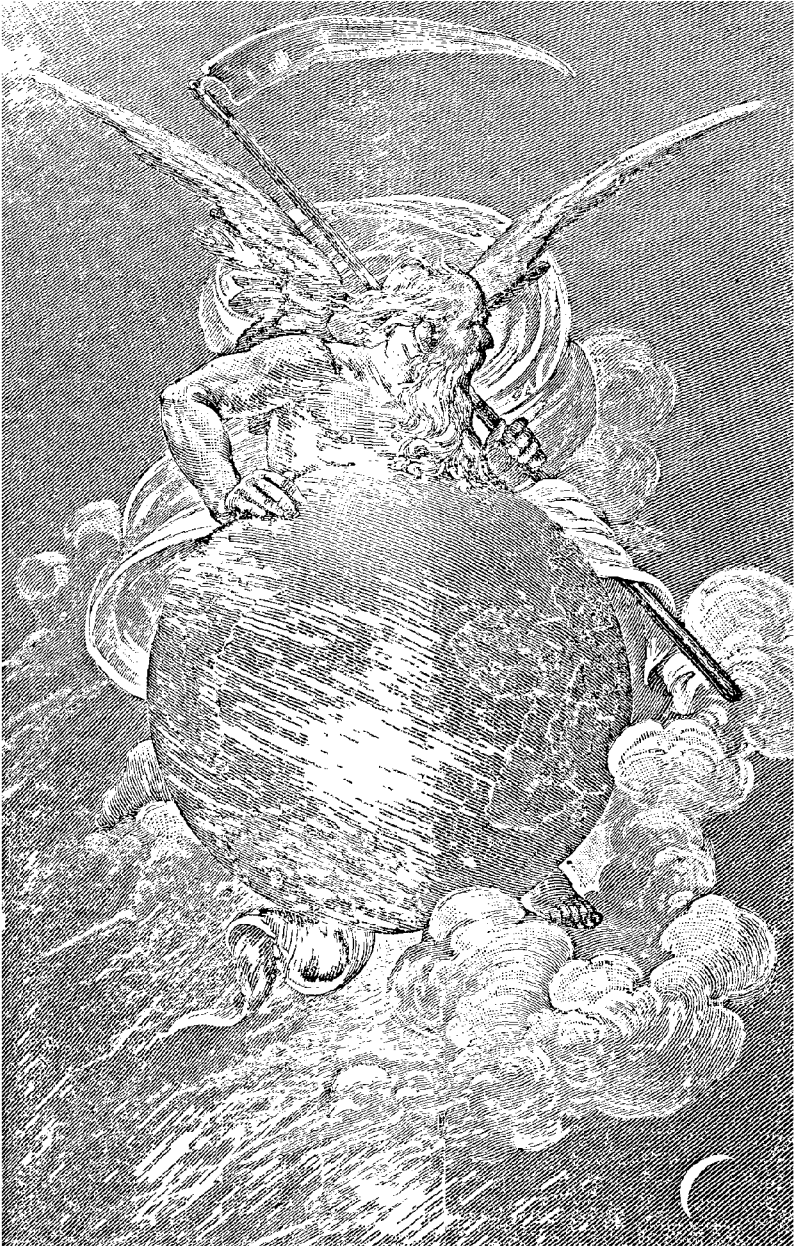




LA TERRE
ET LA LUNE

4^e SÉRIE GRAND IN-8^o.



CAMILLE FLAMMARION

LA TERRE
ET
LA LUNE

EXTRAIT

DE L'ASTRONOMIE POPULAIRE.



LIMOGES
EUGÈNE ARDANT ET C^o, ÉDITEURS

LA TERRE

LIVRE PREMIER

I. — La Terre dans le Ciel.

Ce livre est écrit pour tous ceux qui aiment à se rendre compte des choses qui les entourent, et qui seraient heureux d'acquérir sans fatigue une notion élémentaire et exacte de l'état de l'univers. N'est-il pas agréable d'exercer notre esprit dans la contemplation des grands spectacles de la nature? N'est-il pas utile de savoir au moins sur quoi nous marchons, quelle place nous occupons dans l'infini, quel est ce soleil dont les rayons bienfaisants entretiennent la vie terrestre, quel est ce ciel qui nous environne, quelles sont ces nombreuses étoiles qui pendant la nuit obscure répandent dans l'espace leur silencieuse lumière? Cette connaissance élémentaire de l'univers, sans laquelle nous végéterions comme des plantes, dans l'ignorance et l'indifférence des causes dont nous subissons perpétuellement les effets, nous pouvons l'acquérir, non seulement sans peine, mais encore avec un plaisir toujours grandissant. Loin d'être une science isolée et inaccessible, l'Astronomie

est la science qui nous touche de plus près, celle qui est la plus nécessaire à notre instruction générale, et en même temps celle dont l'étude offre le plus de charmes et garde en réserve les plus profondes jouissances. Elle ne peut pas moins être indifférente, car elle seule nous apprend où nous sommes et ce que nous sommes ; de plus, elle n'est pas hérissée de chiffres, comme de sévères savants voudraient le faire croire ; les formules algébriques ne sont que des échafaudages analogues à ceux qui ont servi à construire un palais admirablement conçu : que les chiffres tombent, et le palais d'Uranie respendit dans l'azur, offrant aux yeux émerveillés toute sa grandeur et toute sa magnificence !

