longitudes, vous verrez une différence sensible; car les latitudes étant formées par des lignes circulaires sur la figure planche 1, et sur les cartes des lignes courbes de l'ouest à l'est, ellesont toutes à des distances égales; donc, l'espace entre elles ne change point, chaque degré sera alors 25 lieues pour toute la terre; mais si vous considérez les méridiens dont les intervalles forment les longitudes, vous verrez que cet intervalle n'est pas partout le même, qu'il diminue à mesure qu'il s'approche des pôles auxquels toutes ces lignes aboutissent; mais, à mesure qu'elles s'approchent de l'équateur, l'intervalle entre elles augmente, de même la quantité de lieues contenues dans un degré de longitude terrestre variera selon que la place où on comptera ce degré de longitude sera plus ou moins loin de l'équateur; car là tous les degrés de longitude valent 25 lieues, mais diminueront à mesure que les deux méridiens entre lesquels on les mesure se rapprocheront; je vais vous donner par approximation la diminution d'un degré de longitude pour toutes les latitudes.

A l'équateur terrestre, comme je vous l'ai

déjà dit, il contient 25 lieues à 5 degrés de latitude, il a encore la même valeur, car vous voyez que les deux méridiens ne se sont pas rapprochés assez pour produire un effet sensible (je ne vous parle que par lieues), au 15° degrés de latitude, il ne contiendra plus que 24 lieues ; au 25° 23 ; au 30 22 ; au 35 21 ; au 40 20.

Et passé le 40° degré il n'y a qu'à diminuer deux lieues à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur de 5 degrés. Je vais vous poser un exemple, Jenny, si vous voulez connaître la distance de Paris à Vienne en Autriche, cherchez sur une carte la latitude et longitude de ces deux villes, vous trouvez à peu près la même latitude ; pour la longitude de Paris à Vienne 14° orientale, c'est donc l'intervalle qu'il y a entre ces deux places ; maintenant il faut voir de combien les deux arcs des méridiens qui passent par chacune de ces villes se sont rapprochés : si vous continuez à diminuer deux lieues comme nous venons déjà de faire, de 5 degrés en 5 degrés de latitude, vous trouverez qu'au 50° un degré ne contient plus que 16 lieues, vous pouvez donc prendre ce nombre pour le degré de longitude de ces deux villes, vous répéterez 16 fois 14, cela vous donnera 224 lieues à vol d'oiseau ou en

lignes droite ; si au lieu d'être à la même latitude les deux villes avaient une même longitude, leur distance serait égale à autant de fois 25 lieues qu'il y aurait de degrés dans la différence de leurs latitudes ; dans tout autre situation respective de deux villes, l'un et l'autre de ces deux calculs donneraient un résultat trop petit.

JENNY. — Maintenant je voudrais bien savoir pourquoi les jours et les nuits sont de différentes longueurs aux différens temps de l'année ? car quoique je trouve très simple que le mouvement de la terre sur son axe en 24 heures doive produire une succession continue de jours et de nuits dans cet intervalle, ce qui arriverait de même si la terre était immobile, et que ce fût le soleil qui tournât autour d'elle en 24 heures ; mais je ne conçois pas comment les jours peuvent changer continuellement de longueur, à moins que ce ne soit par un mouvement particulier du soleil dans une année, allant du nord au sud en traversant l'équateur ; mais d'après ce que nous avons déjà vu le soleil ne peut avoir un tel mouvement.

CHARLES. — Vous avez raison, Jenny, et il ne l'a point ; mais je vais bientôt vous faire connaître la raison pour laquelle les jours

et les nuits ne sont pas égaux aux différentes saisons de l'année; et nous n'aurons pas besoin pour prouver cela, du mouvement du soleil relativement à l'équateur. Ayez la complaisance d'allumer cette chandelle, qui nous servira comme de soleil; mais je vais fermer les fenêtres, de manière à ce que nous ne puissions avoir d'autre lumière que celle de la chandelle. Je vais faire tourner autour d'elle ce petit globe, en le tenant toujours à la même hauteur de la table et son axe perpendiculaire. Vous voyez que la lumière de la chandelle, qui va sur le globe, est toujours égale sur l'équateur du globe, et s'étend d'un pôle à l'autre d'une manière égale; et que toujours une moitié du globe est éclairée par la chandelle, tandis que l'autre ne l'est pas; et conséquemment il fait jour sur le côté tourné vers la chandelle, et nuit à l'opposé. Si je continue de le tourner autour de la chandelle dans cette même position, vous voyez que toutes les parties de sa surface, du pôle nord au pôle sud, reçoivent également l'ombre et la lumière. Si nous le faisons tourner sur son axe dans cette position, nous verrons que chaque point de la surface sera 12 heures dans la partie éclairée, et 12 heures dans l'obscurité, et qu'alors les jours se-

raient égaux aux nuits , que le soleil se lèverait à 6 heures le matin , et se coucherait à 6 heures le soir.

A présent je vais incliner le pôle nord un peu vers la chandelle , et tourner le globe sur son axe ; vous voyez que la lumière s'étend sur le pôle nord d'autant de degrés que l'axe du globe est incliné vers la chandelle , et que toutes ces places de l'hémisphère septentrional , passant successivement de l'ombre à la lumière , la partie obscure qu'elles traversent est d'autant plus petite que la partie éclairée est plus grande ; si bien que leurs jours sont alors plus longs que leurs nuits ; et , comme la chandelle est au nord de l'équateur , elle éclaire d'autant moins l'hémisphère méridional qu'elle éclaire plus l'hémisphère septentrional. Par conséquent toutes les places de l'hémisphère sud , par le mouvement du globe sur son axe , traversent un plus grand espace d'obscurité que de lumière , exactement de la même manière que celles du pôle nord traversent un plus grand espace de lumière. Alors leurs jours sont les plus courts , et les nuits les plus longues. Mais remarquez bien , Jenny , que , dans tous ces changemens de positions , la même quantité de lumière se répand toujours sur ce petit globe ; qu'une moitié est toujours

éclairée, et que ce qu'un endroit gagne en lumière, l'endroit opposé le perd. Mais si, au lieu d'incliner le pôle nord vers la chandelle, nous l'inclinons de la même quantité du côté opposé, et que nous fassions tourner le globe sur son axe, la chandelle cessera d'éclairer le pôle nord, éclairera le pôle sud, et toutes les places de l'hémisphère nord vont, à leur tour, traverser autant d'obscurité que celles de l'hémisphère sud en traversaient auparavant : alors leurs jours sont les plus courts, et leurs nuits les plus longues, et c'est l'inverse à l'égard du pôle sud.

Vous voyez à présent, Jenny, que l'inclinaison des pôles de la terre, soit vers le soleil ou à l'opposé, produira juste le même effet que si le soleil se transportait réellement vers le nord et le sud, de chaque côté de l'équateur.

JENNY. — Il est vrai que cela produit le même effet ; mais les pôles du monde s'inclinent-ils de cette manière vers le soleil dans les différens temps de l'année ?

CHARLES. — Oui, Jenny ; mais voici une petite figure qui nous le démontrera d'une manière simple et facile à comprendre (pl. 5, fig. 1). Supposons la ligne *abcd* l'orbite de la terre ; les quatre petites figures, la terre aux différentes saisons de l'année dans toute

sa révolution autour du soleil, dans la ligne *abcd*; vous voyez que son axe (la ligne qui aboutit aux pôles nord et sud) est incliné de 23 degrés  $\frac{1}{2}$  à une ligne perpendiculaire à son orbite, c'est-à-dire qu'il y a 23 degrés  $\frac{1}{2}$  du zénith au pôle. Les deux petits cercles que vous voyez près des pôles s'appellent cercles polaires; celui du nord cercle polaire arctique, et celui du sud cercle polaire antarctique; ils sont éloignés des pôles d'autant de degrés que l'axe est incliné, c'est-à-dire de 23 degrés  $\frac{1}{2}$ . Ces deux lignes de chaque côté de l'équateur s'appellent tropiques; celui du nord, tropique du Cancer, et celui du sud, tropique du Capricorne. Ils sont pareillement éloignés de l'équateur d'autant de degrés que les cercles polaires le sont des pôles, c'est-à-dire 23 degrés  $\frac{1}{2}$ . Vous vous rappelez bien, Jenny, que tous les cercles sont divisés en 360 parties qu'on appelle degrés.

L'axe de la terre, comme vous le voyez, est toujours dirigé vers le même point du ciel. Ainsi, comme je vous l'ai déjà dit, la terre, tournant autour du soleil dans une année, de l'ouest à l'est (pendant ce même temps elle tourne sur son axe 365 fois  $\frac{1}{4}$ ), il est clair que quand la terre se trouvera en *i*, le cercle polaire nord ou arctique se trou-

vera entièrement éclairé, et toutes les parties situées entre l'équateur et le pôle nord auront plus de lumière que d'obscurité; la terre, en tournant sur son axe dans cette position, fera que tous les pays de cet hémisphère auront les jours plus longs que les nuits, et le soleil éclairera au delà du pôle nord aussi loin que la partie sur laquelle il frappe directement est éloignée de l'équateur, c'est-à-dire que le soleil, comme vous le voyez, se trouve alors en face du tropique du Cancer (et l'éclaire directement le long de la ligne  $r$ ), qui est, comme vous savez, à  $23$  degrés  $\frac{1}{2}$  de l'équateur; ainsi le soleil éclairera  $23$  degrés  $\frac{1}{2}$  au delà du pôle, comme vous le voyez par la ligne qui sépare l'ombre de la lumière. C'est la position de la terre le 21 juin; alors nos jours sont les plus longs, et nos nuits les plus courtes.

A mesure que la terre avance dans son orbite  $ab$ , son axe devient de moins en moins oblique au soleil, quoiqu'il soit toujours parallèle à la position qu'il avait quand la terre était en  $a$ . C'est pour cette raison que les pays situés dans la partie nord s'éloignent graduellement du soleil, leurs jours deviennent plus courts, et leurs nuits plus longues. Quand la terre est en  $b$ , son axe ne s'incline ni vers le soleil, ni à l'opposé du soleil, quoi-

qu'il soit toujours oblique à l'écliptique ; si bien que le soleil est alors directement sur l'équateur (ligne *o*), et éclaire la terre juste d'un pôle à l'autre. La terre, par son mouvement sur son axe, fait que toutes les parties de sa surface ont autant d'obscurité que de lumière. C'est la position de la terre le 23 septembre ; on l'appelle équinoxe d'automne, parce qu'il y a égalité de jours et de nuits pour tout l'univers.

A mesure que la terre avance dans son orbite de *b* en *c*, le pôle nord et toutes les places septentrionales de la terre se détournent graduellement de plus en plus du soleil, et conséquemment se meuvent dans un plus grand espace d'obscurité ; alors leurs jours sont les plus courts, et leurs nuits les plus longues.

Quand la terre se trouve juste en *c*, vous voyez que son pôle nord est, par rapport au soleil, dans une position contraire à celle où il était lorsque la terre se trouvait en *i*. Dans cette position, tout le pôle nord et le cercle polaire se trouvent dans l'obscurité ; le soleil alors frappe directement à 23 degrés  $\frac{1}{2}$  au sud de l'équateur, c'est-à-dire sur le tropique du Capricorne (suivant la *fig. c*), qui est le point le plus éloigné où le soleil puisse aller vers le sud, et pour cette raison s'appelle la

plus grande déclinaison méridionale du soleil, comme celui du Cancer l'est pour la déclinaison septentrionale. C'est la position de la terre le 21 décembre ; on l'appelle solstice d'hiver. Vous remarquez que cette partie qui se trouve entre le pôle et le cercle polaire nord est enveloppée dans l'obscurité, mais que la partie éclairée s'étend au delà du pôle sud, autant que la partie obscure s'étend au delà du pôle nord. Pour les peuples de l'hémisphère méridional de la terre, les jours sont les plus longs, et les nuits les plus courtes.

A mesure que la terre s'avance dans son orbite de *c* à *d*, le pôle nord se rapproche graduellement du soleil ; tous les pays du nord reçoivent peu à peu une plus grande quantité de lumière ; alors leurs jours s'allongent, et leurs nuits diminuent ; et quand la terre se trouve en *d*, ce qui arrive le 20 de mars, son axe n'est ni incliné du côté du soleil, ni à l'opposé du soleil, de la même manière que quand la terre était en *b* ; alors le soleil se retrouve encore directement sur l'équateur et éclaire toute la terre d'un pôle à l'autre ; celle-ci, par son mouvement sur son axe, fait que toutes les places de sa surface ont égalité de jours et de nuits, car ils commencent à recevoir la lumière à 6 heures

du matin, et cessent à 6 du soir : cette époque s'appelle équinoxe du printemps. Dans ce moment, les peuples qui habitent les régions polaires nord commencent à voir le soleil, et ceux qui habitent le sud vont cesser de le voir.

Enfin, si la terre va de *d* en *i*, les mêmes phénomènes se reproduiront comme nous les avons déjà vus. Vous remarquerez, Jenny, que dans ces différentes places de son orbite la terre a toujours son axe dirigé vers le même point du ciel ; mais il est évident que son axe doit s'incliner plus ou moins vers le soleil, selon que nous sommes dans l'hiver ou dans l'été. Vous remarquerez pareillement que quand c'est l'hiver dans l'hémisphère nord, ce doit être l'été dans l'hémisphère sud ; mais qu'à l'équateur il ne peut y avoir de différence dans les saisons, parce que, étant au milieu, il se trouve également à moitié dans la lumière et moitié dans l'obscurité à toutes les époques de l'année.

JENNY. — Vous venez de me démontrer d'une manière bien sensible la raison pour laquelle les jours et les nuits changent continuellement de longueur et la cause de cette variété de saisons ; mais, Charles, il me semble, si j'ai bien saisi l'ensemble de votre ex-

plication, que chaque pôle à son tour doit être continu ellement dans la lumière pendant six mois et dans l'obscurité le même nombre de mois ; car vous m'avez dit, et je le vois par la figure, que lorsque le soleil vient à l'équateur le 25 septembre, il se couche pour le pôle nord et se lève pour le sud ; il paraît qu'il n'y a qu'un jour et une nuit dans toute l'année.

CHARLES. — Vous avez raison, et je vois avec plaisir que vous avez parfaitement compris toutes mes explications, car vous venez de me dire ce que j'allais vous démontrer ; je vous prie aussi de remarquer dans cette figure (pl. 5, *fig. 1*) que l'orbite de la terre n'est point un cercle, mais une ellipse, c'est-à-dire plus longue que large ; elle doit donc quelquefois être plus près du soleil et quelquefois plus loin ; quelquefois elle doit se mouvoir plus vite et quelquefois plus lentement ; c'est la raison pour laquelle notre demi-année d'été, quand la terre est le plus loin du soleil ou près de son aphélie, est plus longue que la demi-année d'hiver, quand elle est plus proche de cet astre ou près de son périhélie. Voici le temps que la terre met à parcourir les différens espaces de son orbite : de *d* à *i* (printemps) elle met 52 j. 21 h. 16 m. ; de *i* à *b* (été) 93 j. 13 h. 52 m. ; de *b* à *c* (automne)

89 j. 17 h. 8 m., et de *c* à *d* (hiver) 89 j. 1 h. 31 m.

JENNY. — Mais ici, Charles, vous me permettrez de vous faire une question. Pourquoi n'avons-nous pas plus chaud quand la terre est plus près du soleil que quand elle en est le plus éloignée? car enfin, plus je m'approche du feu, plus je sens la chaleur; en serait-il autrement à l'égard du soleil?

CHARLES. — Votre question est très naturelle; mais j'espère que ma réponse va satisfaire vos doutes. Vous voyez, Jenny, que dans l'été le soleil est non-seulement plus longtemps, mais encore plus élevé au-dessus de notre horizon; par conséquent, ses rayons tombent sur nous dans une direction plus perpendiculaire à la surface de la terre, nous échauffent davantage que quand le soleil est plus bas; alors il nous envoie ses rayons plus obliquement et ils échauffent moins, comme étant répandus sur une plus grande portion de la surface de la terre; de plus, ces parties une fois échauffées, retiennent, comme vous le savez, la chaleur pendant quelque temps; ajoutez à cela celle qu'elles reçoivent journellement, vous aurez une augmentation progressive de chaleur, qui continuera même lorsque le soleil commence à s'abaisser vers le

pôle sud : voilà pourquoi le mois de juillet est ordinairement plus chaud que juin. Vous avez dû remarquer aussi que la chaleur était plus forte à trois heures dans l'après-midi, lorsque le soleil s'est déjà abaissé vers l'ouest, qu'à midi lorsqu'il est au méridien, qui est, comme vous le savez, l'endroit le plus élevé de sa route apparente de toute la journée. Vous voyez donc, Jenny, que ce n'est pas toujours quand on est le plus près du feu qu'on a le plus chaud.

JENNY. — Mais dites-moi, je vous prie, l'autre jour j'entrai dans votre chambre : vous n'y étiez pas ; j'eus la curiosité de regarder un livre qui était sur votre table ; je trouvai qu'il était question de l'écliptique, des signes et de la place du soleil. Qu'est-ce que l'écliptique, et que veulent dire les signes ?

CHARLES. — Si le plan de l'orbite de la terre pouvait être tracé dans le ciel parmi les étoiles, il nous paraîtrait comme une bande étroite faisant le tour du ciel, dans laquelle nous apercevriions plusieurs étoiles : c'est ce cercle ( qui n'est qu'imaginaire ) que nous appelons écliptique ; et comme la terre se meut dans le plan de ce cercle dans sa révolution autour du soleil, elle serait toujours vue du soleil parmi les étoiles de ce cercle et

étant toujours dans le point opposé où le soleil paraît être lorsqu'il est vu de la terre; de sorte que, comme la terre tourne autour du soleil dans une année, le soleil nous paraît pareillement décrire un grand cercle parmi les étoiles dans le même espace de temps.

Les astronomes divisent ce cercle en 12 parties égales appelées signes, et chaque signe en 30 autres parties égales appelées degrés; et lorsque la terre est dans un de ces signes à un degré quelconque par rapport au soleil, le soleil, vu de la terre, nous paraît dans le signe et le degré opposé, et le point de l'écliptique, où le centre du soleil paraît être dans un moment donné, est appelée la place du soleil dans l'écliptique à ce moment.

Voici le nom et les caractères par lesquels on représente ces douze signes \* et les mois auxquels ils correspondent :

Le Bélier. . .	♈	20 mars;
Le Taureau. . .	♉	20 avril;
Les Gémeaux. . .	♊	21 mai;
L'Écrevisse. . .	♋	21 juin;
Le Lion. . . .	♌	23 juillet;
La Vierge. . .	♍	23 août.

---

\* On les représente aussi par des figures comme on en voit dans cet ouvrage, à la fin de chaque Entretien

Ainsi, vous voyez que le soleil paraît dans le premier degré du Bélier le 20 mars, etc. Ces signes sont appelés septentrionaux, parce qu'ils sont tous au nord de l'équateur. Voici les méridionaux :

La Balance. . . ♎ 25 septembre ;

Le Scorpion. . . ♏ 23 octobre ;

Le Sagittaire. . . ♐ 2 novembre ;

Le Capricorne ♑ 21 décembre ;

Le Verseau. . . ♒ 20 janvier ;

Les Poissons. . . ♓ 19 février.

JENNY. — Permettez-moi, Charles ; il me semble que je puis vous dire, n'importe pour quel jour de l'année, quelle est la place du soleil dans l'écliptique. C'est aujourd'hui le 11 de juillet, et comme chaque signe à 30 degrés, le soleil n'entrera au signe du Lion que le 23 ; il doit être encore dans le Cancer ; si de 23 j'ôte 11, qui est la date du mois, le reste sera 12, qui est le nombre de degrés que le soleil doit parcourir avant d'être au signe du Lion ; par conséquent il est à présent au 18 du cancer. Est-ce cela, Charles ?