Ce n'est pas à dire pour cela que la lecture d'un ouvrage d'astronomie descriptive ne réclame qu'un esprit inattentif ; un tel livre, au contraire, quoique d'un intérêt naturellement plus réel et plus attachant qu'un roman, doit être lu avec attention, et ce n'est qu'à ce prix que les notions qu'il renferme peuvent laisser une instruction scientifique durable. Mais tandis qu'en achevant la dernière page d'un roman, on en sait juste autant qu'avant de commencer la première, il faudrait être aveugle ou fermé à toute conception intellectuelle pour que la lecture d'un ouvrage de science n'étendit pas admirablement la sphère de nos connaissances et n'élevât pas de plus en plus le niveau de notre jugement. On peut même faire la remarque qu'à notre époque il serait inouï qu'un esprit, tant soit peu cultivé, restât dans l'ignorance des vérités absolues révélées par les grandioses conquêtes de l'Astronomie moderne.

Quels immenses progrès la sublime science du ciel n'a-t-elle pas accomplis en ces dernières années ! L'un des plus beaux ouvrages écrits sur elle est, sans contredit, l'*Astronomie populaire* de François Arago. Notre vénéré maître, le véritable fondateur de l'Astronomie populaire, a quitté ce monde en 1853 ; il y a déjà plus d'un quart de siècle que nous avons

déposé nos couronnes d'immortelles sur son tombeau. Combien la Terre tourne vite ! et que nos années sont rapides ! Ce quart de siècle néanmoins a réalisé à lui seul plus de progrès que le demi-siècle précédent. L'Astronomie a été transformée dans toutes ses branches. Les étoiles ont révélé leur constitution chimique aux investigations hardies et infatigables du *spectroscope*, la comparaison de toutes les observations faites sur les étoiles doubles a fait connaître la vraie nature de ces systèmes et l'importance de leur rôle dans l'univers ; les soleils qui brillent dans les profondeurs de l'infini se montrent animés de vitesses rapides les emportant à travers toutes les directions de l'immensité ; les nébuleuses nous font admirer aujourd'hui, dans le champ télescopique des puissants instruments récemment construits, d'immenses et inénarrables agglomérations de soleils ; les comètes vagabondes ont laissé surprendre les secrets de leur formation chimique et leur parenté avec les étoiles filantes ; les planètes sont descendues jusqu'à notre portée, et déjà, les rapprochant de nous à une proximité étonnante, nous avons pu découvrir leur météorologie, leur climatologie, et même dessiner des cartes géographiques qui représentent leurs continents et leurs mers ; le Soleil a dévoilé sa constitution physique et projette sous nos yeux ses tempêtes et ses éruptions fantastiques, palpitations formidables du cœur de l'organisme planétaire ; la Lune laisse photographier ses paysages et descend à quelques lieues de notre vision stupéfaite ! Tant d'admirables progrès renouvellent entièrement l'ensemble déjà si imposant de nos connaissances astronomiques. D'une part, la science s'est enrichie et transformée ; d'autre part, elle est devenue moins aride et moins égoïste, plus philosophique et plus populaire.

Quels merveilleux résultats ! quelles splendeurs à contempler ! quels champs magnifiques à parcourir ! quelle série de tableaux à admirer, dans ces nobles et pacifiques conquêtes de

l'esprit humain, — sublimes conquêtes, qui n'ont coûté ni sang ni larmes, et qui font vivre l'âme dans la lumière et dans la beauté!

Malgré ces éclatants progrès, il m'eût paru téméraire, néanmoins, de publier une nouvelle « Astronomie populaire » après l'œuvre considérable d'Arago, si vingt années de travaux astronomiques et de libre discussion ne m'y avaient directement préparé, si déjà plus de deux cent mille exemplaires de mes différents ouvrages répandus dans le public ne m'avaient montré l'opportunité d'une publication destinée à répandre sous la forme la plus populaire le goût de cette science magnifique, et si tant de milliers de lecteurs ne m'avaient, par leur sympathie toujours grandissante, encouragé à la réalisation de ce projet, — réalisation qui paraît désirable et utile, quoique déjà de belles publications, notamment celles de MM. Guillemin, Delaunay, Faye, Dubois, Liais (pour ne parler que des auteurs français) aient, en ces dernières années, propagé sous diverses formes la vulgarisation astronomique. J'ose présenter néanmoins cette œuvre-ci comme absolument nouvelle dans sa méthode d'exposition et dans son caractère; son but le plus cher est d'être tout à fait populaire, sans cesser d'être scrupuleusement exacte, et digne de la science incomparable à laquelle elle est consacrée.

L'Astronomie nous offre actuellement, d'ailleurs, l'exemple de l'une de ces transformations radicales qui font époque dans l'histoire des sciences.

Elle sort du chiffre pour devenir vivante. Le spectacle de l'univers se transfigure devant nos esprits émerveillés. Ce ne sont plus des blocs inertes roulant en silence dans la nuit éternelle que le doigt d'Uranie nous montre au fond des cieux : c'est la vie, la vie immense, universelle, se déroulant en flots d'harmonie jusqu'aux horizons inaccessibles de l'infini qui fuit toujours.

La science des astres cesse d'être la secrète confidente d'un petit nombre d'initiés; elle pénètre toutes les intelligences; elle illumine la nature; elle montre que sans elle l'homme aurait toujours ignoré la place qu'il occupe dans l'ensemble des choses, et que son étude, au moins élémentaire, est indispensable à toute instruction qui veut être sérieuse; elle devient enfin véritablement universelle, et chacun sent aujourd'hui le besoin de se rendre compte de LA RÉALITÉ.