CHARLES. — Très bien, chère Jenny, et je pense que nous pouvons passer à d'autres sujets.

JENNY. — Puisque nous avons encore un peu de temps avant le déjeuner, je serais bien

aise de connaître quelque chose sur la lune ?

CHARLES. — Je vois que c'est à votre tour de me faire des questions, je me ferai un devoir d'y répondre.

JENNY. — Je vous prie de me dire quelle est la cause des différentes formes que nous apercevons tous les mois dans la lune ; croissant toujours depuis la nouvelle lune jusqu'à la pleine lune, et décroissant de la pleine lune jusqu'à la nouvelle.

CHARLES. — Ayez la bonté, Jenny, de rallumer cette chandelle et mettez la sur la table qui est dans le coin de la chambre, tandis que je vais fermer les volets des fenêtres. Alors, tenez-vous un peu éloignée de la chandelle en la regardant. Voici un petit globe d'ivoire et un fil de fer qui le traverse et qui représente un axe. A présent, je vais tourner ce petit globe tout autour de votre tête, et à mesure que je le ferai tourner, vous tournerez vous-même en tenant vos yeux fixés sur lui, de sorte que vous puissiez toujours le voir dans son mouvement autour de votre tête ; nous supposerons que la chandelle est le soleil, que votre tête est la terre, et le petit globe la lune ; comme la chandelle ne peut éclairer que la moitié du globe qui est tournée vers elle, de même le soleil ne peut éclairer

que cette moitié de la lune qui est tournée de son côté, l'autre moitié est dans l'obscurité et la lune décrit autour de la terre son orbite dans l'espace d'environ un mois.

Comme je fais tourner le globe autour de votre tête, son côté obscur se trouve vers vous lorsque ce petit globe est entre votre tête et la chandelle ; quand je porte le globe au quart du cercle que je lui fais décrire autour de votre tête, vous avez la moitié du côté éclairé et la moitié de la partie obscure devant vous.

JENNY. — Cela est très vrai, Charles, quand le globe est entre moi et la chandelle, tout son côté éclairé disparaît, lorsque vous le changez un peu de position, je vois une petite partie éclairée formant un croissant comme la lune quand elle a quelques jours ; à mesure que vous le faites tourner et qu'il se trouve au quart de son tour, je vois la moitié de son côté éclairé, qui a le même aspect que la lune quand elle est dans son premier quartier ; à mesure que vous l'avancez, je vois de plus en plus son côté éclairé, et il continue à augmenter comme la lune, jusqu'à ce qu'il soit juste à l'opposé de la chandelle ; alors je puis voir toute sa partie éclairée, et il me paraît tout-à-fait rond, tel que la pleine lune ; après

quoi je vois de moins en moins son côté éclairé, qui diminue graduellement comme la lune, et lorsque vous le rapportez entre moi et la chandelle comme auparavant, tout son côté éclairé disparaît.

CHARLES. — Cela ne vous montre-t-il pas d'une manière très simple, pourquoi la lune doit nous paraître augmenter depuis qu'elle est nouvelle jusqu'à son plein, et décroître depuis son plein jusqu'à ce quelle soit nouvelle ?

JENNY. — Cela me paraît très simple, je vous assure, Charles, et je pense que cela démontre aussi que la lune n'a point de lumière par elle-même, mais qu'elle ne brille que par la lumière qu'elle reçoit du soleil ; car si la lumière lui était propre, nous devrions toujours la voir ronde comme le soleil.

CHARLES. — Voilà, chère Jenny, une observation très bonne et très juste, et que j'aurais bien pu oublier de vous faire.

JENNY. — Combien la lune met-elle de temps à parcourir son orbite d'une nouvelle lune ou une autre ?

CHARLES. — Elle met 29 jours 12 heures 44 minutes et 3 secondes ; on appelle cela mouvement synodique de la lune, ce mouvement est rapporté au soleil.

JENNY. — Et quelle est sa distance au centre de la terre ?

CHARLES. — Je croyais vous avoir déjà dit qu'elle est éloignée de la terre de 84,000 lieues, que son diamètre est de 781 lieues, et que son volume, n'est qu'un 49<sup>e</sup> de celui de la terre.

JENNY. — Pouvez-vous me dire quelles sont les taches que nous apercevons à sa surface ?

CHARLES. — L'observation nous prouve que des montagnes considérables s'élèvent sur sa surface, on en a remarqué qui avaient plus de quatre mille toises de hauteur, on reconnaît pareillement par la direction des ombres de ces montagnes que sa surface est remplie de cavités, à peu près semblables aux bassins des mers de notre globe ; sa surface paraît offrir aussi des traces de volcans, le plus remarquable fut découvert par Herschel, dans sa partie nord-est, la seconde nuit qu'il l'observa, il brûlait avec une très grande violence, il donnait plus d'une lieue de diamètre à la matière enflammée.

JENNY. — Mais, vous pouvez savoir par ses taches, si elle tourne sur son axe comme la terre, je serais bien aise de connaître dans combien de temps, parce que par là je pour-

rais connaître la longueur de ses jours et de ses nuits.

CHARLES. — Sa révolution sur elle-même s'opère d'occident en orient en 27 jours 7 heures 43 minutes, c'est aussi le temps de sa révolution autour de la terre lorsqu'on la rapporte aux étoiles au lieu de la rapporter au soleil, ce qu'on appelle révolution sidérale ; cela fait que nous en voyons toujours le même côté.

JENNY. — Alors elle ne peut avoir qu'un jour et une nuit d'une nouvelle lune à une autre, qui est de 29 de nos jours 12 heures 44 minutes, et son axe est-il incliné comme celui de la terre ?

CHARLES. — Non ; il est presque perpendiculaire à l'écliptique dans lequel la terre se meut, et perpendiculaire à son propre orbite. Il en résulte que ses jours et ses nuits doivent être toujours égaux et conséquemment n'éprouvent aucune différence dans les saisons.

JENNY. — Mais je vous prie mon frère, comment est-il possible que vous puissiez voir dans tous les temps le même côté de la lune si elle tourne sur son axe ? car il me semble que si elle a un tel mouvement, nous devons apercevoir successivement tous ses côtés.

CHARLES. — Prenez ce petit globe par son

axe, entre votre pouce et l'index, portez le autour de l'encrier qui est sur la table, sans cependant le faire tourner sur l'axe, ne voyez-vous pas en le portant ainsi autour de l'encrier qu'il y présente successivement tous les côtés; continuez de le faire tourner, mais essayez si vous pouvez faire en sorte qu'il ne présente qu'un seul côté à l'encrier, sans cependant le faire tourner sur son axe entre vos doigts.

JENNY.—Je trouve que cela est impossible, car dans chaque révolution autour de l'encrier pour que le globe y présente toujours le même côté, je suis obligée de le faire tourner une fois sur son axe entre mes doigts.

CHARLES.—Bien, chère Jenny, voyant que la lune tourne autour de la terre dans son orbite, comme ce petit globe tourne autour de cet encrier, n'est-ce pas une preuve qu'elle tourne sur son axe, de voir qu'elle présente toujours à la terre son même côté?

JENNY.—Cela est très certain, et je puis voir pareillement que comme le soleil est en dehors de l'orbite de la lune, qu'en présentant toujours son même côté vers la terre, elle montre successivement toute sa circonférence au soleil, d'une nouvelle lune à une autre; car pendant que je faisais circuler le globe autour de l'encrier et que j'avais soin

que ce fût toujours le même côté qui fût tourné vers l'encrier, vous qui étiez en dehors du cercle que je faisais parcourir à ce globe, vous aperceviez toutes les parties de sa circonférence.

CHARLES. — Vous venez de me donner une démonstration, chère sœur, qui prouve que vous entendez parfaitement ce sujet; nous nous arrêterons là pour aujourd'hui, nous n'avons pas encore terminé nos observations sur la lune; mais comme la cloche du déjeuner sonne, nous reprendrons demain matin notre entretien.



---

---

## SEPTIÈME ENTRETIEN.

SUR LE MOUVEMENT DE LA LUNE AUTOUR  
DE LA TERRE ET AUTOUR DU SOLEIL,  
ET SUR LES ÉCLIPSES DE SOLEIL ET DE  
LUNE.

---

CHARLES. — Bonjour, ma chère sœur, reprendrons-nous aujourd'hui notre conversation sur la lune ? car vous vous rappelez que nous n'avons pas encore fini avec ce satellite de notre terre : mais, Jenny, c'est à vous de proposer toutes les questions que vous croyez nécessaires pour votre avancement ou votre curiosité, ensuite nous les résoudrons.

JENNY. — Je commencerai donc par vous dire que je pense que la lune devrait toujours paraître pleine vue du soleil, si elle était assez grosse pour être vue par un observateur placé sur la surface de cet astre.

CHARLES. — Vous avez parfaitement raison, Jenny, car quelle que soit la partie de sa surface qu'elle présente au soleil, cette partie sera toujours entièrement éclairée.

JENNY. — J'imagine pareillement , que si un observateur était placé sur le côté de la lune , qui est toujours tourné vers la terre , celle-ci lui présenterait toutes les apparences diverses que la lune nous présente ; seulement quand la lune est nouvelle pour nous , la terre serait pleine pour les habitans de la lune , et quand la lune serait pleine pour la terre , celle-ci disparaîtrait , c'est-à-dire serait nouvelle pour les habitans de la lune.

CHARLES. — Mais quelle est la raison qui vous porte à tirer une telle conséquence ?

JENNY. — Tenez , Charles , voulez-vous vous assurer si j'ai bien compris la cause des phases de la lune ; par le mouvement du petit globe autour de l'encrier. Permettez - moi de vous tracer une figure dans laquelle je tacherai de représenter ce que vous m'avez expliqué.

CHARLES. — De tout mon cœur , Jenny.

JENNY. — Soit *s* (*fig. 3 pl. 5*) le soleil , *a* , *b* , *c* , *d* , *e* , l'orbite de la lune dans laquelle elle tourne autour de la terre d'une nouvelle lune à une autre , en allant d'occident en orient , de *a* en *b* , de *b* en *c* , quoique le mouvement de la terre sur son axe en 24h eures se fasse dans le même sens , son mouvement étant beaucoup plus rapide que le mouvement

progressif de la lune, fait qu'elle paraît se mouvoir chaque jour en allant de l'est à l'ouest ; quand la lune est en  $m$  entre la terre et le soleil, son côté obscur est alors tourné vers la terre, et elle ne paraît pas parce que ce côté ne réfléchit aucune lumière ; quand elle est en  $n$ , une partie de son côté éclairé est déjà vue de la terre, et alors elle paraît en croissant comme je le figure en  $n'$  ; quand elle est en  $o$ , la moitié de sa partie éclairée sera vers la terre, et elle paraîtra alors comme en  $o'$ , ou dans son premier quartier, étant alors dans le quart de son orbite ; quand elle est en  $p$ , plus de la moitié de sa partie éclairée est du côté de la terre, et elle paraît comme en  $p'$  ; quand elle est opposée au soleil comme en  $q$ , toute sa partie éclairée est vers la terre, et elle paraît ronde et pleine comme en  $q'$ . Dans cette position il devrait y avoir éclipse de lune, car la terre se trouve ici entre le soleil et elle, et par conséquent devrait empêcher la lumière de cet astre de frapper sur la lune ; mais j'ai remarqué que quand vous faisiez tourner le petit globe autour de ma tête, lorsqu'il se trouvait dans cette même position, vous aviez soin de l'élever assez au-dessus pour que la lumière de la chandelle pût arriver sur le globe ; de même j'imagine que la lune

doit s'écarter un peu dans son mouvement , sans quoi toutes les pleines lunes il y aurait éclipse.

CHARLES. — Très bien , chère Jenny , mais continuez.

JENNY. — Quand la lune est en  $r$ , une partie de son côté éclairé est opposée à la terre, elle paraît comme à  $r'$  ; quand elle est à  $t$  ( aux trois quarts de son orbite ), la moitié de son côté éclairé et la moitié de celui qui est dans l'obscurité , sont vers la terre, et on n'en voit que la moitié , comme elle est figurée en  $t'$  , c'est son troisième quartier ; quand elle est au point  $u$  de son orbite , la plus grande partie de son côté éclairé s'est détournée de la terre , et elle paraît en croissant comme en  $u'$  ; et quand elle se retrouve de nouveau entre la terre et le soleil , comme en  $m$  , elle est tout-à-fait invisible , parce que toute sa partie non éclairée est alors tournée vers la terre.

Ainsi je reviens à votre question , et je vais vous dire pourquoi j'ai tiré une telle conséquence ; vous me direz après si j'ai tort ou raison . Quel que soit le côté ou de la lune ou de la terre qui est vers le soleil , n'importe dans quel temps , ce côté est alors éclairé par le soleil ; donc quand le côté obscur de la lune  $m$  est vers la terre  $e$  , le côté éclairé de la

terre est alors en entier vers la lune et doit lui paraître comme une grande pleine lune, et quand la lune est en  $q$ , tout son côté éclairé est vers la terre et le côté non éclairé de la terre est vers la lune; donc elle ne peut être vue de la lune, de même que la lune en  $m$  n'est pas visible pour nous, et ainsi de suite pour tous les autres aspects.

CHARLES. — Vous voilà tout-à-fait astronome, Jenny, vos raisonnemens sont de la plus grande justesse et votre figure on ne peut mieux imaginée: comme la surface de la terre est 13 fois aussi grande que celle de la lune, quand la terre est pleine pour la lune, sa surface paraît à un habitant de la lune, 13 fois aussi grande que la surface de la lune paraît à un habitant de la terre.

JENNY. — Comme la lune tourne autour de la terre dans un mois, et comme la terre tourne autour du soleil dans une année; voilà une difficulté qui se présente à mon esprit, il me semblerait que la lune devrait suivre le même mouvement, comment se fait-il que la terre en parcourant 24,000 lieues chaque heure dans son orbite, ne laisse pas la lune derrière elle?

CHARLES. — Vous saurez, Jenny, que la lune est dans la sphère de l'attraction de la

terre, donc la terre peut se mouvoir dans son orbite aussi vite qu'elle le voudra, la lune doit l'accompagner, car vous savez que si vous mettez une pierre dans une fronde et que vous la fassiez tourner autour de votre tête, la pierre tournera toujours autour de votre tête, soit que vous restiez dans la même place, que vous marchiez en avant, ou que vous parcourriez un grand cercle, et la tendance de la pierre à se dégager de la fronde sera combattue par la force avec laquelle vous tenez la corde pour emprisonner la pierre dans son orbite; cela produira le même effet dans l'une et l'autre circonstance.

JENNY. — Je vous remercie, mon cher frère, de m'avoir expliqué ce phénomène d'une manière si sensible; et en même temps de m'avoir convaincue, par une comparaison très juste, que la force centrifuge de la lune, ou sa tendance à s'échapper de son orbite, est égale au pouvoir par lequel la terre l'attire, et la retient par là dans son orbite; car, si sa force centrifuge était plus grande que l'attraction de la terre, elle s'échapperait de son orbite et ainsi abandonnerait la terre; et, si sa force centrifuge était moindre que la force avec laquelle la terre l'attire, dans chaque révolution elle s'approcherait d'elle de plus près

en plus près, et à la fin finirait par tomber sur elle.

Mais, Charles, je pense que, comme la lune et la terre vont l'une et l'autre autour du soleil dans une année, la lune doit non-seulement parcourir son orbite d'une nouvelle lune à une autre, mais de plus avancer d'autant de degrés que la terre s'est avancée dans son orbite pendant ce temps, afin de se retrouver en conjonction avec le soleil, c'est-à-dire entre lui et nous ; car, dans quelque partie du cadran de ma montre que l'aiguille des heures et celle des minutes se trouvent en conjonction, j'observe que l'aiguille des minutes, pour se retrouver en conjonction, doit non-seulement faire le tour du cadran, mais encore faire tout le chemin que fait l'aiguille des heures d'une conjonction à l'autre.

CHARLES. — Très bien, chère sœur, et la conséquence que vous tirez des aiguilles de votre montre est aussi bonne et aussi juste que la mienne de la pierre et de la fronde.

JENNY. — Je me rappelle que vous m'avez dit que le temps d'une nouvelle lune à une autre est de 29 jours 12 heures 44 minutes, et qu'elle tourne dans son orbite en 27 jours 7 heures 43 minutes 3 secondes ; et combien

la terre parcourt-elle de degrés depuis une nouvelle lune jusqu'à l'autre ?

CHARLES.—29 degrés 6 minutes et 25 secondes. Vous devez vous rappeler, Jenny, qu'une minute est la 60<sup>e</sup> partie d'un degré, et une seconde est la 60<sup>e</sup> partie d'une minute. Vous savez que nous avons dit, que la durée du mouvement de la lune dans son orbite, rapporté aux étoiles, est appelé sa révolution sidérale, et que son mouvement d'une nouvelle lune à une autre est appelé révolution synodique.

JENNY. — Si vous n'êtes pas fatigué, Charles, je serais très satisfaite de connaître quelque chose des éclipses.

CHARLES. — Vous allez bientôt connaître la cause de ces phénomènes. Voici une figure (pl. 5, fig. 4). Soit *s* le soleil, *m* la lune, et *f* la terre; *abcd* l'orbite de la lune, dans laquelle elle se meut, en suivant l'ordre des lettres *abcd*, et *bhd* une partie de l'orbite dans laquelle la terre se meut dans la direction de *b* à *d*; la lune est nouvelle quand elle est en *m*, et pleine quand elle est en *m'*.

Les lignes droites *ai*, *bi*, partent du bord du soleil, passent proche de la lune, et se terminent sur la terre en *e*.

Supposons que ces deux lignes tournent autour de la ligne du milieu *fm*; l'espace *ii*, qui est entre la lune et la terre, renfermera l'ombre de la lune, qui est d'une figure conique ( c'est-à-dire comme un pain de sucre renversé ). Elle ne couvre, comme vous le voyez, qu'une très petite partie de la surface de la terre en *e*. Ce n'est que pour les habitans de cette petite partie que le soleil sera tout-à-fait caché par la lune, et paraîtra totalement éclipié, parce que la lune, dans ce moment, ne peut intercepter la lumière du soleil pour les autres lieux de la terre. Il est évident que si la lune était plus près de la terre, son ombre obscure couvrirait une plus grande partie de sa surface; et si elle était plus loin de la terre, son ombre finirait seulement sur un point de cette surface. Alors elle ne pourrait cacher le corps entier du soleil à aucun lieu de la surface de la terre; et ceux qui se trouveraient juste au point où se terminerait l'ombre verraient les bords du soleil comme un anneau lumineux tout autour du corps de la lune; c'est ce qu'on nomme une éclipse annulaire.

Mais, quoique la lune ne puisse cacher tout le corps du soleil qu'à une petite partie de la terre, cependant, dans de telles éclipses,

la lune cache plus ou moins le soleil à une très grande portion de la surface de la terre ; car, menons la ligne  $af$ , partant du bord  $est$  du soleil, passant proche de la lune à l'ouest, et aboutissant sur la terre en  $o$ , et ensuite l'autre ligne  $bf$ , partant du soleil à l'ouest, passant près du bord  $est$  de la lune, et finissant à la terre en  $n$ . Que ces lignes soient aussi supposées tourner autour de la ligne du milieu  $fme$ , et leurs bouts  $n$  et  $o$ , décriront un cercle sur la surface de la terre, autour de  $e$  ; dans tout l'espace de ce cercle le soleil paraîtra être plus ou moins éloigné du centre  $e$  où tombe l'ombre obscure ; car lorsque la lune est en  $m$ , un observateur en  $n$  sur la terre verra le bord oriental de la lune, juste comme s'il touchait la partie occidentale du soleil en  $b$  ; et un observateur en  $o$  verrait le bord occidental de la lune toucher le bord oriental du soleil en  $a$  ; mais à toutes les autres places entre  $n$  et  $o$ , la lune cachera une partie du soleil ou tout le soleil selon leurs situations entre  $n$  et  $e$  ou  $o$  et  $e$ . L'ombre légère que vous voyez autour de l'ombre obscure  $e$ , qui est l'ombre vraie de la lune, et qui s'étend de  $n$  à  $o$ , sur la surface de la terre, est appelée la *pénombre* ou ombre partielle de la lune.

JENNY. — Combien le cercle qu'occupe la pénombre sur la surface de la terre contient-il de lieues ?

CHARLES. — Environ 1,500, quand son centre est en ligne droite avec le centre du soleil et le centre de la terre ; mais quand la pénombre ou, comme nous l'avons dit, cette ombre partielle tombe obliquement sur la surface de la terre, sa figure alors devient elliptique ou ovale, et alors l'espace qu'elle couvre sera beaucoup plus grand, spécialement si la lune est alors dans son périégée, c'est-à-dire à sa moindre distance de la terre.

JENNY. — Quoi ! mon frère, est-ce que la distance de la lune à la terre n'est pas toujours la même ?

CHARLES. — Non, Jenny, car l'orbite de la lune est d'une forme elliptique ou ovale ; chaque ellipse a deux centres qui sont entre le milieu et les bouts de son plus long diamètre, on les nomme foyers : le centre de la terre est à l'un de ces foyers de l'orbite de la lune ; de sorte que, lorsque je vous ai dit que la distance de la lune au centre de la terre était de 84,000 lieues, je parlais de sa moyenne distance, ou le milieu entre la plus petite et la plus grande.

JENNY. — Alors je comprends que la

distance de la lune à la terre doit changer continuellement; mais supposons que le soleil soit éclipsé quand la lune est dans sa moindre distance ou, comme vous dites, dans son périégée, quel serait le diamètre du cercle qui, sur la surface de la terre, se trouverait couvert par l'ombre obscure de la lune, et d'où le soleil serait totalement caché par la lune ?

CHARLES.—Il serait d'environ 60 lieues.

JENNY, — Comme la distance de la lune à la terre est un peu plus d'un  $396^{\circ}$  de celle du soleil à la terre (si j'ai bien calculé), il me semble que l'ombre de la lune sur la terre se déplacerait aussi vite que la lune se meut dans son orbite. Je vous prie, dites-moi dans quel temps la partie obscure de l'ombre parcourt-elle environ 60 lieues de la surface de la terre ?

CHARLES. — En quatre minutes et demie, et elle les parcourrait beaucoup plus vite, si le mouvement de la terre sur son axe (qui est de l'ouest à l'est et conséquemment dans le même sens que celui de l'ombre de la lune sur la terre), ne retenait pas la place sur laquelle l'ombre tombe, plus long-temps dans l'obscurité qu'elle ne le serait si la terre avait un mouvement contraire.

JENNY. — Ainsi une éclipse de soleil ne peut pas être totale plus de quatre minutes et demie, sur quelque partie de la terre que ce puisse être?

CHARLES. — Non, Jenny, même quand cela serait à l'équateur où toutes les parties de la surface de la terre se meuvent avec plus de vitesse que les autres ; et en France le mouvement est plus lent parce que nous sommes plus près du pôle qui est immobile, l'éclipse est plus tôt passée. Si vous voulez, je vais passer aux éclipses de lune.

Dans la même figure (pl. 5 *fig 4*) prenons la ligne droite *agc* partant du soleil et passant proche de la terre en *g*; et la ligne droite *bhk* partant de même du soleil et passant près de la terre en *k*; supposons, comme nous l'avons déjà fait, que ces deux lignes tournent autour de la ligne du milieu *fmm'*, elles renfermeront alors l'espace rempli par l'ombre de la terre *gckh*; il est très clair que quand la lune est au point *m* de son orbite, elle est totalement couverte par l'ombre de la terre, et par conséquent éclipse, puisque la terre se trouve entre elle et le soleil.

JENNY. — Mais, Charles, comment se fait-il que la lune soit encore visible, quand la terre doit entièrement empêcher la lumière

du soleil de tomber sur elle , et elle n'a aucune lumière par elle-même ? car c'est son même côté qui est vers la terre à la nouvelle lune, et qui est encore à la pleine lune ; cependant nous ne la voyons pas quand elle est nouvelle, il me paraît que nous ne devrions pas la voir davantage quand elle est totalement éclipcée ; parce que son côté qui est obscur dans le premier cas, lorsque le soleil ne l'éclaire pas, devrait l'être de même dans le second, quand la terre empêche les rayons du soleil de frapper sur sa surface ; mais la lune fut très visible dans la dernière éclipse totale que j'ai vue, et elle me parut d'une couleur cuivrée.

CHARLES. — Vos remarques sont très judicieuses, Jenny, et je vais vous dire pourquoi la lune n'est pas invisible quand elle est totalement éclipcée.

Je vous ai déjà dit que l'air ou l'atmosphère qui entoure la terre s'étend environ à 15 lieues, c'est cet air qui est la cause de la faible lumière que reçoit encore la lune dans les éclipse, car tous les rayons de la lumière du soleil qui passent au travers de l'atmosphère, tout autour de la terre sur la limite de la lumière et de l'obscurité, sont en partie dérangés de leur route par la résistance de

l'atmosphère et dispersés de toutes parts, quelques-uns vont tomber sur la lune et l'éclairent d'une pâleur qui permet de l'apercevoir, et lui donnent comme vous l'avez très bien remarqué une teinte cuivrée. Mais si la terre n'avait point d'atmosphère, son ombre serait tout-à-fait obscure et la lune serait aussi invisible, lorsqu'elle est entièrement plongée dans cette ombre que lorsqu'elle est nouvelle.

JENNY. — Je vous remercie de toutes vos explications, mais j'en aurai encore besoin.

Je vois bien par votre figure ( pl. 5 fig. 4 ) que le soleil ne peut être jamais éclipsé que dans le temps de la nouvelle lune, parce que l'ombre de la lune ne peut tomber sur la terre dans aucun autre temps et que la lune ne peut jamais être éclipsée que quand elle est pleine, parce que c'est le seul temps où l'ombre de la terre puisse tomber sur elle; mais quoique nous ayons une nouvelle et une pleine lune chaque mois de l'année, je trouve que mon almanach ne cite que très peu d'éclipses.

CHARLES. — Nous avons déjà parlé un peu sur ce sujet, mais pas assez pour vous le faire bien connaître; je vais vous l'expliquer aujourd'hui plus en détail.

Si l'orbite de la lune *abckda* était de niveau

c'est-à-dire dans le même plan que celui de la terre *bg<sup>h</sup>d*, comme il est tracé sur ce papier, le soleil serait éclipsé, toutes les nouvelles lunes, et la lune le serait toutes les fois qu'elle serait pleine; mais comme je vous l'ai déjà dit, une moitié de l'orbite de la lune est au nord du plan de celui de la terre, et l'autre moitié est au sud; conséquemment, l'orbite de la lune ne traverse l'orbite de la terre qu'en deux points opposés. Quand l'un ou l'autre de ces points est entre la terre et le soleil ou à peu près, au temps de la nouvelle ou de la pleine lune, l'un ou l'autre de ces astres se trouvera éclipsé; mais à toutes les autres nouvelles lunes, la lune vue de la terre, passera soit au-dessus soit au-dessous du soleil, et à toutes les autres pleines lunes, la lune passera soit au-dessus ou au-dessous de l'ombre de la terre, comme vous avez remarqué que j'avais soin de le faire quand je tournais le petit globe d'ivoire autour de votre tête. L'un de ces points où l'orbite de la lune rencontre le plan de l'orbite de la terre, se nomme *noeud ascendant de l'orbite de la lune*, parce que, quand la lune y passe, elle monte vers le nord au-dessus du plan de l'orbite de la terre, et le point opposé est appelé *noeud descendant de l'orbite de la lune*,

parce que aussitôt qu'elle l'a passé, elle descend au sud de l'orbite de la terre ; je vous avais déjà donné ces définitions en général dans notre quatrième entretien.

JENNY. — Mais supposons, Charles, que l'un de ces nœuds se trouve en ce moment entre la terre et le soleil, combien de temps s'écoulera-t-il avant que l'autre se trouve dans la même position ?

CHARLES. — Il y aurait juste une demi-année si la ligne tirée de l'un à l'autre était toujours parallèle à sa position présente ; mais les nœuds se meuvent dans un sens contraire au mouvement de la lune dans son orbite, et par conséquent d'orient en occident, ce qu'on nomme rétrograde ; ils parcourent  $19$  degrés  $\frac{1}{2}$  chaque année, de sorte que du moment où le soleil se trouve en conjonction avec un des nœuds de la lune, au temps où il s'y retrouve avec l'autre, il n'y a que  $173$  jours  $7$  heures  $3$  minutes.

JENNY. — Mais il doit y avoir une distance déterminée à partir de ces nœuds, dans laquelle le soleil et la lune peuvent être éclipsés, je serais bien aise de la connaître.

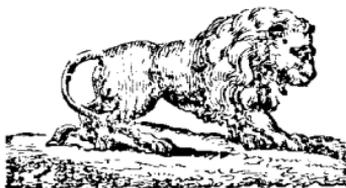
CHARLES. — Il n'y a que  $17$  degrés pour le soleil et  $12$  pour la lune.

JENNY. — D'après cela, Charles, laissez-

moi calculer moi-même. Tout l'orbite de la lune contient 360 degrés, sur lesquels il y en a seulement 17 de chaque côté de chaque nœud, dans lesquels le soleil puisse être éclipsé : deux fois 17 font 34 pour un nœud et autant pour l'autre, en tout 68 degrés sur 360 pour les éclipses de soleil, et comme il y a 12 degrés de chaque côté de chaque nœud dans lesquels la lune peut être éclipsée, il ne peut pas y avoir plus de 48 degrés en tout, sur les 360 pour les éclipses de lune; mon calcul est-il exact, mon frère? s'il est juste, il n'est pas étonnant que malgré que nous ayons beaucoup de nouvelles et pleines lunes, nous ayons si peu d'éclipses.

CHARLES. — Très bien, ma chère sœur, et je suis enchanté de voir que vous faites des progrès si rapides dans l'étude de ma science favorite.

JENNY. — Comme il est tard, je vous remercie de tout mon cœur pour aujourd'hui, mon frère, mais j'espère que demain vous aurez la bonté de m'expliquer la cause des marées.



---



---

## HUITIÈME ENTRETIEN.

### SUR LA CAUSE DES MARÉES; SUR LES CLIMATS ET LES ZÔNES.

---

CHARLES. — Vous êtes très exacte, chère sœur, à vos leçons, et nous traiterons aujourd'hui des causes du flux et reflux de la mer; j'espère vous démontrer que c'est un des phénomènes les plus frappans de l'attraction.

Comme vous avez pu l'observer plusieurs fois, tous les jours, lorsque la lune passe par le méridien d'un lieu, vous voyez les eaux de l'Océan s'élever sur nos côtes à des hauteurs prodigieuses; car dans cette partie que nous appelons la Manche, il y a des endroits où elles s'élèvent jusqu'à cinquante pieds, redescendent, et ensuite recommencent à monter comme auparavant, lorsque la lune se retrouve au méridien opposé; ainsi nous observons deux hautes et deux basses mers en 24 heures; voici une petite figure que je viens de tracer et qui nous servira pour vous faire concevoir de quelle manière la lune peut occasioner un déplacement aussi considé-

rable que celui qu'elle opère sur le volume des eaux répandues sur la surface de la terre. Supposons que *abcd* (*fig. 5 pl. 5*) représente la terre, couverte d'eau sur tous les points de sa surface excepté le sommet d'une petite île *a a'*; supposons pareillement que la terre opère son mouvement continué sur son axe de l'ouest à l'est dans 24 heures, en suivant l'ordre des lettres *a, b, c, d*, que *m* soit la lune avançant à l'est dans son orbite *o, o'*, et de *m* à *o'* dans l'espace de 24 heures 50 minutes. Vous vous rappelez, Jenny, que la lune et la terre sont l'une et l'autre à la portée de leurs attractions mutuelles; conséquemment ces deux corps s'attirent réciproquement.

Vous vous rappelez de même, que je vous ai dit il y a quelques jours, que l'attraction diminue comme le carré de la distance du corps attiré augmente.

Vous voyez que la lune doit attirer le côté *a* de la terre, qui dans ce moment se trouve le plus près de sa surface, avec une plus grande force qu'elle n'attire son centre *e*; et vous concevez pareillement qu'elle attire le centre *e*, avec plus de force que le côté de la terre *c*, qui se trouve la partie la plus éloignée, par conséquent éprouvant moins la force attractive de la lune.

Vous n'avez pas non plus oublié que la terre et la lune tomberaient l'une vers l'autre par la force de leurs attractions mutuelles, s'il n'y avait rien qui les en empêchât et que la vitesse de la lune en tombant vers la terre contiendrait la vitesse de la terre tombant vers la lune, autant de fois que la masse de la terre contient celle de la lune.

JENNY. — Cela doit être ainsi, parce que chaque partie de matière attire avec un degré de force égale ; alors le corps qui a la plus grande quantité de matière doit attirer l'autre avec d'autant plus de vitesse que sa quantité de matière est plus grande.

CHARLES. — Très bien, Jenny. A présent supposons que la lune et la terre tombent l'une vers l'autre ; les parties terrestres de notre globe étant cohérentes, c'est-à-dire liées les unes aux autres, la différence dans la force attractive de la lune aurait peu d'effet et toutes ces parties seraient mues d'une vitesse égale ; car, Jenny, si nous attachons un cordon à chaque bout de ce gros livre que voilà sur la table, un que vous tirerez avec une force de quatre livres, et l'autre que je tirerai avec une force de huit livres, afin de faire mouvoir le livre, toutes ces parties seront mues également vite, quelle que soit la diffé-

rence des forces que nous ayons employées pour le déplacer ; parce que toutes ces parties comme celles de la terre , se tiennent et leur mouvement est général et uniforme : mais il n'en est pas ainsi à l'égard des eaux qui de leur nature peuvent changer de forme , et cette forme sera plus ou moins altérée selon le degré de la force attractive que la lune aura à des distances différentes.

Ainsi , comme les eaux en  $a$  sont attirées avec plus de force par la lune que le centre de la terre  $e$  , elles doivent s'approcher davantage de la lune que le centre de la terre  $e$  , et elles sembleront ( pour ce même centre ) s'élever plus haut vers la lune , comme de  $a$  en  $a'$  , et comme le centre  $e$  se meut plus vite vers la lune , que les eaux sur la surface de la terre en  $c$  , celles-ci resteront en arrière , et paraîtront pour le centre  $e$  s'élever de  $c$  à  $c'$ .

JENNY. — Je vous entends très bien , mon frère , et vous prie de continuer.

CHARLES. — Mais comme il y a encore la même quantité d'eau sur toute la surface de la terre , les eaux ne peuvent pas s'élever dans un endroit sans s'abaisser dans un autre , et alors elles doivent autant s'abaisser en  $b$  et  $d$  qu'elles s'élèvent en  $a$  et  $c$  , de sorte que , pour un observateur placé au devant du point  $e$  ,

à une certaine distance de la terre, la surface des eaux ne serait pas ronde comme *abcd*, telle qu'elle le serait si la lune par son attraction ne leur imprimait cette forme elliptique que vous apercevez, comme *a'b'c'd'*.

Alors, à mesure que la terre tourne sur son axe de l'ouest à l'est, il est clair que quand la petite île *a a'* sera au point *a*, elle sera dans la haute mer, parce qu'elle se trouve juste sous la lune *m*; quand elle sera en *b*, elle se trouvera dans la basse mer, à six heures de la place au-dessus de laquelle est la lune; quand elle est en *c*, elle se retrouvera encore dans les hautes eaux, à douze heures de la place au-dessus de laquelle est la lune; et quand elle sera en *d*, qui sera à dix-huit heures du dernier endroit où elle s'était trouvée sous la lune, elle aura encore la basse mer.

JENNY. — Mais, Charles, je trouve que dans mon almanach, on marque les marées chaque jour plus tard que la veille; je crois en avoir trouvé la raison; comme la lune parcourt son orbite de l'ouest à l'est en un mois, et que la terre tourne sur son axe dans le même sens en 24 heures, lorsqu'elle aura accompli un tour, la lune s'étant avancée dans le même sens, le point qui était sous la lune

24 heures avant, sera obligé de faire encore un peu de chemin pour s'y trouver de nouveau.

CHARLES. — Très bien, Jenny, pendant la révolution de l'île  $a$  en 24 heures, dans la direction  $abcd$ , la lune se meut dans son orbite, et alors après que l'île s'est retrouvée au point  $a$  le jour suivant, elle doit continuer de se mouvoir jusqu'en  $e$  avant de pouvoir se retrouver sous la lune, conséquemment dans la haute mer.

JENNY. — Mais, combien de temps cette île met-elle à aller de  $a$  à  $e$  ?

CHARLES. — Ce serait 50 minutes s'il y avait 30 jours d'une nouvelle lune à l'autre ; les marins ne comptent que 48 minutes parce que la lune ne met que 29 jours 12 heures 44 minutes et 3 secondes pour faire sa révolution synodique, ce qui fait qu'elle se meut un peu plus vite que je ne l'avais supposé, et cela fait sur le temps ci-dessus deux minutes de différence.

JENNY. — Alors, comme la lune se meut dans son orbite, d'une nouvelle lune à une autre en 29 jours  $\frac{1}{2}$  (nombre rond), l'île ne peut pendant ce temps en tournant dans le cercle  $abcd$ , revenir vers la lune que 28 fois  $\frac{1}{2}$ , par conséquent il ne peut y avoir plus de

deux fois ce nombre de marées en *a* et *c*, ce qui donne 57 flux et autant de reflux entre une nouvelle lune à une autre.

CHARLES. — Vous voyez, Jenny, que le phénomène des marées vous prouve d'une manière simple et naturelle le pouvoir de l'attraction des différens corps de notre système solaire; car remarquez que si l'attraction de la lune cessait (*fig. 5* pl. 5), les eaux *abcd* quitteraient leur forme elliptique, reprendraient leur première figure qui est ronde *abcd* et n'en changeraient plus.

JENNY. — Cela est très vrai, car elles couvriraient des points les plus élevés *a* et *c* vers les parties les plus basses *b* et *d*, jusqu'à ce que leur surface couvrît toutes les parties de la terre qui se trouvent également éloignées de son centre *e*.

En vérité, Charles, je croyais que vous auriez eu beaucoup de peine à prouver d'une manière sensible comment s'opère l'élévation des eaux sur le côté de la terre opposé à la lune; mais vous m'avez démontré que la force attractive de la lune n'agissant pas sur cette partie qui lui est opposé *c*, les eaux n'éprouvent aucun déplacement, elles doivent conséquemment paraître s'élever des deux côtés, soit vers la lune et le point opposé pour le

centre  $e$ ; mais dites-moi, Charles, le soleil n'a-t-il aucune influence sur les marées?

CHARLES. — Je vous dirai, Jenny, que la terre est si petite comparée à sa distance au soleil, que l'attraction de cet astre est à peu près égale sur toutes les parties de la surface de la terre, il y a donc peu de différence entre la force d'attraction du côté qui est vers le soleil, et celle du côté opposé; mais cependant il y a quelque différence, et à mesure que la terre se meut dans son orbite, si la lune ne la suivait pas, le soleil occasionerait de petites marées; quand le soleil, la lune et la terre se trouvent dans une ligne droite, ce qui arrive comme vous savez au temps de la nouvelle et pleine lune, alors leurs forces réunies concourent à élever les marées plus hautes dans ces instans que dans tous les autres; mais lorsque la lune est dans son quartier, son action sur les marées est affaiblie par le soleil qui détruit environ un tiers de son effet, car il se trouve alors juste au-dessus de l'endroit où est la basse mer; son action empêche là, aux eaux de s'abaisser aussi bas, et par conséquent de s'élever aussi haut à l'endroit qui est juste sous la lune et à celui qui lui est opposé, comme elles le feraient par l'action de la lune seule, si le soleil ne les arrêtait pas.