De toutes les vérités que l'astronomie nous révèle, la première, la plus importante pour nous et celle qui doit nous intéresser tout d'abord, c'est sa révélation relative à la planète que nous habitons, à sa forme, à sa grandeur, à son poids, à sa position et à ses mouvements. C'est par l'étude de la Terre qu'il convient aujourd'hui de commencer l'étude du Ciel, car en réalité c'est la situation de notre globe dans l'espace et ce sont ses mouvements qui ont fondé l'astronomie ancienne, et c'est à la connaissance exacte de notre planète que l'astronomie moderne nous conduit. L'observation va nous montrer que, loin d'être fixe au centre du monde, la Terre, emportée par le temps, poussée vers un but qui fuit toujours, roule avec rapidité dans l'espace, entraînant dans les champs de l'immensité les générations écloses à sa surface.

L'humanité tout entière s'est trompée pendant des milliers d'années sur la nature de la Terre, sur sa vraie place dans l'infini, et sur la construction générale de l'univers. Sans l'astronomie, elle se tromperait encore aujourd'hui, et actuellement on peut avouer que quatre-vingt-dix-neuf personnes sur cent se font une fausse idée de notre monde et de ses mouvements, simplement parce qu'ils ignorent les éléments de l'astronomie.

La Terre nous paraît être une plaine immense, accidentée de mille variétés d'aspects et de reliefs, collines verdoyantes, vallées fleuries, montagnes plus ou moins élevées, cours d'eau

serpentant dans les plaines, lacs aux frais rivages, vastes mers, campagnes variées à l'infini. Cette Terre nous paraît fixe, assise pour l'éternité sur des fondations séculaires, couronnée d'un ciel tantôt pur, tantôt nuageux, étendue pour former la base inébranlable de l'univers. Le Soleil, la Lune, les étoiles, semblent tourner au-dessus d'elle.

Pendant les longs siècles de l'ignorance primitive, où la vie entière de l'homme était consumée en préoccupations matérielles, les seuls effets de son imagination naissante tendait à se garantir des injures de la nature extérieure, à le défendre contre ses ennemis et à accroître son bien-être physique. Mais bientôt des esprits supérieurs firent progresser la civilisation morale en même temps que la civilisation matérielle. L'intelligence se développa lentement, et le jour vint où, dans les plaines lumineuses de l'Orient, alors fécondes, aujourd'hui stériles, alors peuplées, aujourd'hui désertes, quelques hommes d'élite commencèrent à observer le cours des astres et à fonder l'astronomie des apparences. Ce ne furent d'abord que de simples remarques faites par des pasteurs de l'Himalaya après le coucher du Soleil et avant son lever : les phases de la Lune et le retard diurne de cet astre sur le Soleil et sur les étoiles, le mouvement apparent du ciel étoilé, s'accomplissant silencieusement au-dessus de nos têtes, le déplacement des belles planètes à travers les constellations, l'étoile filante qui semble se détacher des cieux, les éclipses de Soleil et de Lune, mystérieux sujets de terreur, les comètes bizarres qui apparaissent échevelées dans les hauteurs du ciel, tels furent les premiers sujets de ces observations antiques faites il y a des milliers d'années. L'astronomie est la plus ancienne des sciences. Avant même d'avoir inventé l'écriture et commencé l'histoire, les hommes examinaient déjà le ciel et jetaient les bases d'un calendrier primordial. Les observations primitives ont été perdues par les révolutions des peuples; nous en possédons

encore, néanmoins, de fort respectables par leur antiquité, entre autres celle de l'étoile polaire, faite en Chine 2850 ans avant notre ère, celle d'une éclipse de Soleil faite en Egypte l'an 2720, celle d'une étoile de la constellation de l'Hydre faite l'an 2306. Il y a au moins cinq mille ans que notre semaine actuelle de sept jours a été formée, et, depuis plusieurs milliers d'années, aussi, chaque jour a pris le nom des sept astres mobiles connus des anciens, le Soleil, la Lune, Mars, Mercure, Jupiter, Vénus et Saturne.

A l'époque d'Homère (environ neuf cents ans avant notre ère), on croyait que la terre entourée du fleuve *Okéanos*, remplissait de sa masse la moitié inférieure de la sphère du monde, tandis que la moitié supérieure s'étendait au-dessus, et que *Hélios* (le Soleil) éteignait chaque soir ses feux pour les rallumer le matin, après s'être baigné dans les eaux profondes de l'Océan.

D'après les plus anciennes conceptions, fondées sur les illusions qu'un esprit inculte partage avec l'enfant, il ne devait y avoir aucune continuité entre le ciel de la nuit, où brillent les étoiles, et le ciel sur lequel s'était répandu la clarté du jour. Celui qui osa le premier soutenir que pendant le jour le ciel est parsemé d'étoiles comme pendant la nuit, et que, si nous ne les y voyons pas, c'est parce qu'elles sont éclipsées par la lumière du Soleil, celui-là fut certainement un observateur plein de génie et de hardiesse.

Plusieurs astronomes grecs croyaient même encore il y a deux mille ans, que les étoiles étaient des feux nourris par les exhalaisons de la Terre.

On fut bientôt forcé de remarquer que le Soleil, la Lune, les planètes et les étoiles se lèvent et se couchent, et que, pendant les heures qui séparent leur coucher de leur lever, il faut absolument que ces astres passent sous la Terre. *Sous la Terre!* Quelle révolution dans ces trois mots! Jusqu'alors on

avait pu supposer le monde prolongé à l'infini au-dessous de nos pieds, solidement fondé pour toujours, et, sans comprendre cette étendue infinie de la matière, on avait pu se reposer dans l'ignorance et croire à l'inébranlable solidité de la Terre. Mais, puisque les courbes décrites par les astres au-dessus de nos têtes se continuent, après leur coucher, au-dessous de l'horizon pour remonter ensuite au levant, il fallut imaginer la Terre percée de part en part de galeries assez vastes pour y laisser passer les célestes flambeaux. Les uns représentèrent notre séjour sous la forme d'une table circulaire portée sur douze colonnes; les autres sous la forme d'un dôme posé sur le dos de quatre éléphants d'airain; mais l'idée de faire scuténir le monde, soit par des montagnes, soit autrement, ne faisait que reculer la difficulté, car ces montagnes, ces colonnes, ces éléphants, devaient à leur tour reposer sur une fondation inférieure. Comme, d'ailleurs, le ciel tout entier se montre tournant tout d'une pièce autour de nous, les subterfuges inventés pour conserver à la Terre quelque chose de sa stabilité première durent disparaître par la force des choses, et l'on fut obligé d'avouer que *la Terre est isolée de toutes parts*.

Hésiode, contemporain d'Homère, croyait la Terre soutenue comme un disque à égale distance entre la voûte du ciel et la région des enfers, distance mesurée un jour prétend-il, par l'encelume de Vulcain, qui aurait employé neuf jours et neuf nuits pour tomber du Ciel sur la Terre, et le même temps pour tomber de la Terre au Tartare. Ces idées dominèrent pendant bien longtemps les conceptions humaines sur la construction de l'univers.

Mais le flambeau du progrès était allumé et ne devait plus s'éteindre. Les développements de la géographie prouvèrent que notre monde a la forme d'une sphère. On se représenta donc la Terre comme une boule énorme, placée au centre de l'univers, et l'on fit tourner autour de nous, suivant des cercles

échelonnés l'un au delà de l'autre, le Soleil, la Lune, les planètes et les étoiles, comme les apparences l'indiquaient.

Pendant deux mille ans environ, les astronomes observèrent attentivement les révolutions apparentes des corps célestes, et cette étude attentive leur montra peu à peu un grand nombre d'irrégularités et de complications inexplicables, jusqu'au jour où l'on reconnut qu'on se trompait sur la position de la Terre comme on s'était trompé sur sa stabilité. L'immortel Copernic, en particulier, discuta avec persévérance l'hypothèse du mouvement de la Terre, déjà soupçonnée deux mille ans avant lui, mais toujours repoussée par l'amour-propre de l'homme, et, lorsque ce savant chanoine polonais fit ses adieux à notre monde, en l'année 1543, il légua à la science son grand ouvrage, qui démontrait clairement l'erreur séculaire de l'humanité.

Le globe terrestre tourne sur lui-même en vingt-quatre heures, et ce mouvement fait tourner en apparence le ciel entier autour de nous : voilà la première vérité démontrée par Copernic et le premier fait que nous aurons à examiner. Il importe, du reste, de commencer précisément notre étude astronomique par l'examen général de la position de la Terre dans l'espace et de l'ensemble de ses mouvements.

En effet, ce mouvement de rotation diurne n'est pas le seul dont la Terre soit animée. Emportée par la puissance de la gravitation, elle vogue autour du Soleil, à la distance de 148 millions de kilomètres, en une longue révolution qu'elle emploie une année à parcourir.

Pour accomplir, comme elle le fait, en 365 jours un quart cet immense parcours autour du Soleil, notre sphère est obligée de courir dans l'espace en raison de 643 000 lieues par jour, ou 106 000 kilomètres à l'heure ou 29 kilomètres par seconde ! C'est là un fait mathématique absolument démontré. **Six méthodes différentes et indépendantes l'une de l'autre se sont**

accordées pour constater que la distance du Soleil est de 148 millions de kilomètres; or la Terre vogue à cette distance en une révolution intégralement parcourue en une année précise. Le calcul est facile.

Nous voguons donc dans l'immensité avec une vitesse onze cents fois plus rapide que celle d'un train express. Comme un tel train va onze cents fois plus vite qu'une tortue, si l'on pouvait lancer une locomotive à la poursuite de la Terre dans l'espace, c'est exactement comme si l'on envoyait une tortue courir après un train express! Cette vitesse de notre globe sur sa route céleste est 75 fois plus rapide que celle d'un boulet de canon.

Un être placé dans l'espace, non loin de l'orbite idéale que la Terre parcourt dans sa course rapide, frissonnerait de terreur en la voyant arriver sous la forme d'une étoile grandissante, s'approcher, lune épouvantable, couvrir le ciel entier de son dôme, traverser sans arrêt le champ de sa vision effrayée, rouler sur elle-même, et s'enfuir comme l'éclair en se rapetissant dans les profondeurs béantes de l'espace...

C'est sur ce globe mobile que nous sommes, à peu près dans la même situation matérielle que des grains de poussière adhérents à la surface d'un énorme boulet de canon lancé dans l'immensité... Partageant absolument tous les mouvements du globe, avec tout ce qui nous entoure, nous ne pouvons pas sentir ces mouvements, et l'on n'a pu les constater que par l'observation des astres qui ne les partagent pas. Divin mécanisme sidéral, la force qui transporte notre planète s'exerce sans efforts, sans frottements et sans chocs, au sein du silence absolu des cieux éternels. Plus douce que la barque sur un fleuve limpide, plus douce que la gondole abandonnée au miroir des lagunes de Venise, la Terre glisse majestueusement sur son orbite idéale, ne laissant apercevoir aucune trace de la force formidable qui la conduit. Ainsi, mais avec moins de per-

fection encore, glisse l'aérostat solitaire au sein de l'air transparent. Combien de fois, confié à la nacelle du navire aérien, soit pendant les heures lumineuses du jour au-dessus des campagnes verdoyantes, soit pendant la nuit obscure, à la mélancolique clarté de la Lune et des étoiles, combien de fois n'ai-je pas comparé la marche glorieuse de l'aérostat dans l'atmosphère à celle de la Terre dans l'espace (1) !