JENNY. — Je vous entends très bien, Charles, et je vois clairement qu'une ligne droite tirée du centre de la lune, traversant le centre de la terre, aboutirait aux endroits de la haute mer.

CHARLES. — Vous êtes un peu dans l'erreur sur ce point, Jenny, ce que j'attribue à la manière dont la figure est disposée sur le papier, mais vous devez vous rappeler ce que je vous ai dit dans notre premier entretien, que tous les corps qui sont mis en mouvement conserveront ce mouvement jusqu'à ce que quelque chose arrête leur course; par exemple, si vous mettez de l'eau dans un vase et que vous le secouiez un peu et qu'ensuite vous le rendiez stable, l'eau continuera à s'élever du côté du vase vers lequel votre secousse était dirigée, même après que le vase sera immobile. Dites-moi, Jenny, avez-vous oublié votre chute dans le bateau, lorsqu'il s'arrêta sur le bord opposé de la rivière?

Ainsi, lorsque la lune a imprimé aux eaux un mouvement qui les élève, elles continueront de s'élever un peu plus haut, lors même que la lune se trouverait anéantie juste dans le moment où elle serait au méridien de cette même place; de là vous devez conclure que quoique l'attraction de la lune soit la plus

forte quand cet astre est au méridien d'une place, parce quelle est alors le plus près de cette place qu'elle puisse y être ce jour-là, cependant son attraction ne cesse pas pour cette même place, mais continue encore quelque temps après qu'elle a passé le méridien, et cette continuité d'attraction quoique plus faible, portera les eaux à conserver cette tendance qu'elles ont à s'élever, jusqu'à ce que l'attraction de la lune balance la tendance des eaux à redescendre.

JENNY. — Mais dites-moi, je vous prie, combien de temps il faut après que la lune a passé au méridien pour avoir les plus hautes eaux ?

CHARLES. — Si la surface de la terre était toute couverte d'eau, comme les deux points *a* et *c*, elle suivrait régulièrement la lune, elle arriverait à son plus haut point en un lieu, toujours trois heures après que la lune aurait passé au méridien de ce même lieu ; mais comme la terre n'est pas toute couverte d'eau, les caps, les diverses portions de terre qui s'avancent dans la mer dans tous les sens, le frottement des eaux au fond de ces vastes abîmes et le long des côtes, sont autant de causes qui interrompent le cours régulier des marées ; de sorte qu'à des endroits différens

les eaux seront plus élevées à des distances différentes de la lune au méridien, mais quelle que soit cette distance pour un endroit, lorsque la marée y est au plus haut point, elle sera la même tous les jours. D'après cela nous trouvons qu'il faut deux heures et demie au cap de Bonne-Espérance; 6 heures à Saint-Malo en Bretagne; 9 heures au Havre; 11 heures à Boulogne; 12 heures à l'embouchure de la Tamise; il s'en suit que la pleine mer qui devait être à midi, le jour de la nouvelle lune n'était qu'à minuit, parce que l'Océan avait mis 12 heures à se répandre sur ces côtes. On calcule que le flot fait par heure environ 20 lieues sur les côtes de France et d'Angleterre. Vous vous rappellerez, Jenny, que quand vous aurez l'heure de la pleine mer le jour de la nouvelle ou de la pleine lune, vous la connaîtrez pour les jours qui suivent, car vous savez que la lune retarde de 48 minutes chaque jour.

JENNY. — Je vous remercie, Charles, et je vois d'après ce que vous m'avez dit de cet étonnant phénomène, que nous pouvons considérer les marées comme deux masses d'eau sur deux points opposés de la terre, s'élevant comme deux montagnes liquides, qui suivent la lune dans sa course, parcourent

la surface de l'Océan pendant le temps de la révolution de la terre sur son axe ; si elles rencontrent quelques fleuves , elles repoussent leurs eaux dans une direction opposée à leur cours ; n'est-ce pas cela que l'on appelle *flux* ou *slot* ; les parties qui sont à 90 degrés en longitude , éprouvent un effet contraire ; car là , les eaux s'abaissent par leur communication , avec celle du *flux* dont elles doivent remplir le vide en s'écoulant vers elles ; les côtes qu'elles baignaient sont abandonnées par elles et c'est ce que vous appelez le *reflux*. Mais , Charles , je fais une réflexion , il me semble que les marées ne devraient point être sensibles dans les mers intérieures , car leur volume d'eau étant petit , l'attraction de la lune n'agissant que sur un petit nombre de parties , son effet doit être inaperçu ou peu considérable.

CHARLES. — Tout ce que vous venez de dire , Jenny , est de la plus grande justesse et comme je vois que vous avez très bien compris les explications que je vous ai données sur les causes et les effets des marées , nous passerons à d'autres sujets , si vous n'êtes pas trop fatiguée ce matin.

Je vous dirai avant de terminer cette matière , qu'à l'égard des mers de l'intérieur , telles que dans la Méditerranée , on y remarque

que la marée s'élève d'environ un pied, à Toulon, par exemple, et qu'elle arrive 3 heures après le passage au méridien ; mais très souvent il arrive que le vent étant un peu fort détruit tout l'effet du flux, c'est pour cette raison qu'on dit généralement partout qu'il n'y a point de marées dans cette mer.

JENNY. — Si vous pensez que nous ayons encore le temps avant de déjeuner, je voudrais savoir ce que vous entendiez lorsque l'autre jour vous parliez de la surface de la terre divisée en climats.

CHARLES. — La différence dans la longueur des jours et des nuits étant causée, comme vous le savez par l'obliquité de l'axe de la terre dans son orbite, les géographes afin de déterminer la longueur des jours pour les divers points de sa surface, imaginèrent de la diviser en 60 parties qu'ils appelèrent climats ; 30 au nord de l'équateur, nommés septentrionaux, et 30 au sud, nommés méridionaux. Cette division se fit par le moyen de lignes parallèles à l'équateur, placées sur les latitudes des divers peuples de la terre : à l'aide de ces lignes, on peut connaître le plus long et le plus court jour pour une ville et alors l'heure du lever et du coucher du soleil pour ce jour.

A partir de l'équateur jusqu'aux cercles

polaires, les climats vont toujours en diminuant et depuis les cercles polaires jusqu'aux pôles, ils vont au contraire en s'élargissant comme vous pouvez le voir (*fig. 2 pl. 6*), ce phénomène est dû, Jenny, à l'inclinaison de l'axe terrestre. Vous vous rappelez qu'à l'équateur les jours sont égaux aux nuits, ils sont donc de 12 heures, le soleil se lève à 6 heures du matin et se couche à 6 heures du soir; il en serait de même toute l'année, pour tous les pays, si la terre restait dans la même position qu'à l'équinoxe tout le temps de sa révolution autour du soleil, mais à mesure qu'elle avance dans l'écliptique, elle s'incline de plus en plus, par rapport au soleil, jusqu'aux tropiques qui sont les limites des plus longs comme des plus courts jours; la première ligne à partir de l'équateur et qui borne le premier climat, correspond à des jours plus grands d'une demi-heure; c'est-à-dire, 12 heures  $\frac{1}{2}$ ; sur la seconde ligne, les jours auront deux demi-heures de plus, ce qui fait 13 heures; sur la troisième, trois demi-heures, ce qui fait 13 heures  $\frac{1}{2}$ , ainsi de suite en ajoutant toujours une demi-heure par climat jusqu'aux cercles polaires; là finissent les climats qu'on appelle climats de demi-heures, il y en a 24 depuis l'équateur, ce qui donne

un jour 24 demi-heures de plus qu'à l'équateur, ce qui fait que les plus longs jours pour ces peuples sont de 24 heures; et depuis les cercles polaires jusqu'aux pôles on en compte 6, ce qui fait 30 pour un hémisphère; la différence alors se compte par mois, ils sont donc appelés climats de mois: ainsi dans le premier de ces climats, le plus long jour a un mois; dans le deuxième 2 mois; dans le troisième 3 mois; en ajoutant toujours un mois jusqu'aux pôles, où vous-même m'avez dit que le jour devait être de six mois ainsi que la nuit; ils n'ont donc qu'un jour et une nuit dans toute l'année.

JENNY. — Tout ceci me paraît une conséquence très claire du mouvement de la terre dans son orbite, mais, Charles, pourriez-vous me donner le degré de latitude de chaque climat?

CHARLES. — Très volontiers, chère Jenny, voici une table où tous les degrés de latitude, la largeur de chaque climat et la longueur du jour sont marqués, et qui vous sera très utile et vous aidera à résoudre plusieurs problèmes très aisés et très amusans.

CLIMATS DE DEMI-HEURE.							
Climats.	Plus longs jours.	Latitude	Longitude	Climats	Plus longs jours.	Latitude	Longitude
1	12, $\frac{1}{2}$	8,25	8,25	13	18, $\frac{1}{2}$	59,18	1,29
2	13	16,25	8	14	19	61,18	1,20
3	13, $\frac{1}{2}$	23,50	7,25	15	19, $\frac{1}{2}$	62,25	1, 7
4	14	30,25	6,30	16	20	63,22	57
5	14, $\frac{1}{2}$	36,28	6, 8	17	20, $\frac{1}{2}$	64, 6	44
6	15	41,22	4,54	18	21	64,49	43
7	15, $\frac{1}{2}$	45,29	4, 7	19	21, $\frac{1}{2}$	65,21	32
8	16	49, 1	3,32	20	22	65,47	26
9	16, $\frac{1}{2}$	51,58	2,57	21	22, $\frac{1}{2}$	66, 6	19
10	17	54,27	2,29	22	23	66,20	14
11	17, $\frac{1}{2}$	56,37	2,10	23	23, $\frac{1}{2}$	66,28	8
12	18	58,29	1,52	24	24	66,31	3

CLIMATS DE MOIS.			
Longueur des jours.	Latitude.	Longueur des jours.	Latitude.
	d.		d.
1 mois. . . . .	67,21	4 mois, . . . . .	78,30
2. . . . .	69,48	5. . . . .	84, 5
3. . . . .	79,37	6. . . . .	00,00

Par exemple, si nous voulions savoir à quelle heure le soleil se lève et se couche à Saint - Pétersbourg le 21 juin et le 21 décembre, vous savez que ce sont les deux époques des solstices du plus long et du plus

court jour ; vous cherchez, sur une carte géographique ou dans un dictionnaire, la latitude de cette ville ; vous trouverez 60 degrés nord ; voyez quel cercle de climat passe par cette latitude, vous trouverez 13, qui est le 13<sup>e</sup> climat, qui vous donne 13 demi-heures de plus que les 12 heures de l'équateur, ce qui fait 18 heures  $\frac{1}{2}$  pour la longueur du jour à cette époque. Pour avoir l'heure du lever du soleil, dites : de 18 h.  $\frac{1}{2}$  à 24, il y a 5 h.  $\frac{1}{2}$ , qui est la longueur de la nuit à la même époque ; car, sur 24 heures dont se compose le jour naturel, s'il y a 18 heures  $\frac{1}{2}$  de jour, il y a nécessairement 5 heures  $\frac{1}{2}$  de nuit : prenez la moitié de la longueur de la nuit, cela fait 2 heures 45 minutes ; c'est l'heure du lever du soleil pour ce jour. Voyez depuis ce nombre combien il y a jusqu'à 12, vous trouvez 9 heures 15 minutes, qui est l'heure du coucher : vous ferez de même pour les autres villes de la terre. Rappelez-vous, Jenny, que ceci ne peut se faire que pour les climats d'heures, c'est-à-dire ceux qui sont situés depuis l'équateur jusqu'aux cercles polaires. Pour ceux situés entre les cercles polaires et les pôles, que nous avons appelés climats de mois, il faut s'y prendre de cette manière. Supposons que vous vouliez savoir quel est le plus

long et le plus court jour pour Kola en Russie, et de même connaître le lever et coucher du soleil pour ce jour ; vous chercherez , comme vous l'avez déjà fait, la latitude de cette ville ; vous trouverez 69 degrés nord ; regardez sur votre table , vous voyez qu'elle se trouve dans le 2<sup>e</sup> climat de mois : son plus long jour est donc de 2 mois. Vous n'avez pas oublié ce que je vous ai dit, en vous parlant des vicissitudes des saisons, que la plus grande déclinaison que le soleil puisse avoir c'est lorsqu'il se trouve dans l'écliptique vers un des tropiques ; que, pour la partie nord de la terre, c'est celui du Cancer, et pour la partie sud, celui du Capricorne. Ainsi, le plus long jour pour nous qui sommes dans l'hémisphère nord, est le jour où le soleil a 23 degrés  $\frac{1}{2}$  de déclinaison nord, ce qui arrive le 21 de juin ; ce moment est juste le milieu du plus long jour pour tous les climats de mois qui sont autour du pôle nord, car il met autant de jours à revenir de cette place à l'équateur qu'il en avait mis à y aller (ou, pour parler plus exactement, la terre emploie autant de jours à parcourir cet espace de son orbite). Ainsi le soleil a dû se lever un mois avant le 21 juin, et se coucher un mois après. C'est donc vers le 21 de mai que

le soleil se lève à Kola, et vers le 21 de juillet qu'il se couche, ce qui fait deux mois pour son plus long jour. Je ne vous en dirai pas davantage sur ce sujet, étant persuadé que vous m'avez très bien compris.

JENNY. — Très bien, Charles; mais puisque nous parlons des diverses parties de la terre, voulez-vous me dire ce que signifie le mot *zone*, et ce que c'est que la *diversité des ombres* que je vous ai entendu mentionner l'autre jour?

CHARLES. — La surface du globe est encore divisée par les géographes en cinq grandes parties appelées zones ou ceintures, parce qu'elles entourent la terre; cette division est relative aux divers degrés de chaleur, et à la manière dont les peuples qui les habitent reçoivent les rayons du soleil. Toute cette partie que vous voyez entre le tropique du Cancer et celui du Capricorne (*fig. 3*, pl. 6), est appelée zone torride ou brûlée, ainsi nommée, à cause de la grande chaleur qu'on y éprouve, le soleil étant toujours au zénith de quelque place de cette zone, puisqu'il ne dépasse jamais les tropiques : elle a 47° de largeur.

L'espace compris entre le tropique du Cancer et le cercle polaire arctique est appelé

zone tempérée septentrionale, et celui compris entre le tropique du Capricorne et le cercle polaire antarctique, est appelé zone tempérée méridionale, car le froid n'y est pas excessif, ni la chaleur insupportable.

L'espace compris entre les cercles polaires et les pôles est appelé zone glaciale. Le froid y est si grand que les neiges et les glaces n'y fondent jamais. Ainsi vous voyez qu'il y a cinq zones, une torride, de  $47^{\circ}$  de largeur; deux tempérées, qui ont chacune  $43^{\circ}$  de largeur, et deux glaciales, qui ont chacune  $23^{\circ} \frac{1}{2}$  de largeur.

Les peuples de la terre ont aussi été distingués par la diversité de leurs ombres, c'est-à-dire suivant le côté où se dirige leur ombre à midi. Ceux qui habitent la zone torride ou brûlée sont appelés *Amphisciens*, qui signifie deux ombres, parce que vous savez que le soleil, allant d'un tropique à l'autre, traverse cette zone. Chaque peuple de la zone torride, ou entre les deux tropiques, voit le soleil tantôt du côté du nord, tantôt du côté du sud, et son ombre à midi est par conséquent tournée tantôt au sud, tantôt au nord. Mais il se trouve que deux jours dans l'année le soleil est à leur zénith; alors ils n'ont point d'ombre, ou du moins elle tombe à leurs

pieds, sans être dirigée au nord ni au sud ; c'est pourquoi on les nomme aussi *Asciens*, ou sans ombre.

Les peuples qui habitent la zone tempérée sont appelés *Hétérosciens*, ou même ombre, parce que leur ombre méridienne est toujours dirigée vers le même point du ciel, ceux du nord vers le nord, et ceux du midi vers le midi ; mais ceux qui se trouvent habiter juste sous les tropiques sont appelés *Asciens-Hétérosciens*, parce qu'ils sont réellement un jour sans ombre à midi, qui est le 21 juin pour ceux du nord, et le 21 décembre pour ceux du sud, qui sont les deux jours où le soleil se trouve aux tropiques.

Les peuples qui habitent les zones glaciales sont appelés *Périsciens*, ou plusieurs ombres, parce que le soleil les éclairant pendant plusieurs mois, ils voient leur ombre tourner autour d'eux et se diriger successivement vers tous les points du ciel. Tous ces noms sont grecs, et marquent de quelle manière le soleil éclaire les divers habitans de la terre.

On a divisé pareillement les peuples du globe selon leurs positions respectives à l'égard les uns des autres ; par exemple, on a appelé *Périæsciens* ceux qui sont situés sur la même parallèle de latitude, mais dont le

méridien est opposé ; ils ont les mêmes saisons , mais les heures opposées ; quand les uns ont midi , les autres ont minuit ; leurs jours sont d'égale longueur.

On appelle *Antœsciens* ceux qui sont sur le même méridien , mais avec une latitude opposée ; leurs saisons sont contraires ; quand les uns ont l'été , les autres ont l'hiver ; le plus long jour pour les uns est le plus court pour les autres ; mais l'heure du jour est la même , quand il est midi pour les uns , il est midi pour les autres.

On appelle *antipodes* les peuples qui sont diamétralement opposés les uns aux autres , comme s'ils étaient pieds contre pieds ; leurs jours , leurs nuits , leurs saisons , ils ont tout opposé , et doivent être à 180 degrés de longitude de distance , et la latitude égale ; mais dans l'hémisphère opposé ; si elle est nord pour les uns , elle est sud pour les autres.



---

## NEUVIÈME ENTRETIEN.

DES ANNÉES SIDÉRALE ET TROPIQUE, DES  
CONSTELLATIONS ET DE PLUSIEURS QUES-  
TIONS ASTRONOMIQUES.

---

CHARLES. — Je n'ai pas pensé à vous parler dans nos précédens entretiens, des deux manières dont on considère l'année; l'une que l'on appelle *sidérale*, qui est le temps que la terre emploie à revenir vers la même étoile, après avoir fait sa révolution; la durée de cette année est de 365 jours 6 heures 9 minutes 12 secondes.

L'année tropique, c'est le temps qui s'écoule entre deux équinoxes ou deux soltices, elle est de 365 jours 5 heures 48 minutes 48 secondes: on l'appelle aussi *année civile*, parce qu'on en fait usage ordinairement; elle est plus courte que l'autre de 20 minutes 25 secondes.

JENNY. — J'ai remarqué que l'étoile que j'observais souvent sur la cheminée voisine, à une heure quelconque de la nuit, une se-

maine après paraissait plus tôt sur la même cheminée, voulez-vous m'en expliquer la cause?

CHARLES. — Votre remarque est très juste, Jenny, cela vient du mouvement apparent du soleil ; la terre tournant autour de lui en un an, il paraît répondre successivement à tous les points de l'écliptique et semble parcourir à peu près un degré par jour, de sorte qu'une étoile qui le précédait hier de 12 heures ou  $180^{\circ}$  et paraissait au méridien à minuit, aujourd'hui le précédera de  $181^{\circ}$  ou 12 heures 4 minutes, et par conséquent paraîtra au méridien à minuit 4 minutes, au bout de l'année cela fera 24 heures et le soleil se retrouvant au même point du ciel, l'étoile se trouvera de nouveau de 12 heures en avant du soleil, mais aura paru faire 366 révolutions tandis que le soleil n'en aura fait que 365. Une pendule réglée sur le mouvement des étoiles avancerait donc sur les pendules ordinaires de 24 heures par an, ce qui fait environ 4 minutes par jour.