Malgré les apparences, *la Terre est donc un astre du ciel*, comme la Lune, comme les autres planètes, qui ne sont pas plus lumineuses qu'elle en réalité, et ne brillent dans le ciel que parce qu'elles sont illuminées par le soleil. Vue de loin dans l'espace, la Terre brille comme la Lune; vue de plus loin, comme une étoile. Vue de Vénus et Mercure, elle est la plus brillante étoile du ciel.

Le mouvement de translation de notre globe autour du Soleil produit pour nous la succession des saisons et des années; son mouvement de rotation sur lui-même produit la succession des jours et des nuits. Nos divisions du temps sont formées par ces deux mouvements. Si la Terre ne tournait pas, si l'Univers était immobile, il n'y aurait ni heures, ni jours, ni semaines, ni mois, ni saisons, ni années, ni siècles!... Mais le monde marche.

Les deux mouvements que nous venons de remarquer sont les plus importants pour nous, mais ce ne sont pas les seuls dont notre globe soit animé. La Terre, en effet, est portée dans le ciel et mue en divers sens par plus de dix mouvements différents, dont voici les principaux :

Et d'abord notre globe ne roule pas comme le ferait un boulet sur une route, c'est-à-dire en conservant horizontalement l'axe idéal autour duquel le mouvement de rotation s'effectue; il ne se transporte pas non plus dans l'espace en ayant son axe

(1) Voy. mes *Voyages aériens*, Paris, Hachette, 1870.

vertical, comme le ferait une toupie glissant toute droite sur le parquet; son axe de rotation n'est ni droit ni couché, mais incliné d'une certaine quantité, et cette inclinaison reste la même pendant toute l'année, de sorte que la Terre se transporte autour du Soleil en conservant toujours la même inclinaison de mouvement par rapport à lui. Son axe de rotation reste parallèle à lui-même pendant tout le cours de la révolution annuelle et son extrémité nord reste constamment dirigée vers un point fixe du ciel, voisin de l'étoile polaire. Mais lentement, de siècle en siècle, cet axe tourne lui-même, comme un doigt qui, dirigé vers une étoile, tracerait lentement un cercle dans le ciel, de sorte que le pôle se déplace parmi les étoiles, et, dans l'espace de 260 siècles, il décrit un cercle complet. L'étoile polaire actuelle s'éloignera donc du pôle dans un temps mathématiquement déterminé. Dans douze mille ans, si toutes choses sont restées en l'état ce serait la brillante étoile de la Lyre qui serait au pôle, comme elle y aurait été il y a déjà quatorze mille ans (si le monde eut existé). Ce mouvement séculaire est celui de la *précession des équinoxes*. Voilà donc un troisième mouvement, bien plus lent que les deux premiers.

(Le lecteur est prié de ne pas s'inquiéter en ce moment s'il ne comprend pas absolument tous les termes employés : il ne s'agit ici que d'un aspect général, et le tout sera expliqué un peu plus loin).

Un quatrième mouvement, dû à l'action de la Lune et nommé *nutation*, fait décrire à l'axe du monde de petites ellipses rapides tracées sur la sphère céleste en dix-huit années.

Un cinquième mouvement fait osciller lentement l'inclinaison de l'axe, qui est actuellement de 23 degrés, ou du quart d'un angle droit; elle diminue maintenant pour se relever dans les siècles futurs; cette oscillation séculaire se nomme la *variation de l'obliquité de l'écliptique*.

Un sixième mouvement fait varier la courbe que notre planète décrit autour du Soleil, courbe non circulaire, mais elliptique ; suivant les siècles, l'ellipse se rapproche plus ou moins du cercle. On appelle ce mouvement *la variation de l'excentricité*.

Dans cette ellipse, dont le Soleil occupe un des foyers, le point le plus rapproché de l'astre lumineux se nomme le périhélie ; la Terre y passe actuellement le 1^{er} janvier. Un septième mouvement déplace aussi ce point. En l'an 4000 avant notre ère, la Terre s'y trouvait le 21 septembre, et en l'an 1250 de notre ère, le 21 décembre. Le périhélie arriverait le 21 mars en l'an 6590 ; le 22 juin en l'an 11910, et enfin, en l'an 17000, il serait revenu au point où il était il y a quatre mille ans. Durée 210 siècles. C'est la variation séculaire du *Périhélie*.

Ce n'est pas tout encore.

Un huitième mouvement, causé par l'attraction variable des planètes, dérange encore tous les précédents, en produisant des *perturbations* de différents ordres.

Un neuvième déplace le Soleil du foyer géométrique de l'ellipse terrestre, et déplace en même temps le centre de la révolution annuelle de la Terre.

Enfin, un dixième mouvement, plus considérable encore que tous les précédents, emporte le Soleil à travers l'infini, et avec lui la Terre ainsi que toutes les autres planètes. Depuis qu'il existe, *notre globe n'est pas passé deux fois au même endroit*, et il ne reviendra jamais au point où nous nous trouvons actuellement ; nous tombons dans l'infini en décrivant une série de spirales sans cesse modifiées.

Ces mouvements seront expliqués en détail dans le chapitre suivant. L'importance était de les *signaler* tout de suite, afin que nous soyons une fois pour toutes affranchis de tout préjugé sur la prétendue importance de notre monde, afin que nous

sentions bien surtout que notre patrie est tout simplement un globe mobile emporté dans l'espace, véritable jouet des forces cosmiques, courant à travers le vide éternel vers un but qu'elle ignore, subissant dans sa marche inconstante les oscillations les plus variées, se balançant dans l'infini et avec la légèreté d'un atome de poussière dans un rayon de soleil, volant avec une vitesse vertigineuse au-dessus de l'abîme insondable, nous emportant tous, depuis des milliers d'années, et pendant bien des milliers d'années encore, dans une destinée mystérieuse, que l'esprit le plus clairvoyant ne peut discerner, au-delà de l'horizon toujours fuyant de l'avenir.

Il est impossible de considérer froidement cette réalité sans être frappé de l'étonnante et inexplicable illusion dans laquelle sommeille la majeure partie de l'humanité. Voilà un petit globe qui tourbillonne dans le vide infini; autour de ce globule végètent 1400 millions de mites raisonneuses, sans savoir (astronomiquement parlant) ni d'où elles viennent ni où elles vont, chacune d'elles, d'ailleurs, ne naissant que pour mourir assez vite; et cette pauvre humanité a résolu le problème, non de vivre heureuse dans le soleil de la nature, mais de souffrir constamment par le corps et par l'esprit. Elle ne sort pas de son ignorance native, ne s'élève pas aux jouissances intellectuelles de l'art et de la science, et se tourmente perpétuellement d'ambitions chimériques. Etrange organisation sociale! Elle s'est partagée en troupeaux livrés à des chefs, et l'on voit de temps en temps ces troupeaux, atteints d'une folie furieuse, se déchaîner les uns contre les autres, et l'hydre infâme de la Guerre moissonner les victimes, qui tombent comme les épis mûrs sur les campagnes ensanglantées : quarante millions d'hommes sont égorgés régulièrement chaque siècle pour maintenir le partage microscopique du petit globule en plusieurs fourmillières!...

Lorsque les hommes sauront ce que c'est que la Terre, et

connaîtront la modeste situation de leur planète dans l'infini; lorsqu'ils apprécieront mieux la grandeur et la beauté de la nature; ils ne seront plus aussi fous, aussi matériels, mais ils vivront en paix, dans l'étude féconde du Vrai, dans la contemplation du Beau, dans la pratique du Bien, dans le développement progressif de la raison, dans le noble exercice des facultés supérieures de l'intelligence.

II. — Comment la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil. — Le jour et la nuit. — Les heures. — Les méridiens. — L'année et le calendrier.

Nous allons étudier en détail *tous les mouvements de la Terre.*

Ne suivons pas la méthode ordinaire des traités d'astronomie qui commencent par décrire les apparences, dont ils sont obligés ensuite de démontrer la fausseté. Commençons tout de suite par la réalité.

Il n'y a rien de plus curieux que ces mouvements et leurs conséquences sur notre vie matérielle comme sur les jugements de notre esprit. Ce sont eux qui constituent la mesure du temps, et notre vie tout entière est réglée par cette mesure. La durée même de notre existence, les périodes qui la partagent, les fonctions qui l'occupent, notre calendrier annuel comme les époques de l'histoire, sont autant d'effets intimement liés aux mouvements de la terre. Étudier ces mouvements, c'est étudier le principe même de la biologie humaine.

Quelle inépuisable variété distingue les mondes les uns des

autres. Sur la Lune, par exemple, il n'y a que douze jours et douze nuits par an, et l'année y a la même durée que la nôtre. Ici, nous comptons 365 jours par an. Sur Jupiter, l'année est près de douze fois plus longue que la nôtre et le jour plus de moitié plus court, de telle sorte qu'il n'y a pas moins de 10 455 jours dans l'année de ce monde ! Sur Saturne, la disproportion est plus extraordinaire encore, car son année, trente fois plus longue que la nôtre, compte 25 217 jours ! Et que dirons-nous de Neptune, dont chaque année dure plus d'un siècle et demi : 165 de nos rapides années. — En supposant qu'il y eut des habitants semblables à nous, si la biologie, c'est-à-dire la durée de la vie humaine y était réglée dans les mêmes proportions une jeune fille qui aurait dix-sept ans sur Neptune aurait réellement vécu 2 800 de nos années, et par conséquent aurait eu déjà environ mille de nos années quand N.-S. Jésus-Christ naquit en Judée : elle aurait été la contemporaine de Romulus, de Jules César, de Constantin, de Clovis, de Charlemagne, de François I^{er}, de Louis XIV, de Robespierre... et on devrait dire d'elle, elle n'a que dix-sept ans !!! Singulière fiancée, elle épousera dans trois ou quatre cents ans le jeune homme de ses rêves, âgé lui-même de plus de trois mille ans terrestres.

La succession du jour et de la nuit a naturellement formé la première mesure du temps. C'est le fait naturel qui nous frappe le plus et ce n'est que plus tard que l'on a remarqué la succession des saisons, évalué leur durée et reconnu la longueur de l'année. Les phases de la Lune sont plus rapides et plus frappantes que les saisons, et le temps a dû être divisé par jours et par mois longtemps avant d'être divisé par année. Les antiques poèmes de l'Inde nous ont même conservé les derniers échos des craintes des premiers hommes à l'arrivée de la nuit. Le Soleil, le bon Soleil a tout à fait disparu à l'occident : est-il bien sûr que nous le revoyions demain matin à l'orient ? S'il ne revenait plus ! Plus de lumière, plus de chaleur ; la

nuît glacée, la nuit ténébreuse couvre le monde ! Comment retrouver le feu perdu ? Comment remplacer le bienfaisant Soleil et sa céleste lumière ? Les étoiles laissent cribler du haut des cieux leur mélancolique clarté ; la Lune verse dans les vagues de l'atmosphère cette rosée argentée qui répand tant de charme sur le sommeil de la nature ; mais ce n'est pas le soleil, ce n'est pas le jour... Ah ! voici l'aurore qui s'éclaire lentement, voici la lumière, voici le jour : Soleil ! roi des cieux, sois béni ! oh ! n'oublie jamais de revenir !