JENNY. — Très bien, Charles; mais il me vient une idée pendant que nous parlons de la terre, nous comptons notre année de 365 jours et réellement elle consiste en 365 jours 5 heures et 49 minutes ; n'est-ce point ces 5 heures 49 minutes réunies en 4 ans qui forment un

jour qu'on ajoute à l'année et qui lui fait donner le nom de *bissextile* ?

CHARLES. — C'est très bien, Jenny, mais vous devez savoir qu'il faut encore 11 minutes pour compléter un quart de jour ou 6 heures, car il n'y a que 365 jours 5 heures 49 minutes, conséquemment tous les quatre ans il manquera 44 minutes pour que les 366 jours soient complets, et au bout de cent ans cette erreur s'accumule de manière qu'il se trouve un jour de plus; c'est pourquoi en 1700 et 1800, l'année fut commune et non bissextile, quoiqu'elle se trouvât 4 ans après une bissextile: il en sera de même en 1900; parce qu'on supprime trois bissextiles en 400 ans, mais elle le sera en 2000: voilà comment se règle l'année solaire; pour vous assurer si une année est *bissextile* ou non, voyez si vous pouvez en prendre le quart; comme 1827, le quart est 456 et il vous reste 5, ce nombre vous indique que vous êtes dans la 3<sup>e</sup> année passé la bissextile; si vous prenez 1828, le quart sera juste 457, alors vous saurez que l'année sera bissextile, vous voyez que cela est très simple; il n'en est pas de même de l'année lunaire, car vous vous rappelez que d'une nouvelle lune à une autre il s'écoule 29 jours 12 heures 44 minutes, ce qui fait un mois lunaire, et 12 de ces mois ne

font pas une année, il s'en manque de 11 jours ; mais en 19 ans il s'écoule 255 mois lunaires et seulement 228 mois solaires, et la lune recommence avec l'année ; on dit alors que le *nombre d'or* est 1. On appelle *cycle lunaire* la révolution de 19 ans qui ramène les nouvelles lunes aux mêmes jours de l'année, et on nomme *nombre d'or* un nombre qui indique le rang qu'une année tient dans le cycle de 19 ans, en prenant pour la première celle où la nouvelle lune était le premier janvier, et on ajoute 1 par chaque année jusqu'au nombre 19 ; chaque année, la lune recommence 11 jours plus tôt, qui au bout de 3 ans font 33 jours, ou une lune entière et 4 jours ; vous voyez donc que tous les 3 ans il se trouve 13 nouvelles lunes dans l'année : voici la méthode qu'il faut employer pour connaître le nombre d'or ; pour exemple prenons 1827, ajoutons 1 ce qui fait 1828, divisons ce nombre par 19, vous trouverez 96 plus 4 qui est le nombre d'or, de même pour toutes les autres années.

JENNY. — Je vous comprends fort bien, mais dites-moi ce que vous entendez par épacte, et qu'elle est son usage ?

CHARLES. — L'épacte est un nombre qui indique l'âge de la lune le premier janvier

ainsi quand l'épacte est 1, la lune a un jour quand l'année commence; en 1827 où l'épacte était 3, la lune avait 3 jours quand l'année a commencé. Les épactes vont toujours en augmentant de 11, ainsi en 1828 elle sera de 14, mais au bout de 19 ans, époque où le nombre d'or est à 19 et redevient 1, puisque c'est le commencement d'un cycle; par-là vous trouverez aisément l'épacte de chaque année en ajoutant 11 et ôtant 30 lorsque la somme surpasse ce nombre ou lui est égal. Je pense vous avoir suffisamment fait connaître l'usage et la manière de faire ces différens calculs qui servent à compter le temps et dont vous trouverez vous-même l'application facile à quelques problèmes que j'ai l'intention de vous proposer dans notre prochaine conversation; je finirai ce sujet en vous parlant du *cycle solaire*, qui est une période de 28 ans après laquelle les jours des mois reviennent aux mêmes jours des semaines où ils tombaient 28 ans avant. Si vous voulez trouver le cycle solaire pour une année, ajoutez 9 à l'année et divisez le tout par 28, le reste sera le cycle solaire, s'il ne reste rien ce sera 28.

JENNY. — Je vous remercie; je pense à présent que nous pouvons passer à d'au-

tres sujets si vous le jugez convenable.

CHARLES. — Oui, chère Jenny, comme je ne doute pas que tout ce que je vous ai dit ne soit bien gravé dans votre esprit, je vais parler d'autre chose. Nous allons parcourir ces vastes régions où des millions de soleils sont répandus et dont plusieurs, les plus apparens à notre faible vue, ont été désignés par les astronomes tant anciens que modernes. Vous saurez que les anciens avaient divisé tout le firmament en 48 images ou constellations ; savoir, 12 qui se trouvent dans l'écliptique, 21 au nord de ce cercle et 15 au midi ; les constellations du zodiaque sont : le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, l'Écrevisse, le Lion, la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire, le Capricorne, le Verseau et les Poissons.

Les constellations boréales ou au nord sont : la petite Ourse, la grande Ourse, le Dragon, Céphée, le Bouvier, la Couronne boréale, Hercule, la Lyre, le Cygne, Cassiopée, Persée, le Cocher, Ophiucus ou le Serpenteaire, le Serpent, la Flèche, l'Aigle, le Dauphin, Pégase, Andromède et le Triangle.

Les constellations australes ou méridionales sont : la Baleine, Orion, l'Éridan, le Lièvre, le grand Chien, le petit Chien, le Navire, la

Coupe, le Corbeau, le Centaure, le Loup, l'Autel, la Couronne australe et le Poisson austral. Les autres étoiles étaient en général désignées sous le nom de *Sporades* ou étoiles informes, mais plusieurs de ces étoiles ont été classées en constellations et se trouvent tracées sur les globes.

JENNY. — Dites-moi, Charles, ne pouvez-vous pas me donner quelques explications sur les constellations contenues dans le zodiaque et me dire quelle largeur a cette bande, car je suppose que renfermant plusieurs groupes d'étoiles, elle doit avoir une certaine largeur.

CHARLES. — Je croyais vous avoir déjà dit que le zodiaque est une large bande circulaire, à laquelle on donne environ 16 degrés de largeur, et dont l'écliptique ou, comme vous savez, l'orbite de la terre occupe le milieu. C'est dans le plan de cette bande que sont placées les orbites de toutes les planètes ; son nom lui vient d'un mot grec qui signifie animal. Il est, comme je vous l'ai dit, divisé en douze parties qu'on nomme signes. Ces signes prennent les noms des constellations qui autrefois correspondaient à chacun d'eux ; car le zodiaque est immobile ; mais les étoiles ont un mouvement apparent de l'ouest à l'est, parce qu'on rapporte les

étoiles aux points équinoxiaux, c'est-à-dire aux points où l'équateur coupe l'écliptique, et ces points équinoxiaux ont un mouvement d'orient en occident ; cela fait que les constellations du zodiaque ne répondent plus à leurs signes. Ce mouvement rétrograde se nomme la *procession des équinoxes*. Cette révolution du ciel s'achève en 26,000 ans, ce qui fait environ 70 secondes par an, ou 1 degré tous les 71 ans ; de sorte que le signe du Bélier, qui est l'équinoxe du printemps, se trouve dans la constellation des Poissons et très près du Verseau. Tous ces signes avaient, dans les premiers temps, rapport, soit aux saisons de l'année ou à la marche du soleil ou aux travaux des champs. Ainsi le premier, qui est le Bélier  $\gamma$ , indique le temps où les agneaux commencent à suivre leurs mères, et l'entrée du soleil dans l'équinoxe. On donne 66 étoiles à la constellation qui porte le même nom.

Le Taureau  $\delta$  marque le temps où les vaches mettent bas leurs petits, ou le moment où commencent les travaux des champs. On donne à la constellation du Taureau 141 étoiles ; la plus considérable, qui est à l'œil gauche, se nomme *Aldebaran*.

Les Géméaux  $\mu$ . On les représentait au-

trefois par deux chevreaux ; ce signe indiquait la saison où les chèvres mettent bas leurs petits. On donne à la constellation des Gémeaux 85 étoiles. *Castor* et *Pollux* sont les plus remarquables.

L'Écrevisse  $\sigma_6$ . Le mouvement rétrograde du soleil vers l'équateur, lorsqu'il est arrivé à ce point, semble être indiqué par l'Écrevisse. Les Grecs affirment que, lorsque Hercule combattait l'hydre, une écrevisse mordit le pied de ce héros, qu'il l'écrasa avec son talon, et Junon la plaça au ciel. Cette constellation a 83 étoiles.

Le Lion  $\Omega$  est le cinquième signe du zodiaque. Tout porte à croire qu'il indique la grande chaleur du soleil quand il passe dans ce signe. Vers ce moment les lions sont très nombreux et très dangereux en Éthiopie. C'est pour cette raison que les Égyptiens placèrent cet animal dans leur zodiaque. Flamsteed donne 95 étoiles à la constellation de ce nom ; la plus apparente est une de première grandeur, appelée *Régulus*.

La Vierge  $\nu$  est représentée comme une fille moitié nue, tenant un épi de blé, ce qui marque la saison des récoltes. Probablement que les Égyptiens voulurent représenter leur Isis par cet emblème. Flamsteed donne

110 étoiles à la constellation de la Vierge. L'épi seulement est de première grandeur.

La Balance  $\text{♎}$  est ainsi nommée, parce que, lorsque le soleil arrive à ce signe qui est l'équinoxe d'automne, les jours sont égaux aux nuits. On donne 51 étoiles à la constellation qui porte le même nom.

Le Scorpion  $\text{♏}$ . Les Égyptiens placèrent cet insecte venimeux dans cette partie du ciel pour indiquer les maladies qui affligent la terre à cette époque. On donne 44 étoiles à la constellation du Scorpion ; la plus remarquable est le cœur du Scorpion, ou *Antarès*, qui est de première grandeur.

Le Sagittaire  $\text{♐}$  est représenté sous la figure d'un centaure dans le moment où il tire son arc. Probablement que ce signe désigne le temps de la chasse. On donne à la constellation 79 étoiles, dont aucune de première grandeur.

Le Capricorne  $\text{♑}$  représente un bouc à queue de poisson. Les Égyptiens représentèrent ainsi cette partie du zodiaque, parce que le soleil commence alors à monter vers le nord, ce qui est analogue au goût particulier du bouc d'aimer à grimper sur le penchant des hautes montagnes. On donne 31 étoiles à la constellation de même nom.

Le Verseau  $\text{♁}$  représente un courant d'eau sortant d'un vase. On pense que les Égyptiens voulurent désigner les débordemens du Nil ; la constellation renferme 108 étoiles, toutes petites.

Les Poissons  $\text{♋}$ . Ce signe représente deux poissons liés ensemble par la queue. L'approche du printemps avertissait alors les hommes que la saison de la pêche allait commencer. On donne à la constellation de ce nom 113 étoiles, mais peu visibles.

JENNY. — Mais, Charles, indiquez-moi, je vous prie, le moyen de distinguer dans le ciel toutes ces constellations.

CHARLES. — Le meilleur moyen pour bien reconnaître les constellations est de fixer un globe céleste, fait dans les plus justes proportions, de sorte que les points nord, et sud répondent aux pôles du ciel ; alors vous vous supposerez placée au centre du globe, afin de vous représenter toutes les figures sur une surface concave comme celle des cicux, tandis qu'en le regardant de dehors, elles se présentent sur une surface convexe. Alors supposez des rayons que vous faites partir de chaque étoile sur votre globe, et que vous imaginerez prolongés jusqu'au ciel ; ces mêmes rayons arriveront sur les étoiles qui cor-

respondent à celles qui sont sur le globe. Cette méthode est celle que je vous recommande ; toutes les fois que vous aurez un moment, exercez - vous de cette manière pendant plusieurs belles nuits d'automne, et bientôt tout le ciel vous sera connu. Cependant je vais vous indiquer quelques étoiles les plus apparentes ; cela vous servira à tourner convenablement le globe sur son axe, afin que ces constellations correspondent à celles du ciel.

La première qu'il faut que vous appreniez à connaître est ce groupe d'étoiles appelé ordinairement le Grand Chariot, mais que nous appellerons la Grande Ourse, constellation composée principalement de 7 étoiles, que vous verrez toujours vers le nord, mais quelquefois plus haut, d'autres fois plus bas, suivant le temps de l'année où vous l'observerez ; tous ces changemens indiquent qu'elle tourne, et le point autour duquel s'opère ce mouvement est, pour ainsi dire, marqué par l'étoile polaire dont je vous ai déjà parlé, et que vous trouverez facilement, en cherchant du côté du nord, quelle est l'étoile qui n'a pas bougé pendant une nuit ; alors vous serez sûre que c'est l'étoile polaire. Pour connaître promptement cette étoile, tirez une ligne

passant par les deux étoiles les plus éloignées de la queue; elle vous mènera vers l'étoile polaire, en suivant cet alignement à droite dans l'été et à gauche en hiver, en haut en automne et en bas au printemps.

Une des constellations qui vous a sans doute frappée plus d'une fois dans une belle soirée d'hiver, est *Orion*; vous y remarquez 3 étoiles de même grandeur, placées sur une ligne droite assez près les unes des autres; on les appelle vulgairement les *Trois Rois* ou le *Rateau*; elles sont dans le carré formé de 4 étoiles, dont 2 de la première grandeur. En suivant la direction de ces 3 étoiles, vous trouverez à droite *Sirius*, une des plus belles étoiles du ciel, appartenant à la constellation du Grand-Chien. En suivant à droite, mais plus haut, vous trouverez les *Pléiades*, qui sont un groupe de petites étoiles que les gens de la campagne appellent la *Poussinière*. Près de là est l'œil du Taureau, ou *Aldébaran*, étoile de la première grandeur. Je ne continuerai pas à vous les désigner toutes de cette manière, car vous le ferez aussi bien que moi, soit avec votre globe ou une carte céleste; seulement il faudra que vous preniez garde de confondre les étoiles de première grandeur (vous pourrez en apercevoir à peu près

quinze) avec les planètes Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. Je ne parle point des autres, car vous ne pouvez les voir qu'avec de bonnes lunettes. Ces planètes sont quelquefois plus belles que les étoiles de première grandeur ; mais leur éclat est plus uniforme ; elles n'ont point cette scintillation et cette vivacité de lumière qu'on voit dans les étoiles. Vénus est d'un éclat extraordinaire quand elle paraît le soir après le coucher du soleil ; ce que vous remarquerez tous les dix-neuf mois ; quelquefois vous pourrez la distinguer en plein jour.

Jupiter est aussi très brillant ; mais sa lumière n'est pas si vive et bien plus blanche que celle de Vénus : vous le reconnaîtrez facilement à ses quatre satellites, que vous apercevrez tourner autour de lui, pour peu que vous l'observiez pendant quelque temps. Mars est d'une couleur rougeâtre, que vous pouvez bientôt connaître, parce qu'il est seul de cette nuance. Saturne est d'une couleur sombre ; c'est la moins brillante de toutes les planètes. Ce qui vous servira à les distinguer dans le ciel et à ne point les confondre avec les autres étoiles, c'est de vous rappeler qu'elles ne s'écartent jamais du zodiaque qui est cette grande bande à laquelle nous

avons donné 16 degrés de largeur et dont l'écliptique occupe le milieu ; dans les problèmes que je me propose de vous donner avant mon départ pour l'Italie, je vous indiquerai la manière de trouver leurs places pour divers temps de l'année.

JENNY. — Mais vous ne m'avez point parlé de ces étoiles que nous voyons tomber dans une belle nuit et que les gens de la campagne prétendent être l'ame d'une personne qui vient de mourir, et qui s'envole vers le ciel!

CHARLES. — Ce que vous croyez être une étoile n'est qu'un météore formé dans l'atmosphère et qui y circule en sens divers, et je vous assure, Jenny, que cette illusion est assez forte pour que beaucoup de personnes qui n'ont aucune idée de l'astronomie, prétendent que ce sont des étoiles.

Je pense, ma sœur, avoir répondu à toutes vos questions et vous avoir démontré dans nos premières conversations les élémens du mécanisme céleste, tout ce que je vous ai dit, vous l'avez saisi avec beaucoup d'intelligence et vous avez même suppléé par vos questions à des sujets qui s'étaient échappés de ma mémoire ; maintenant vous possédez, je ne dirai pas tout ce qu'on peut savoir en astronomie, mais des connaissances assez étendues pour

pouvoir juger par vous-mêmes des phénomènes célestes qui s'opèrent journellement sous vos yeux ; rien de ce qui se passe dans le ciel étoilé ne vous sera étranger, et si votre œil ne peut embrasser les univers immenses qu'il renferme, votre imagination y suppléera en vous les représentant tous soumis aux lois du mouvement qui leur fut imprimé dès leur création, par la main puissante de Dieu. Ainsi, ma chère sœur, les connaissances que vous venez d'acquérir seront non-seulement un ornement pour votre jeunesse, mais une source de jouissances bien douces quand les années s'accumuleront sur votre tête ; combien votre ame sera fortifiée dans la croyance d'un être infini, trop puissant pour ne pas être bon et indulgent pour des atomes tels que nous.

Avant que je vous fasse des questions sur tous les sujets que nous avons traités, comme j'en ai l'intention, étant convaincu que rien ne peut mieux aider la mémoire à classer toutes ces choses avec ordre et à les retenir longtemps, voici un petit planisphère céleste que je vous ai fait, et que j'appelle horloge d'Uranie ; comme vous ne pouvez pas avoir toujours un globe devant vous, cette petite figure vous en tiendra lieu ; vous voyez qu'elle est prise du

pôle nord jusqu'à l'équateur, toutes les constellations boréales s'y trouvent, et les principales étoiles visibles à l'œil nu contenues dans chaque constellation. Si vous l'examinez avec attention et souvent, tous ces corps se classeront dans votre tête aussi aisément que les pays et les villes qui sont sur les cartes géographiques. Pour vous familiariser avec le ciel étoilé, essayez-vous comme je vais vous l'indiquer, ce soir, par exemple, à 8 heures : nous sommes le 1<sup>er</sup> de février, cherchez-le sur le cercle où sont marqués les mois et amenez-le à 8 heures du soir, placez la figure au-dessus de votre tête comme pour représenter le firmament, dans ce moment vos aurez réellement la situation de toute cette partie du ciel depuis l'équateur jusqu'au pôle nord, vous voyez devant vous la petite Ourse, le Dragon, etc ; à l'est, la grande Ourse, le Lion, etc ; à l'ouest, le Cygne, Pégase, etc. Rien n'est plus simple que ce procédé, il vous fait voir d'un seul coup d'œil l'état du ciel, je vous engage à le répéter souvent. A présent, Jenny, je vais vous poser une série de questions astronomiques auxquelles vous aurez la complaisance de répondre.

*Demande.* — Quelle est la planète la plus proche du soleil, sa distance à la terre, le

temps de sa révolution autour du soleil et son mouvement de rotation, son diamètre en lieues?

*Réponse.* — Mercure; sa distance à la terre est d'environ 21,000,000 de lieues, sa révolution dans son orbite est de 87 jours 25 heures, il tourne sur son axe en 24 heures 5 minutes, son diamètre est de 1,117 lieues.

*D.* — De toutes les étoiles quelle est celle qui décrit le plus petit cercle?

*R.* — C'est l'étoile polaire, qui est située au bout de la queue de la petite Ourse, à environ 2 degrés du pôle nord.

*D.* — Quelle est la planète qui se meut le plus vite et dont la rapidité du mouvement empêche souvent de la voir, de combien de lieues s'avance-t-elle par heure dans son orbite?