Qu'est-ce que le jour ? Qu'est-ce que la nuit ? Deux effets contraires produits par la combinaison du mouvement de rotation de la Terre avec l'éclairement du Soleil. Si notre globe ne tournait pas, l'astre du jour étant fixe, il y aurait jour éternel sur la moitié du globe et nuit éternelle sur l'autre moitié. Notre globe est isolé dans l'espace et il n'y a ni haut ni bas dans l'univers. Considérons-le à un moment quelconque, par exemple à l'heure où nous comptons midi. Nous nous trouvons alors sur la ligne centrale de l'hémisphère éclairée par le soleil. Le globe terrestre produit par lui-même une ombre à l'opposé de lumière solaire. Les pays situés sur l'hémisphère opposé au nôtre sont alors plongés dans l'ombre ou dans la nuit. La nuit n'est donc autre chose que l'état de la partie non éclairée. La Terre tourne. Douze heures plus tard, nous serons à notre tour au milieu de l'ombre ou à minuit. Mais cette ombre produite par la Terre ne s'étend pas sur tout l'univers, comme la première impression des sens le ferait penser ; elle n'a que la largeur de la Terre (3183 lieues), et tout ce qui est en dehors reste éclairé dans l'espace, où il y a autant de lumière à minuit qu'à midi ; la Lune et les planètes reçoivent constamment la lumière du Soleil. De plus comme le Soleil est plus gros que la Terre, et même beaucoup plus gros, cette ombre que la Terre projette derrière elle a la forme d'un cornet, d'un cône, et elle se termine en pointe à la distance de trois cent mille lieues.

Quelquefois, la Lune, dont la distance n'est que de 96 000 lieues, vient à passer à travers l'ombre de la Terre, et l'on constate alors, par l'éclipse de ce globe, que notre ombre est circulaire; c'est même là l'une des premières preuves que l'on a eues de la forme globulaire de notre ile flottante.

Nous pouvons prendre pour image de la Terre une petite boule traversée par une aiguille et supposer que nous la faisons tourner entre deux doigts. L'aiguille représente l'*axe*; les deux points diamétralement opposés de la boule auxquels l'aiguille aboutit sont les deux *pôles*. Voilà deux notions importantes, et, comme on le voit, très faciles à retenir. Nous savons maintenant ce que c'est que l'axe du globe : c'est la ligne idéale qui le traverse et autour de laquelle s'exécute son mouvement de rotation. Nous savons aussi maintenant ce qu'on entend par pôles. Eh bien ! ramenons la boule de notre côté de manière à voir la tête de l'aiguille juste de face, et supposons qu'elle tourne comme la Terre; nous verrons ce globe tourner en sens contraire du mouvement des aiguilles d'une montre.

Les divers pays du globe passent tour à tour par le jour et par la nuit. Ainsi supposons que Paris se trouve juste au-dessous du soleil, et nous comptons midi. Les pays situés à gauche de la France sont à l'orient pour elle, sont sortis de l'ombre avant elle, et ont passé avant elle sous le soleil; de sorte que, quand il est midi à Paris, il est 1 heure à Vienne, 2 heures à Suez, 3 heures à Téhéran, 4 heures à Boukhara, 5 heures à Delhi, dans les Indes, etc. Tous les pays situés sur une même ligne horaire ont la même heure en même temps. Ces lignes horaires sont les *longitudes* : ce sont de grands cercles qui divergent du pôle. Si l'on coupe la sphère en deux, à égale distance des deux pôles par un plan perpendiculaire à l'axe, on trace de la sorte l'*équateur*. Pour mesurer les distances entre le pôle et l'équateur, on trace autour du pôle, pris pour

centre, des cercles successifs qui prennent le nom de *latitudes*.

Quand il est midi à Paris, il est midi en même temps tout le long de la ligne tracée du pôle nord au pôle sud en passant par Paris, comme à Bourges, Carcassonne, Barcelonne, Alger, Gamba (sud de l'Afrique), etc. Il en est de même pour chaque longitude. Les différences d'heures sont réglées par les différences de longitudes. On a inscrit sur cette figure des chiffres correspondant à différentes villes échelonnées autour du monde. Les voici avec leurs différences d'heures. Quand il est midi à Paris, ces différents points ont l'heure inscrite en regard de chacun d'eux.

1 Paris.	midi	14 San-Francisco. . .	3 ^h 41 ^m mat.
2 Vienne	midi 56 ^m	15 San-Diego.	4 ^h 2 ^m
3 Saint-Petersbourg. . .	1 ^h 52 ^m soir	16 Mexico.	5 ^h 14 ^m
4 Suez.	2 ^h	17 Nouvelle-Orléans.	5 ^h 50 ^m
5 Téhéran	3 ^h 16 ^m	18 Cuba	6 ^h 21 ^m
6 Boukhara.	4 ^h 3 ^m	19 New-York.	6 ^h 55 ^m
7 Delhi	5 ^h	20 Québec.	7 ^h 6 ^m
8 Ava.	6 ^h 14 ^m	21 Cap Farewell. . . .	8 ^h 55 ^m
9 Pékin.	7 ^h 37 ^m	22 Reikiavig.	10 ^h 23 ^m
10 Iedo.	9 ^h 10 ^m	23 Mogador.	11 ^h 12 ^m
11 Okhotsk	9 ^h 23 ^m	24 Lisbonne	11 ^h 14 ^m
12 Iles aléoutiennes, minuit	45 ^m	25 Londres	11 ^h 50 ^m
13 Petropolowski.	1 ^h 35 ^m mat.		