*R.* — Mercure; son mouvement est de 40,000 lieues par heure.

*D.* — Quelles sont les planètes qu'on nomme *astéroïdes*?

*R.* — On en compte quatre, qui sont : Vesta, Junon, Cérés et Pallas.

*D.* — Quelle idée vous faites-vous des étoiles fixes?

*R.* — J'imagine que ce sont autant de soleils, centres d'autres systèmes planétaires

semblables au nôtre, et dont la distance est immense.

*D.* — Quel est le temps de la révolution du soleil sur lui-même, et sa distance à la terre?

*R.* — Environ 25 jours, sa distance moyenne est de 34,000,000 de lieues.

*D.* — Quelle est la planète la plus éloignée du soleil, de combien de lieues est sa distance à la terre, quel est le temps de sa révolution sidérale et le nombre de lieues qu'elle parcourt dans une heure?

*R.* — Herschel, elle est éloignée du soleil de 666,833,000 de lieues, sa distance à la terre est d'environ 632,071,000 de lieues, sa révolution s'opère en 30,689 jours, et se meut dans son orbite à raison de 5,600 lieues par heure.

*D.* — Combien la terre parcourt-elle de lieues dans une heure, en accomplissant sa révolution annuelle, et combien dans sa révolution diurne ou sur son axe?

*R.* — A peu près 24,600, ce qui fait 410 lieues par minute, et sur son axe 375 par heure, car elle présente au soleil en 24 heures toute sa circonférence qui est de 9000 lieues.

*D.* — En combien de temps la lumière nous vient-elle du soleil?

*R.* — En 8 minutes 7 secondes et 5 tierces.

*D.* — Quel est le diamètre de la lune en lieues, quelle est sa distance à la terre, quelle est l'inclinaison de son orbite sur le plan de l'écliptique ?

*R.* — Son diamètre est de 782 lieues, sa distance de 85,928 lieues, et l'obliquité de son orbite est d'environ 5 degrés.

*D.* — En combien de temps la lune accomplit-elle sa révolution synodique et sa révolution tropique, et quelle est la cause qui fait que nous n'apercevons pas ce satellite quand il est en conjonction avec le soleil ?

*R.* — Sa révolution synodique se fait en 29 jours 12 heures 44 minutes et sa révolution tropique en 27 jours 7 heures 43 minutes, et la cause de son obscurité est que sa partie éclairée se trouve tournée vers le soleil.

*D.* — Qu'entendez-vous par marées, par haute mer et basse mer, et quelle est la cause pour laquelle les marées sont plus fortes aux nouvelles et pleines lunes que vers les quadratures ?

*R.* — Ce phénomène est produit par l'attraction du soleil mais encore plus de la lune sur la masse des eaux, ce qui les fait élever du côté de la lune, la haute mer est le moment où les eaux s'élèvent le plus, elle suit le passage de la lune au méridien, la basse mer est

le moment où les eaux sont le moins élevées, les marées sont plus fortes aux pleines et nouvelles lunes, parce qu'alors son action concourt avec celle du soleil.

*D.* — Qu'est-ce qu'une éclipse de soleil ou de lune, comment faut-il que la terre, la lune et le soleil soient placés pour produire une éclipse de soleil ou de lune?

*R.* — Une éclipse en général est la disparition d'un corps ou qui est caché par un autre ou qui cesse d'être éclairé : pour produire une éclipse de soleil, la terre, la lune et le soleil doivent se trouver tous sur une même ligne, et la lune se trouvant entre nous et le soleil nous en cache une partie et produit comme une espèce de tache noirâtre sur le disque de cet astre ; l'éclipse de lune, au contraire, est produite par l'interposition de la terre entre elle et le soleil, et empêche que les rayons de cet astre ne tombent sur elle, qui entre dans ce moment dans l'ombre que projette la terre derrière elle.

*D.* — Si nous supposons que tous les corps célestes soient privés de leur force centrifuge, combien de temps mettraient-ils à tomber sur notre soleil, d'après leurs diverses distances?

*R.* — Mercure emploierait 15 jours 13 heures  
Vénus 39, 17 ; La Terre 64, 10 ; Mars 121 ;

Jupiter 767 ; Saturne 1,901 ; Herschel 5,406.

La lune tomberait vers la terre en 4 jours 20 heures.

*D.* — Combien de minutes voyons-nous le soleil sur l'horizon avant qu'il y soit réellement et quelle est la cause de ce phénomène ?

*R.* — L'air qui nous environne et que l'on appelle atmosphère, est un corps fluide et transparent, qui par son attraction détourne les rayons de lumière qui nous viennent du soleil et fait que nous voyons cet astre au-dessus de notre horizon 3 ou 4 minutes avant qu'il y soit, c'est ce qu'on appelle réfraction.

*D.* — Très bien, comment détermine-t-on les latitudes et les longitudes ?

*R.* — Les latitudes sont déterminées en cherchant la hauteur du pôle, ce qu'on trouve aisément avec un quart de cercle ou en prenant la hauteur du soleil à midi, le nombre de degrés d'élévation du pôle égale la latitude d'une place, la longitude est déterminée soit par les éclipses ou par une bonne montre, qui indiquent la différence d'heure entre plusieurs méridiens de divers lieux ; par exemple, si je pars de Paris, je règle ma montre sur le méridien de cette ville, arrivant à Vienne en Autriche je regarde l'heure par le moyen du soleil ; lorsqu'il est midi, je vois que ma

montre ne marque que onze heures du matin, alors je dis qu'il y a une heure de différence entre les méridiens de ces deux places, et comme une heure de temps équivaut à quinze degrés de l'équateur, je dis que Vienne est à quinze degrés à l'orient de Paris.

*D.* — Combien le cercle qu'occupe la pénombre sur la surface de la terre contient-il de lieues ?

*R.* — Environ 1,500 quand son centre tombe en ligne droite du centre du soleil vers le centre de la terre ; mais quand la pénombre tombe obliquement, sa figure devient elliptique, l'espace est beaucoup plus grand.

*D.* — Quel est le diamètre de l'ombre produite par la lune sur la terre pendant une éclipse de soleil, et d'où cet astre serait tout-à-fait caché par la lune ?

*R.* — Environ 60 lieues.

*D.* — Pendant combien de temps les habitants d'une ville pourront-ils voir une éclipse de soleil totale ?

*R.* — Environ 4 minutes.

*D.* — Quelle est la cause pour laquelle dans les éclipses de lune nous ne perdons jamais entièrement cet astre de vue, comme il arrive dans les nouvelles lunes ?

*R.* — C'est que le lune se trouvant alors

dans l'ombre produite par la terre ne reçoit plus à la vérité les rayons du soleil, mais les deux bords opposés de la terre les reçoivent, et comme l'atmosphère est transparent, il réfléchit sur la lune une partie de ces rayons qui lui donnent une couleur cuivrée.

*D.* — Combien y a-t-il de degrés sur les 360 dans l'intervalle desquels le soleil puisse être éclipsé ?

*R.* — 68 en tout, car cet astre ne peut s'éclipser au delà de 17 degrés de chaque côté des nœuds, ce qui fait 4 fois ce nombre, et pour les éclipses de lune seulement 48 degrés, 12 de chaque côté des nœuds.

*D.* — Quelle est la cause qui produit l'inégalité des jours et des nuits ?

*R.* — L'inclinaison de l'axe terrestre sur le plan de l'écliptique.

*D.* — Quel est le plus long jour qu'un peuple puisse avoir, et sur quelle partie de la surface de la terre faut-il qu'il soit situé ?

*R.* — Le plus long jour qu'on puisse avoir est de 6 mois, il commencera le 21 mars pour les habitans du pôle nord, et finira le 23 septembre; alors pour ceux du pôle sud, commencera également un jour de 6 mois, et le pôle nord sera 6 mois dans l'obscurité.

*D.* — Dans quelle partie de son orbite la

terre doit-elle être pour que tous les points de sa surface aient une part égale de lumière et d'obscurité?

*R.* — Dans deux points, le premier degré du Bélier et le premier de la Balance, parce qu'alors les rayons du soleil frappant juste sur l'équateur, éclairent tout le globe d'un pôle à l'autre, on les appelle équinoxes ( c'est la position de la terre le 21 mars et le 23 septembre ).

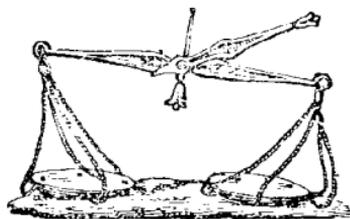
*D.* — Combien faudrait-il de pleines lunes pour produire une clarté qui égalât celle d'un jour ordinaire lorsque le soleil ne brille pas ?

*R.* — 90,000.

*D.* — Quelle est la différence de lumière sur Mercure et sur la Terre ?

*R.* — Mercure reçoit sept fois plus de lumière que la Terre.

CHARLES. — Très bien, Jenny, vous devez être fatiguée de toutes mes questions, nous nous arrêterons-là.



---

---

**DIXIÈME ET DERNIER ENTRETIEN.**

CONTENANT PLUSIEURS PROBLÈMES  
AMUSANS.

---

CHARLES. — Comme c'est probablement aujourd'hui le dernier de nos entretiens, avant mon départ, chère Jenny, je vous montrerai différens problèmes astronomiques, qui serviront à graver de plus en plus dans votre mémoire tout ce que nous avons déjà traité; beaucoup pourront être résolus sans le secours de globe, seulement à l'aide des petites figures que je vous ai tracées; mais comme je vous invite à vous exercer souvent sur le globe, je commencerai par vous faire connaître les cercles qu'on y remarque et leur usage.

Le globe terrestre représente la terre que nous habitons, on a placé sur sa surface les quatre parties du monde, les mers, rivières et montagnes, les villes selon leurs situations respectives, on lui donne une figure ronde quoique la terre soit comme nous l'avons déjà vu un peu aplatie vers ses pôles.

La terre, comme vous savez, a ainsi que le ciel ses méridiens, son équateur, ses tropiques, son axe, son écliptique, ses pôles et ses cercles polaires.

Les pôles du monde sont les deux points de sa surface où aboutit l'axe terrestre qui est représenté dans les globes artificiels par un fil de fer sur lequel il tourne, comme la terre le fait sur une ligne imaginaire; l'un s'appelle pôle arctique et l'autre pôle antarctique.

Le méridien est un grand cercle qui passe par les pôles du monde et par le zénith et le nadir du lieu dont il est méridien; on en change à chaque pas qu'on fait à l'est ou à l'ouest. Chaque méridien divise le globe en deux parties égales appelées hémisphères, l'une orientale et l'autre occidentale. Les pôles du méridien se prennent aux deux points de l'horizon coupés par l'équateur, ils indiquent l'orient et l'occident vrais.

On appelle premier méridien le cercle dont on part pour compter les longitudes. Le grand méridien sur les globes artificiels est cette bande de cuivre qui entoure la boule, et dans laquelle passe le fil de fer qui sert d'axe; mais aux globes ordinaires il est comme le reste en carton. Vous voyez qu'à l'endroit où aboutit l'axe il y a un petit cadran marquant les

24 heures du jour naturel, et une petite aiguille qui tourne en même temps que le globe et fait le tour du cadran dans le même intervalle que la terre est censée faire un tour sur elle-même, on l'appelle cercle horaire.

Les deux tropiques sont, comme je vous l'ai déjà dit, deux petits cercles ( car on n'appelle grands cercles que ceux qui coupent le globe en parties égales qu'on nomme hémisphères, les tropiques et les cercles polaires le coupent en parties inégales que nous avons appelées zônes, ) ils sont de chaque côté de l'équateur à  $23^{\circ} \frac{1}{2}$ , au nord celui du Cancer, et au sud celui du Capricorne.

Les cercles polaires sont également éloignés des pôles du même nombre de degrés,  $25^{\circ} \frac{1}{2}$ , au nord l'arctique, et au sud l'antarctique.

L'écliptique est également représenté sur le globe artificiel, c'est cette ligne que vous voyez qui va d'un tropique à l'autre et qu'on suppose sur le globe être la route que suit le soleil, mais que vous savez être réellement l'orbite de la terre; on y a placé les douze signes du zodiaque auxquels le soleil est sensé correspondre par son mouvement annuel.

La grande bande circulaire dans laquelle il y a deux entailles qui reçoivent le grand méridien est appelée horizon, il divise comme

vous voyez le globe en deux parties égales, la partie supérieure s'appelle boréale ou septentrionale, l'inférieure est appelée méridionale ou australe, du moins dans notre hémisphère, elle marque la limite du jour et de la nuit, car aussitôt que le point de l'écliptique où se trouve le soleil est au-dessus de cette bande, il fait jour pour l'hémisphère supérieure.

Nous distinguons deux sortes d'horizons, l'un que l'on appelle horizon sensible, qui est l'étendue que nous apercevons autour de nous, autant que notre vue peut s'étendre soit en mer ou en rase campagne; l'autre que nous appelons horizon rationnel, qui est représenté par cette bande dont je viens de vous parler, que nous élevons par la pensée jusqu'au ciel et dont notre œil est le centre; vous voyez qu'à chaque pas on change d'horizon, mais n'importe dans quel lieu nous nous trouvons, nous serons toujours au centre de notre horizon; le point juste sur notre tête que nous supposons élevé de 90 degrés est appelé zénith, et le point opposé est appelé nadir, la ligne qui correspond à ces deux points s'appelle verticale.

Vous voyez plusieurs sujets représentés sur cette bande dont je ne vous parlerai pas, parce que vous n'avez qu'à les lire pour les connaître.

Je vais vous dire un mot sur les diverses positions du globe ou sphère, on en distingue trois : la sphère droite, la parallèle et l'oblique.

La sphère est droite quand l'équateur coupe perpendiculairement l'horizon, celui-ci coupe à angles droits et en deux parties égales tous les parallèles ; cette position a lieu pour tous les habitans de l'équateur ; leurs jours sont égaux aux nuits toute l'année, ils voient le soleil se lever et se coucher perpendiculairement à l'horizon et passer deux fois par an à leur zénith, ils ont deux étés et deux hivers.

Le premier été est au 21 de mars et l'autre au 23 de septembre.

Leurs hivers sont l'un au 21 juin et l'autre au 21 décembre ; quand le soleil est au signe du Cancer et du Capricorne, leur ombre le matin est vers l'occident, et depuis midi jusqu'au soir vers l'orient au temps des équinoxes, à midi ils n'en ont point ou plutôt leur ombre méridienne est sous leurs pieds, on leur donne, comme vous savez, le nom d'*asciens*, ils voient les pôles du monde à leur horizon, et toutes les parties du ciel sont successivement visibles pour eux.

La sphère est parallèle quand l'équateur est dans l'horizon et que les pôles sont l'un au

zénith et l'autre au nadir ; cette position a lieu pour les habitans des pôles, ils ont la moitié des cercles diurnes ou parallèles de latitude tous entiers au-dessus de leur horizon et les autres au-dessous ; leur année est comme vous savez composée d'un jour de six mois et d'une nuit de six mois ; ils voient le soleil tourner pendant six mois près de leur horizon et leur ombre répondre à tous les points de ce cercle, c'est pourquoi on les nomme *périsciens* ou plusieurs ombres. Toutes les étoiles qui sont dans l'hémisphère nord sont toujours visibles pour eux, et celles dans la partie sud ne le sont jamais.

La sphère est oblique quand l'équateur coupe obliquement l'horizon, cette position a lieu pour tous les peuples qui habitent entre l'équateur et les pôles, c'est-à-dire pour presque tous les habitans de la terre ; elle est boréale ou australe et les apparences sont les mêmes pour l'une et pour l'autre.

Ceux qui sont à plus de  $25^{\circ} \frac{1}{2}$  de l'équateur et à plus de  $25^{\circ} \frac{1}{2}$  des pôles ont leur ombre dirigée toujours vers le même pôle, pour ceux de la partie boréale vers le nord, et ceux de la partie australe vers le sud, pour cette raison on les appelle *hétéros-ciens*.

## PREMIER PROBLÈME.

*Trouver la latitude et la longitude d'une ville.*

La première opération est celle qui sert à faire connaître les latitudes et longitudes, par conséquent les situations des diverses places de la terre; prenons pour exemple Paris, cherchez le nom de cette ville sur votre globe, apportez-le au grand méridien sur lequel vous voyez qu'on a marqué les degrés de latitude, depuis l'équateur jusqu'à l'endroit où passe le fil de fer, et qui marque à ce point  $90^{\circ}$ ; vous voyez que le nombre de degrés est  $49^{\circ}$ , c'est la latitude de Paris. Pour avoir la longitude de cette ville, voyez sur l'équateur le point où le grand méridien coupe cette ligne, vous trouvez 0 ou sur quelques globes 20 qui est la longitude; zéro parce que c'est de Paris qu'on commence à compter les longitudes, et 20 quand on comptait le méridien de l'île de Fer. Vous vous rappelez que la latitude peut être boréale ou australe, et la longitude orientale ou occidentale; ainsi je vous demande la latitude et longitude de Pétersbourg, Vienne, Londres et Madrid?

JENNY. — Je trouve pour Pétersbourg, latitude  $60^{\circ}$  nord, longitude  $28^{\circ}$  orientale ; Vienne, latitude  $48^{\circ}$  nord, longitude  $14^{\circ}$  orientale ; Londres, latitude  $51^{\circ}$  nord, longitude  $2^{\circ} \frac{1}{2}$  occidentale ; Madrid, latitude  $40^{\circ}$  nord, longitude  $6^{\circ}$  occidentale.

CHARLES. — Très bien, vous voyez que rien n'est plus aisé, vous ferez de même pour tous les autres lieux de la terre. Maintenant, quelque opération que vous vouliez faire pour une ville, il faudra que vous éleviez le pôle du globe d'autant de degrés au-dessus de l'horizon qu'il y a de degrés dans la latitude de cette ville ; ainsi pour Paris le pôle doit être élevé de  $49$  degrés, cette élévation se fait du côté du méridien marqué *élévation du pôle*, vous devez concevoir que cette élévation du pôle pour une ville, sert à lui donner sur le globe artificiel, la même position qu'elle a réellement sur la terre.

#### DEUXIÈME PROBLÈME.

*Trouver à quelle heure le soleil se lève un jour proposé pour une ville, et quelles sont les autres villes pour lesquelles il se lèvera à la même heure.*

Prenons par exemple, Pétersbourg, nous cherchons sa latitude comme au problème I,

trouvons  $60^{\circ}$  nord, alors nous élevons le pôle nord du même nombre de degrés au-dessus de l'horizon du côté marqué nord, puisque c'est le pôle nord que nous élevons. Nous voulons savoir à quelle heure le soleil se lève et se couche à Pétersbourg, le 21 juin, ainsi que les noms des autres villes pour lesquelles il se lèvera et se couchera dans le même moment. Cherchez la place du soleil dans l'écliptique pour ce jour, si vous ne vous la rappelez pas, regardez sur la bande circulaire que nous avons appelée horizon, vous y trouverez marqués les 12 mois de l'année et les 12 signes du zodiaque qui correspondent à chaque mois, vous trouvez que le soleil entre au signe du Cancer, cherchez sur l'écliptique ce signe, apportez-le au grand méridien; alors le soleil étant censé être là, il est midi; il faut donc que vous mettiez l'aiguille du cercle horaire sur midi (partie supérieure du cadran); alors pour avoir l'heure du lever, tournez le globe vers l'orient jusqu'à ce que le signe qui marque le lieu du soleil soit à l'horizon, dans cette position il sera juste comme s'il se levait réellement, vous regardez quelle heure marque l'aiguille, vous trouvez 3 heures moins  $\frac{1}{4}$ , tournez le globe à présent vers l'occident jusqu'à ce que ce même point soit à l'horizon,

ce qui nous marquera que le soleil se couche. Vous trouvez que l'aiguille marque 9 heures  $\frac{1}{4}$  du soir ; à présent vous pouvez connaître la longueur du jour et de la nuit en doublant l'heure du lever vous aurez la durée de la nuit , ainsi le soleil s'est levé à 2 heures 45 minutes , en doublant ce nombre nous avons 5 heures 30 minutes pour la nuit ; si nous doublons l'heure du coucher , nous aurons 18 heures 30 minutes pour la longueur du jour et de même dans tous les problèmes semblables. Maintenant il faut savoir le nom des autres endroits de la terre pour qui le soleil se lèvera à la même heure ; faites tourner le globe sur lui-même, voyez quelles sont les villes qui passent sous la partie du méridien qui marque 60, qui est la latitude de Pétersbourg, vous trouvez Vologda, Narym, Okotsk ( Sibérie ), le milieu de la baie d'Hudson (Amérique), etc., et en général toute cette partie du globe qui a la même latitude , car vous savez que les cercles parallèles ou de latitude sont aussi appelés cercles diurnes, et que leur élévation au-dessus de l'horizon est la même pour tous les peuples qui ont la même latitude, conséquemment leurs jours et leurs nuits doivent être les mêmes pour les uns et pour les autres.

## TROISIÈME PROBLÈME.

*Trouver la place du soleil dans l'écliptique et sa déclinaison, le jour du mois étant donné.*

Supposons que vous vouliez connaître le lieu du soleil dans l'écliptique et sa déclinaison le 23 d'avril, cherchez sur l'horizon ce mois, vous trouvez que ce jour répond au 3<sup>e</sup> du signe du Taureau; cherchez ce nombre dans le même signe sur l'écliptique, apportez-le au méridien, voyez juste en face de la place du soleil quel est le degré marqué sur le méridien, vous trouverez 12° 30 millimètres nord, qui vous indique la déclinaison du soleil pour ce jour là ou sa distance à l'équateur.

## QUATRIÈME PROBLÈME

*L'heure d'un lieu étant donnée, trouver l'heure qu'il est dans tous les autres lieux sur le globe.*

Par exemple, nous voulons savoir quand il est dix heures du matin à Paris, quelle heure

il est dans les divers endroits de la terre , je suppose Pétersbourg. Placez Paris au méridien et mettez l'aiguille sur 10 heures du matin , tournez le globe jusqu'à ce que Pétersbourg se trouve au méridien , voyez quelle heure marque l'aiguille , vous trouvez 12 , il sera donc midi à Pétersbourg quand il sera 10 heures du matin à Paris ; vous aurez soin lorsque les endroits indiqués sont à l'est , de tourner le globe vers l'ouest , et quand ils sont à l'ouest , de le tourner vers l'est. Ce problème peut être résolu d'une manière aussi simple sur la petite figure ( planche 1 ) , mais je suis bien aise que vous l'ayez fait sur le globe. Nous allons prendre un autre exemple avec la *fig.* pl. 1. Paris ayant midi , je voudrais savoir l'heure dans ce moment pour les principaux lieux de la terre , placez seulement Paris sur midi et voyez quelles villes sont placées sur les lignes méridiennes qui aboutissent au cadran horaire ; vous trouvez qu'il est midi et demi à Tunis ; 1 heure à Vienne ( Autriche ) , à Sort ; à Sofala ( Afrique ) à Pétersbourg ( Russie ) , au Caire et à Dongola ( Afrique ) 2 heures , en continuant de même jusqu'à ce que vous ayez fait le tour du cadran. Par exemple , Jenny , il peut se trouver que vous n'avez ni globe ni cette petit e

figure et qu'une personne sachant que vous avez étudié l'astronomie, vous demande l'heure qu'il est pour cette ville; supposons que la conversation roule sur Pékin capitale de la Chine, et qu'il soit 8 heures du matin dans ce moment; votre petit almanach vous suffira, car il y a les quatre cartes, l'Europe, l'Asie, etc.; vous cherchez Pékin et suivant jusqu'au bas, la ligne sur laquelle il est situé que vous savez être sa méridienne, vous tombez sur le chiffre 114, Pékin est donc à 114 degrés de longitude à l'orient de Paris, et comme vous savez que chaque degré de longitude vaut 4 minutes de temps ou 15 degrés par heure, si vous multipliez ces 114 degrés par 4 vous aurez 428 minutes qui feront 7 heures 36 minutes de différence entre les deux endroits; ainsi comme cette ville est à l'orient de Paris, il faut ajouter ce nombre à 8 heures du matin, qui fera pour l'heure demandée 3 heures 36 minutes après midi. Vous ferez le même raisonnement pour toutes les autres places de la terre.

## CINQUIÈME PROBLÈME.

*Trouver sans le secours de globe les plus longs comme les plus courts jours pour*

*tous les peuples de la terre, et l'heure du lever et coucher du soleil pour ces jours.*

Supposons, Jenny, que vous n'avez qu'une carte géographique ou dictionnaire, et qu'on vous demande quels sont les plus longs et les plus courts jours pour la nouvelle Zemble, le Cap nord d'Europe, Tornéa, Stockolm, Copenhague, Paris, Milan, Constantinople, Gibraltar, le Caire (Égypte), Sennaar (Abyssinie) et Benin (Guinée); si vous vous rappelez ce que je vous ai dit dans notre 8<sup>e</sup> entretien (page 171), vous n'aurez point de peine à répondre à toutes ces questions, vous n'avez seulement qu'à connaître la latitude de ces diverses places. Votre carte vous montre que la latitude du milieu de la nouvelle Zemble est de 73 degrés qui est le 5<sup>e</sup> climat de mois, donc son plus long jour est 5 mois; comme le 21 de juin qui est le 1<sup>er</sup> du Cancer est le milieu du plus long jour, le soleil paraîtra sur l'horizon de cette place 45 jours avant cette époque et se couchera 45 jours après, c'est-à-dire qu'il se lèvera vers le 7 mai, restera sur l'horizon jusque vers le 6 août. Pour le Cap nord d'Europe vous trouvez latitude 71, qui est dans le second climat, donc son plus

long jour est de 2 mois , le soleil se lève donc vers le 20 mai et se couche le 21 juillet, ce qui fait environ 60 jours sur l'horizon ; pour Tornéa, vous avez : latitude 66 degrés, qui se trouve dans le 21<sup>e</sup> climat de demi-heure, ce qui vous donne comme vous savez 21 demi-heures pour ajouter aux 12 heures de l'équateur, ce qui fait 22 heures 30 minutes pour le plus long jour, et ce qui s'en manque pour aller à 24 sera la longueur de la plus courte nuit, qui est 1 heure 50 minutes, la moitié de ce nombre est 45 minutes, le soleil se lève donc à minuit 45 minutes et se couche 45 minutes avant minuit, ou à 11 heures 15 minutes du soir ; Stockolm, latitude 59, qui est au 15<sup>e</sup> climat, plus long jour 18 heures 30 minutes, plus courte nuit 5 heures 50 minutes, lever du soleil 2 heures 45 minutes du matin et coucher 9 heures 15 minutes du soir, faisant le même raisonnement que ci-dessus ; pour Copenhague, latitude 56, dans le 11<sup>e</sup> climat, plus long jour 17 heures 30 minutes, plus courte nuit 6 heures 30 minutes, lever du soleil 3 heures 15 minutes du matin, coucher à 8 heures 45 minutes du soir ; Paris, latitude 49 degrés, dans le 8<sup>e</sup> climat, plus long jour 16 heures, plus courte nuit 8 heures, lever du soleil 4 heures du matin, et coucher 8 heu-

res du soir; Milan, latitude 45, qui est dans la 7<sup>e</sup> climat, plus long jour 15 heures 30 minutes, plus courte nuit 8 heures 50 minutes, lever du soleil 4 heures 15 minutes du matin et coucher 7 heures 45 minutes du soir; Constantinople, latitude 41, qui est dans le 6<sup>e</sup> climat, plus long jour 15 heures, plus courte nuit 9 heures, lever du soleil 4 heures 30 minutes, coucher 7 heures 30 minutes; le Caire, latitude 30 degrés, dans le 4<sup>e</sup> climat, plus long jour 14 heures, plus courte nuit 10 heures, lever du soleil 5 heures du matin, coucher 7 heures du soir; et enfin pour Benin en Guinée, latitude 8, qui est dans le 1<sup>er</sup> climat, plus long jour 12 heures 30 minutes, plus courte nuit 11 heures 30 minutes, lever du soleil 5 heures 45 minutes, et coucher 6 heures 15 minutes, pour les plus courts jours vous savez qu'ils égalent les plus courtes nuits; ainsi pour Toronca dont la plus courte nuit est de 1 heure 30 minutes, le plus court jour pour cette ville est 1 heure 30 minutes, et l'heure du coucher du soleil dans les plus longs jours sera l'heure du lever des plus courts; alors comme il se lève à Toronca à minuit 45 minutes, et qu'il se couche à 11 heures 15 minutes du soir, vous direz qu'il se lève pour le plus court jour à 11 heu-

res 15 minutes du matin , et qu'il se couche 45 minutes après midi. Vous ferez le même raisonnement pour toutes les autres opérations.

Nous voyez , Jenny , que tous ces problèmes sont très simples et vous présenteront beaucoup d'intérêt , parce que vous pouvez les résoudre sans autre chose qu'une carte ou un petit annuaire.

#### SIXIÈME PROBLÈME.

*Trouver à quelle heure une étoile sera au méridien de Paris pour un jour proposé sans l'aide de globe , mais avec votre petite horloge d'Uranie , pl. 6.*

Supposez , Jenny , que vous vouliez savoir quelle étoile passera ce soir à 8 heures au méridien : nous sommes aujourd'hui au premier avril , placez cette date du mois sur 8 heures du cadran ( soir ) , supposez une ligne partant du point XII , passant par le pôle et aboutissant à XII au bas du cadran , c'est la méridienne que je n'ai pu tracer sur cette petite figure pour éviter la confusion ; toutes les étoiles qui se trouvent sur cette ligne sont au méridien dans le temps demandé ; vous trouvez les deux dernières éto-

les de la constellation des Géméaux, plusieurs étoiles de la constellation du Dragon, la constellation de la Lyre ; il en est de même pour les autres jours de l'année.

#### SEPTIÈME PROBLÈME.

*Trouver de combien de lieues sont emportés dans une heure les habitans d'une ville proposée, par suite du mouvement de la terre sur son axe en 24 heures.*

Supposons, Jenny, comme dans les problèmes ci-dessus, que vous n'avez point de globe, qu'une personne vous demande si tous les peuples de la surface de la terre sont emportés avec le même degré de vélocité et quelle est la différence du mouvement que les habitans de Paris, ceux du Caire, de Calcutta, de Pétersbourg et de Tornéa éprouvent, c'est-à-dire, combien chacun de ces peuples parcourt de lieues dans une heure, en raison de la révolution de la terre sur son axe ?

JENNY. — Voulez-vous, cher Charles, me permettre d'essayer de résoudre ce problème : d'abord, dans sa révolution diurne, la terre présente toute sa circonférence au soleil dans 24 heures ; comme elle est divisée en 360 parties ou degrés, c'est 15 degrés de longitude

chaque heure ; si ces degrés étaient toujours de la même longueur , c'est-à-dire qu'ils contiennent tous 25 lieues, la solution se réduirait à 375 par heure pour toute la terre , car si je multiplie les 15 degrés qu'elle parcourt dans une heure par 25 lieues qui est ce qu'ils contiennent à l'équateur , j'aurai 375 ; mais comme ces degrés diminuent à mesure qu'ils s'approchent des pôles, le nombre de lieues que ces pays parcourent doit diminuer aussi ; je pense que je n'ai besoin que de savoir combien un degré de longitude vaut de lieues pour chaque endroit de la terre , pour être capable de déterminer combien ce pays en parcourt dans une heure. Ainsi je trouve que la latitude de Paris est 49 , que le degré de longitude y vaut 16 lieues (page 116), je multiplie les 15 degrés que la terre parcourt dans une heure par 16 , ce qui me donne 240 , c'est le nombre de lieues que les habitans de Paris se trouvent avoir fait dans une heure ; je regarde pour le Caire qui est à 30° de latitude , ma table m'indique qu'à cette latitude le degré de longitude vaut 22 lieues que je multiplie encore par 15, ce qui fait 330 lieues, c'est le nombre que parcourent les habitans qui vivent sous ce parallèle ; je fais la même chose pour Calcutta, je trouve 22°

de latitude et 23 lieues par degré de longitude je multiplie ce nombre par 15 ce qui me donne 545 lieues ; pour Pétersbourg, le degré de longitude ne vaut que 12 lieues, que je multiplie par 15, cela fait 180 lieues ; enfin à Tornéa dont la latitude est de 66°, le degré ne vaut plus que 10 lieues, qui multipliées par 15 me donnent 150 lieues ; ainsi j'ai vu que les habitans de Paris parcourent sans s'en apercevoir. . . . . 240 lieues par heure.

Ceux du Caire. . . . 330

Ceux de Calcutta. . 345

De Pétersbourg. . . 180

Et ceux de Tornéa. . 150

Si j'avais pris une ville sous l'équateur, j'aurais trouvé 575, puisque là les longitudes sont égales aux latitudes ; si c'était aux pôles, j'aurais trouvé zéro pour ce mouvement, car c'est sur ce point que la terre tourne.

Je pense avoir résolu votre problème.

CHARLES. — Oui, ma chère sœur, et d'une manière très claire ; mais je vais vous en proposer un autre.

#### HUITIÈME PROBLÈME.

*Trouver sans le secours de globe l'heure qu'il est dans une ville proposée, quand*

*il est une heure indiquée dans une autre ville.*

Supposons que vous n'avez qu'une petite carte d'Europe, ou bien que vous n'avez qu'un dictionnaire : une personne vous demande quelle heure il est dans ce moment (supposons 10 heures du matin à Paris), à Constantinople, à Astracan, à Alger, à Rome, à Madrid et à Lisbonne, comment vous y prendrez-vous pour résoudre ce problème ?

JENNY. — Il me semble que je puis vous répondre très aisément et si j'avais assez de mémoire pour me rappeler la situation de ces diverses villes, je n'aurais besoin ni de cartes ni de dictionnaire pour résoudre votre problème ; je n'ai besoin que de connaître leurs différentes longitudes.

Je me rappelle que Constantinople a 26 degrés 50 minutes ; et comme nous avons dit que chaque degré de longitude vaut 4 minutes de temps, je multiplie  $26\frac{1}{2}$  par ce nombre 4, ce qui donne 106 minutes ou 1 heure 46 minutes pour la différence entre Paris et Constantinople, ainsi vous dites 10 heures à Paris ; comme Constantinople est à l'orient de Paris, qu'il a le soleil 1 heure 46 minutes avant Paris, j'ajoute la différence entre les deux villes,

à 10 heures je trouve qu'il est alors 11 heures 46 minutes du matin. Astracan est au 45<sup>e</sup>, ce qui donne pour la différence de temps 180 minutes ou 3 heures, j'ajoute encore ces 3 heures à 10 heures, ce qui fait 1 heure après midi pour cette ville. Alger, je trouve un demi-degré à l'est, qui me fait 2 minutes, donc il est 10 heures 2 minutes. A Rome dont la longitude est 10 degrés, ce qui me donne 40 minutes, il est donc 10 heures 40 minutes; pour Madrid je trouve 6 degrés ouest, ce qui me donne 24 minutes, mais comme cette ville est à l'occident de Paris, elle a le soleil 24 minutes après Paris, alors il faut que je retranche ces 24 minutes, au lieu d'ajouter comme j'avais fait pour les autres villes; conséquemment il est 9 heures 56 minutes à Madrid. Pour Lisbonne, longitude ouest, 11 degrés 50 minutes, ce qui donne 45 minutes avant 10 heures ou 9 heures 15 minutes du matin, etc. Je pense que voici la solution de votre problème, Charles.

CHARLES. — Très bien; pouvez-vous me dire dans quelle partie de l'écliptique est aujourd'hui le soleil?

## NEUVIÈME PROBLÈME.

*Trouver sans globe dans quel point de l'écliptique est le soleil à un jour donné.*

JENNY. — Supposons aujourd'hui, Charles, que c'est le 2 février, il faut que je sache par cœur à quelle époque des douze mois de l'année le soleil entre dans chaque signe; le 19 de ce mois il entrera au signe des Poissons, il est donc encore dans celui du Verseau; pour résoudre votre question, je soustrais la date du mois qui est 2, de l'époque où il entre dans le signe, qui est 19, il me reste 17; je sais donc qu'il lui faut encore 17 degrés avant d'arriver aux Poissons, il n'en est alors qu'au 13° degré du Verseau.

## DIXIÈME PROBLÈME.

*Trouver le nombre d'or pour une année donnée.*

JENNY. — Voulez-vous me permettre de voir si je pourrai trouver le nombre d'or, par exemple, pour l'année 1829? Pour cela, je n'ai qu'à ajouter 1 au nombre de

l'année proposée et diviser le tout par 19, le reste donnera le nombre d'or, et s'il n'y a point de reste, le nombre 19 sera lui-même le nombre d'or : ainsi je divise 1829 plus 1 par 19, il me reste 7 qui est le nombre d'or pour l'année 1829.

#### ONZIÈME PROBLÈME.

*Trouver l'épacte d'une année quelconque.*

Il faut que je cherche le nombre d'or pour cette année, dont je retranche 1, je multiplie le reste par 11 et le produit me donne l'épacte cherchée, si ce produit excède 30, je le divise par ce nombre 30, ce sera le reste qui exprimera l'épacte; ainsi pour 1829, dont le nombre d'or est 7, j'en prends 6 pour multiplier 11 ce qui donne 66 que je divise par 30, il me reste 6 pour l'épacte.

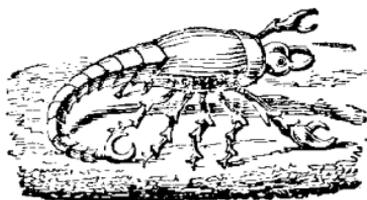
#### DOUZIÈME PROBLÈME.

*Trouver le cycle solaire pour une année quelconque.*

Il faut que j'ajoute 9 à l'année proposée et ensuite que je divise le tout par 28, ce qui

restera donnera l'année du cycle solaire, s'il ne reste rien ce sera 28 ; ainsi, pour 1829, il reste 18 qui est le nombre demandé.

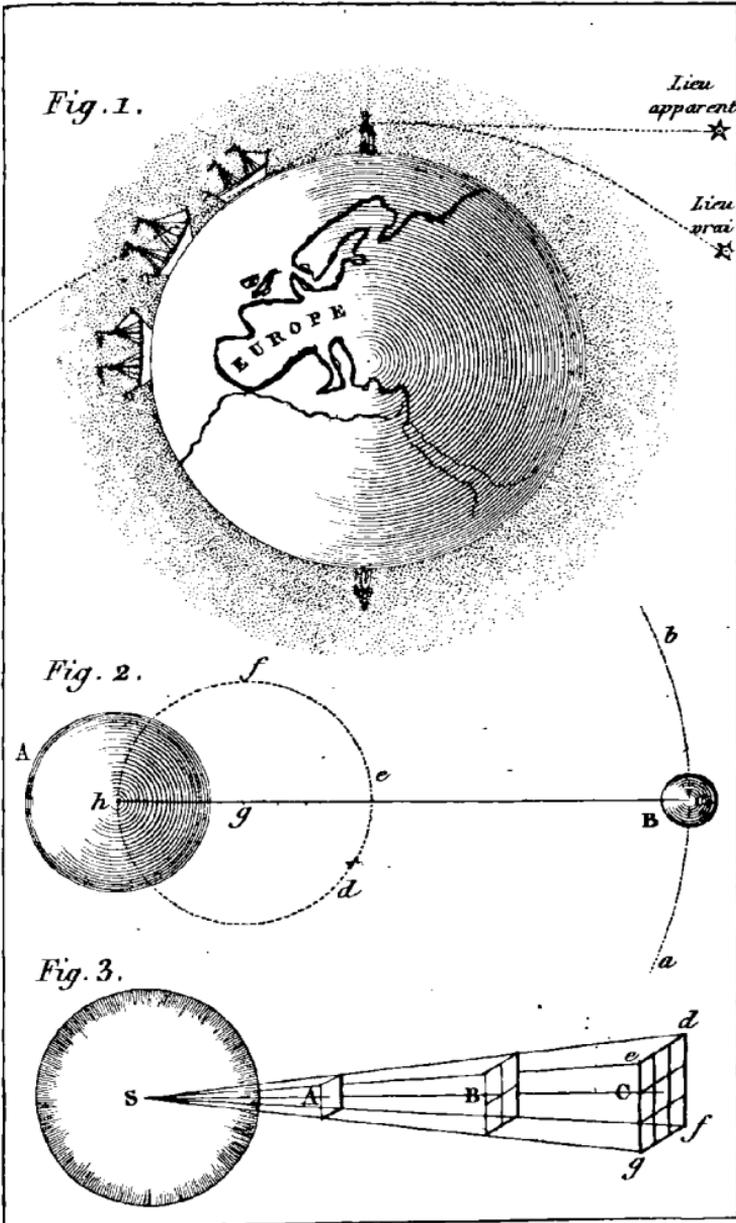
CHARLES. — Très bien, ma chère sœur, je ne vous poserai point d'autres problèmes, ceux-ci suffisent pour vous donner les moyens d'en résoudre une foule d'autres, et j'ose espérer qu'au retour de mon voyage vous serez tout-à-fait astronome.



ON TROUVE CHEZ LE MÊME LIBRAIRE,  
L'OUVRAGE SUIVANT :

*Manuel des Demoiselles*, ou Arts et Métiers  
qui leur conviennent, tels que la couture,  
la broderie, le tricot, la dentelle, la tapis-  
serie, les bourses, les ouvrages en filets,  
en chenilles, en ganse, en perle, en che-  
veux, etc., etc. ; enfin tous les arts dont les  
Demoiselles peuvent s'occuper avec agré-  
ment ; par madame *Élisabeth Celnart*.  
Un vol. orné de planches. 1826. 3 fr., et  
3 fr. 50 cent. par la poste.

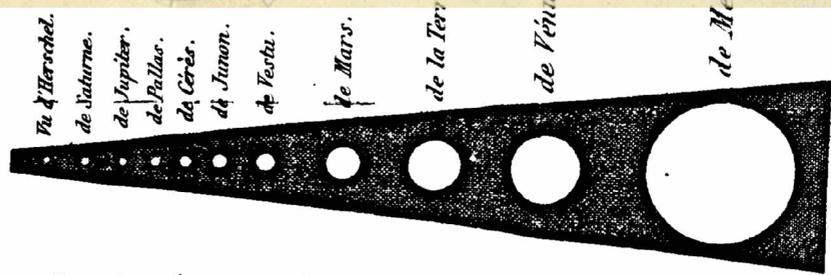
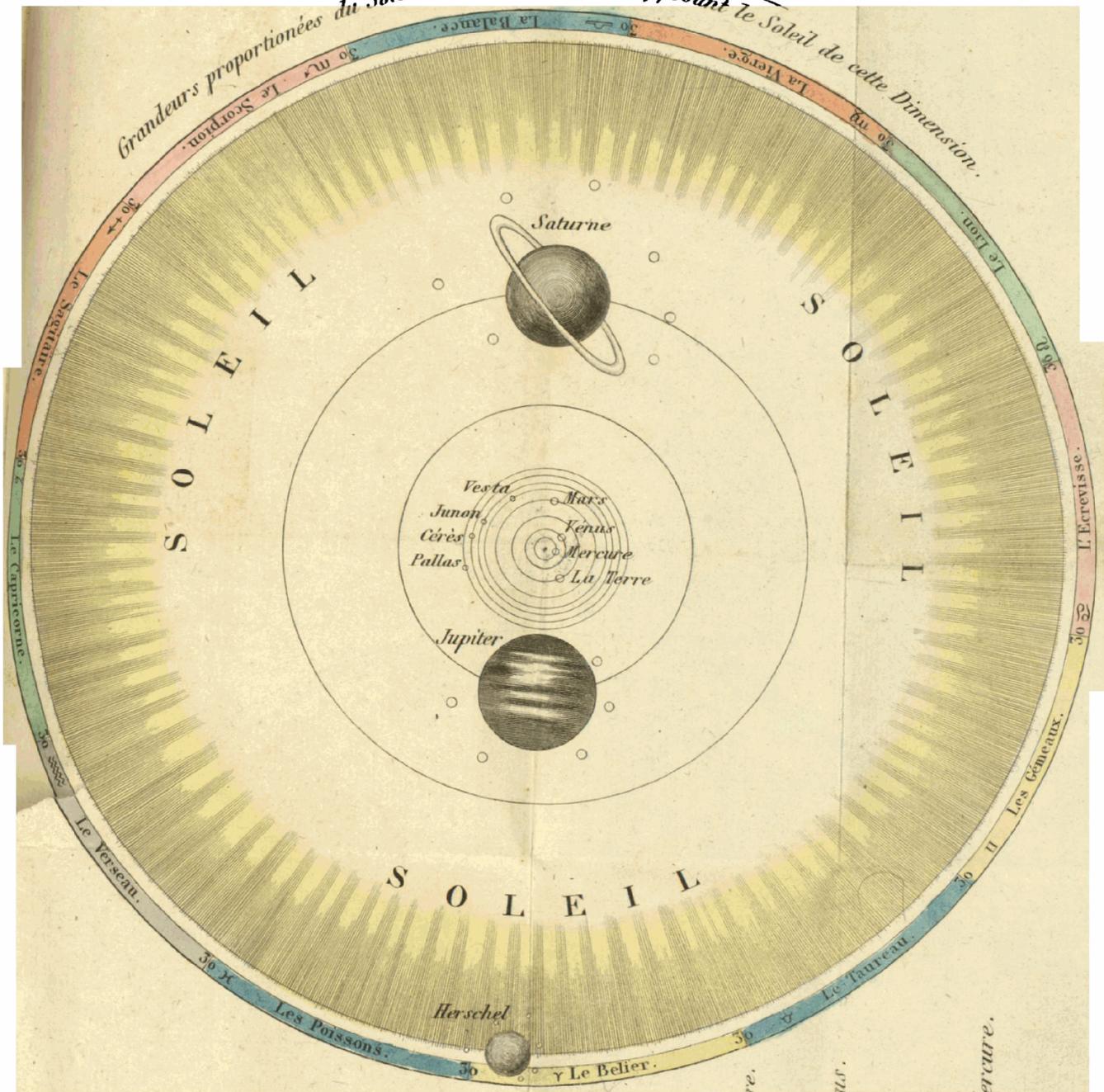




Gravé par Duran.

# SYSTÈME SOLAIRE.

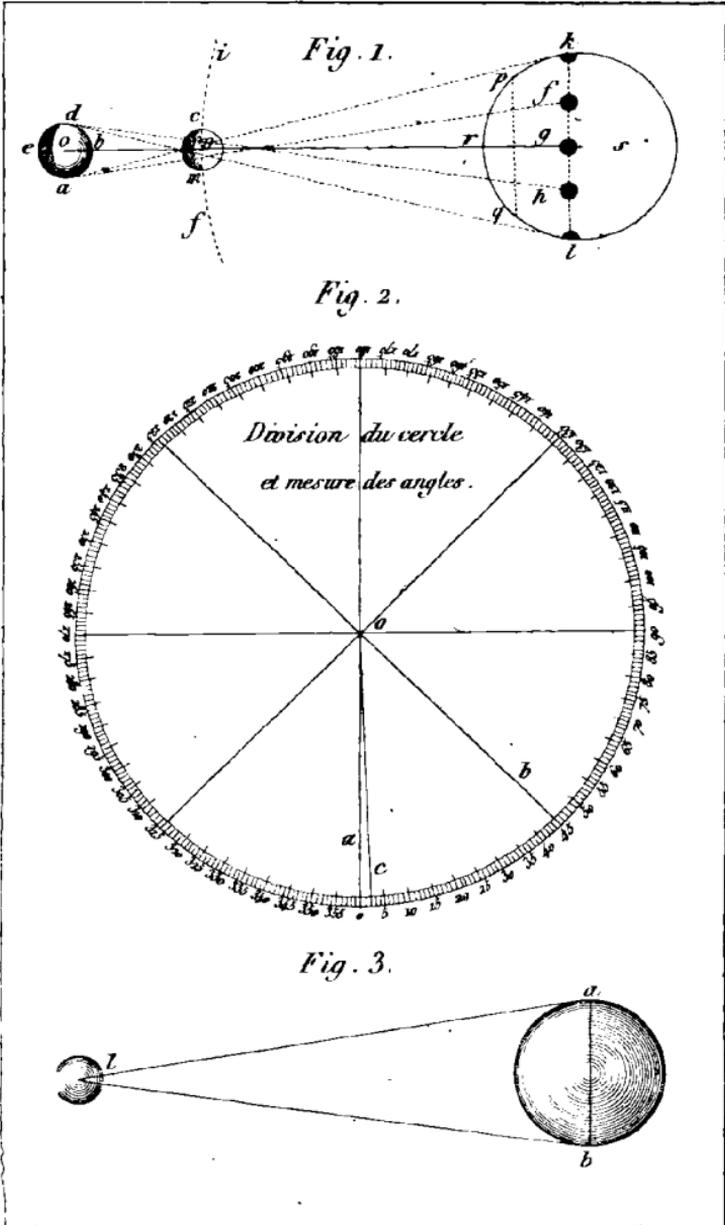
Planche III.

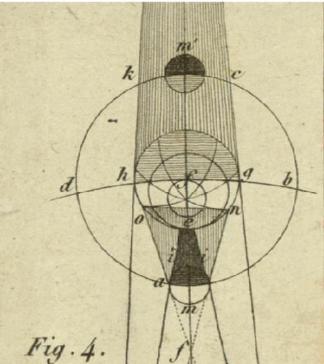
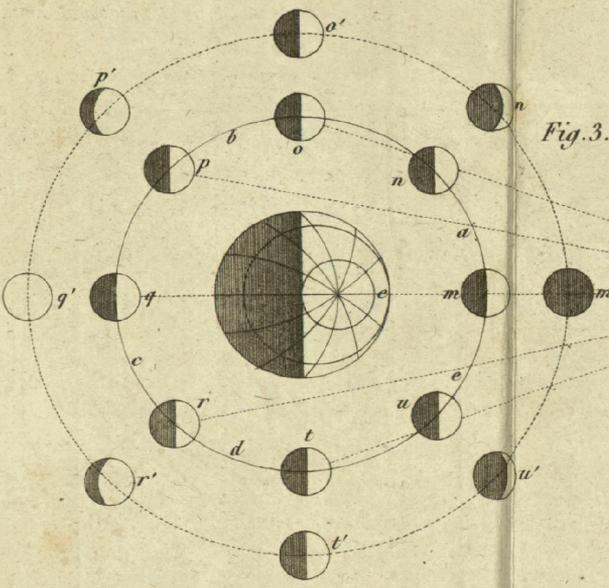
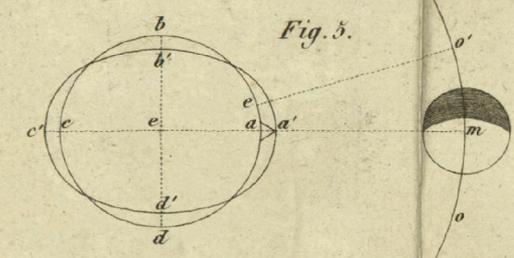
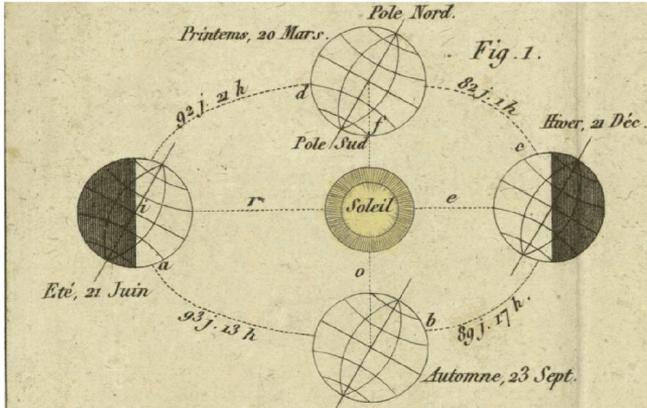


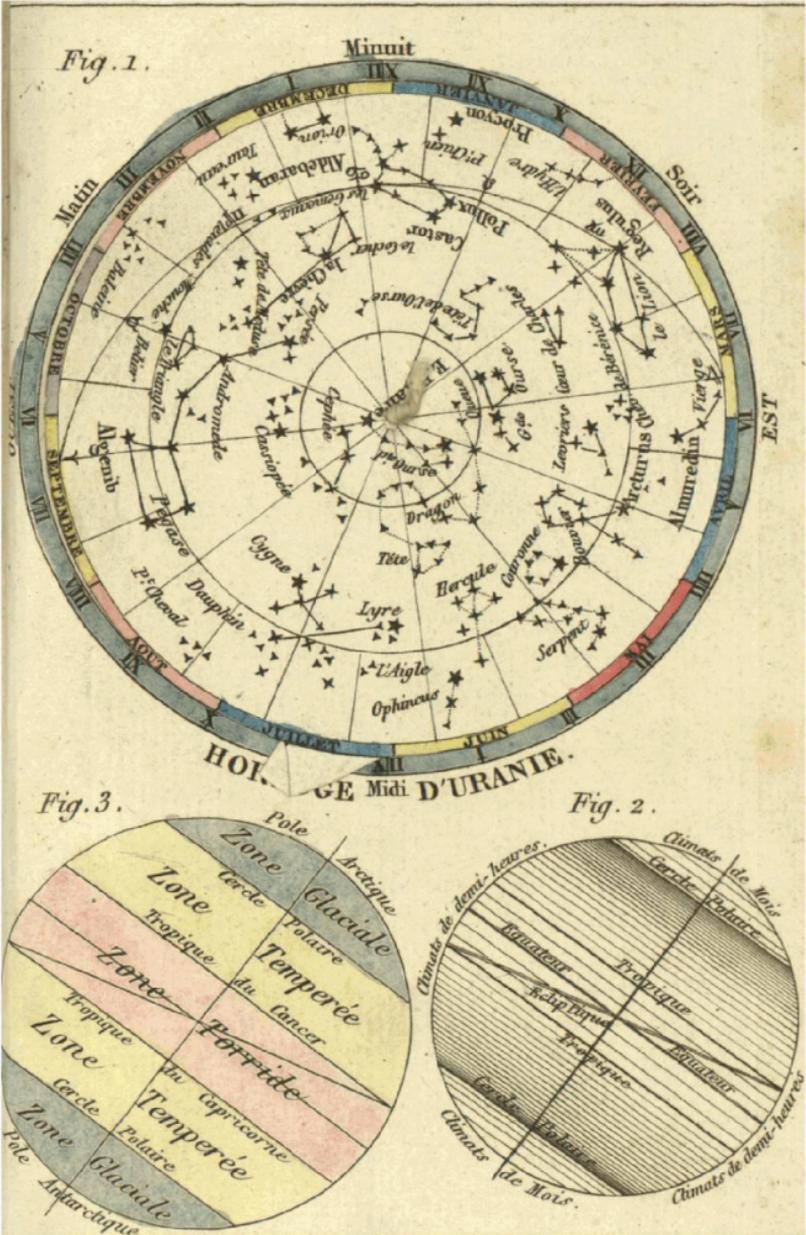
Vu de Herschel.  
de Saturne.  
de Jupiter.  
de Pallas.  
de Cérés.  
de Junon.  
de Vesta.  
de Mars.  
de la Terre.  
de Venus.  
de Mercure.

Grandeur Apparente du Soleil Vu de ces différentes Planetes.

Gravé par Del.







Gravé par Durau.



---

# TABLE

## DES ENTRETIENS.

---

	Pages.
PREMIER ENTRETIEN.	
Du mouvement, de la figure et des dimensions de la terre.....	1
SECOND ENTRETIEN.	
De l'équilibre de l'univers et du système du monde.....	27
TROISIÈME ENTRETIEN.	
Sur la gravité, la lumière, et l'attraction des corps.....	52
QUATRIÈME ENTRETIEN.	
Du passage de Vénus sur le soleil, et des moyens qu'on emploie pour mesurer les distances du soleil à la terre et aux planètes.....	71
CINQUIÈME ENTRETIEN.	
De la manière de déterminer les latitudes et les longitudes des différens lieux de la terre.....	92

## SIXIÈME ENTRETIEU.

	Pages.
Des causes des différentes longueurs des jours et des nuits, des vicissitudes des saisons et des diverses phases de la lune.....	113

## SEPTIÈME ENTRETIEU.

Sur le mouvement de la lune autour de la terre et autour du soleil, et sur les éclipses de soleil et de lune.....	138
---	-----

## HUITIÈME ENTRETIEU.

Sur la cause des marées, sur les climats et les zones.....	156
--	-----

## NEUVIÈME ENTRETIEU.

Des années sidérale et tropique, des constellations et de plusieurs questions astronomiques.....	178
--	-----

## DIXIÈME ENTRETIEU

Contenant plusieurs problèmes amusans..	203
---	-----

## PROBLÈMES.



## PREMIER PROBLÈME.

Trouver la latitude et la longitude d'une ville.....	209
--	-----

DES ENTRETIENS. 231

DEUXIÈME PROBLÈME.

Pages.

Trouver à quelle heure le soleil se lève un jour proposé pour une ville, et quelles sont les autres villes pour lesquelles il se lèvera à la même heure..... 210

TROISIÈME PROBLÈME.

Trouver la place du soleil dans l'écliptique et sa déclinaison, le jour du mois étant donné..... 213

QUATRIÈME PROBLÈME.

L'heure d'un lieu étant donnée, trouver l'heure qu'il est dans tous les autres lieux sur le globe..... 213

CINQUIÈME PROBLÈME.

Trouver sans le secours de globe les plus longs comme les plus courts jours pour tous les peuples de la terre, et l'heure du lever et coucher du soleil pour ces jours. . 215

SIXIÈME PROBLÈME.

Trouver à quelle heure une étoile sera au méridien de Paris pour un jour proposé, sans l'aide de globe, au moyen de l'horloge d'Uranie, pl. 6..... 219

SEPTIÈME PROBLÈME.

Trouver de combien de lieues sont emportés dans une heure les habitans d'une ville proposée; par suite du mouvement de la terre sur son axe en 24 heures.... 220

232 TABLE DES ENTRETIENS.

HUITIÈME PROBLÈME.

	Pages.
Trouver sans le secours de globe l'heure qu'il est dans une ville proposée, quand il est une heure indiquée dans une autre ville.....	222

NEUVIÈME PROBLÈME.

Trouver sans globe dans quel point de l'é- cliptique est le soleil à un jour donné. . .	225
--	-----

DIXIÈME PROBLÈME.

Trouver le nombre d'or pour une année donnée.....	225
--	-----

ONZIÈME PROBLÈME.

Trouver l'épacte d'une année quelconque.	226
--	-----

DOUZIÈME PROBLÈME.

Trouver le cycle solaire pour une année quelconque.....	226
--	-----

FIN DE LA TABLE.

---

A. PIHAN DELAFOREST,  
IMPRIMEUR DE MONSIEUR LE DAUPHIN,  
rue des Noyers, n° 37.