Nous pouvons, par curiosité, ajouter les villes suivantes :

Brest.	11 ^h 33 ^m	Rome.	midi 40 ^m
Strasbourg.	midi 22 ^m	Berlin.	midi 41 ^m
Bruxelles.	midi 18 ^m	Amsterdam.	midi 10 ^m
Madrid.	11 ^h 35 ^m	Stockholm.	1 ^h 3 ^m

La France géographique, de l'Océan au Rhin, n'a qu'une largeur parcourue par le soleil en 49 minutes (1).

Remarquons en passant une conséquence assez curieuse de ces différences d'heures. La ville de New-York, par exemple, est de 5 heures 5 minutes en retard sur Paris, et San-Francisco est en retard de 8^h 19^m. Si donc on envoyait de Paris à ces deux villes une dépêche télégraphique, qui pût être transmise directement, comme la vitesse électrique est pour ainsi dire instantanée, la dépêche serait reçue à New-York 5^h 5^m, et à San-Francisco 8^h 19^m, *avant* l'heure à laquelle elle aurait été expédiée. Partie, par exemple, de Paris le 1^{er} janvier 1879 à 4 heures du matin, elle arriverait à New-York le 31 décembre 1878 à 10 heures 55 minutes du soir, et à San-Francisco à 7 heures 41 minutes, arrivant ainsi à sa destination la veille de son départ et l'année précédente! Le timbre de l'arrivée serait antérieur au timbre de départ.

Quelle est la durée exacte du jour?

On a, dès une haute antiquité, partagé cette période en vingt-quatre parties, comptées, soit du midi, soit du coucher du soleil, soit de minuit, soit du lever du Soleil. Cette durée de 24 heures est le temps qui sépare deux midis consécutifs. *C'est la durée du jour civil.*

Chacun a remarqué que le soleil se lève le matin à l'est,

(1) On ne se figure pas ordinairement le peu d'espace qu'il suffit pour changer les heures. Rouen et Paris diffèrent de 5 minutes, en sorte qu'une montre réglée à Paris avance de cinq minutes quand on la porte à Rouen, et dans Paris même deux points très rapprochés, par exemple le Luxembourg et l'École Polytechnique, diffèrent déjà de trois secondes de temps dont la pendule bien réglée au Luxembourg retarde sur la pendule également bien réglée à l'École Polytechnique. Du reste, à la latitude de Paris, le tour du globe est de 26 350 000 mètres, et 305 mètres donnent une différence de temps de une seconde. Le soleil de midi emploie 37 secondes pour traverser Paris. Versailles est à 51 secondes du méridien de l'Observatoire, Mantes, à 2^m28", etc. Il va sans dire que les différences se comptent dans la direction est-ouest, la direction nord-sud n'ayant rien à faire avec le mouvement diurne.

monte lentement dans le ciel, atteint sa plus grande élévation à midi, descend lentement en continuant le même cercle oblique, et se couche le soir à l'ouest. Si l'on a l'est à gauche et l'ouest à droite, on a le midi en face et le nord derrière soi. Lorsque nous regardons le sud, nous avons donc le pôle nord derrière nous. On appelle *méridien* un grand cercle de la sphère céleste que l'on trace, par la pensée, en partant du nord, passant juste au-dessus de nos têtes, et continué jusqu'au sud, cercle vertical placé juste à égale distance de l'est et de l'ouest. Le soleil traverse ce cercle à midi. Entre deux passages du soleil au méridien, il y a 24 heures.

L'observation constante du ciel a montré que ce chiffre ne représente pas la vraie durée du mouvement de rotation de la Terre. En effet, le soleil ne revient pas exactement tous les jours au même instant au méridien : tantôt il est en retard, tantôt il est en avance. Si l'on observe au contraire une étoile, on constate qu'elle se lève comme le soleil, qu'elle se couche à l'ouest, et qu'elle passe au méridien comme lui, mais avec une ponctualité absolue : à la seconde même. Entre deux passages consécutifs d'une étoile au méridien, on compte toujours 86 164 secondes, jamais une seconde de plus, jamais une seconde de moins. Ces 86 164 secondes ne font pas 24 heures juste, mais 23 heures 56 minutes 4 secondes. Telle est la *durée précise* et constante *du mouvement de rotation de la Terre*.

La différence entre cette durée et celle du jour solaire s'explique très facilement si l'on réfléchit à la manière dont la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil. Si on considère, en effet, le globe terrestre à un moment quelconque, on remarque qu'il tourne autour du soleil de la gauche vers la droite, le long d'une orbite qu'il emploie une année à parcourir et tourne en même temps sur lui-même de la droite vers la gauche, de telle manière que lorsque la terre aura accompli une rotation entière, le point qui la veille se trouvait juste devant

le soleil, se retrouvera exactement au même endroit que la veille. Mais la translation de la Terre vers la droite aurait fait par perspective reculer le soleil vers la gauche, et pour que ce même point revienne de nouveau devant le soleil, et qu'il soit de nouveau midi, il faut que la Terre continue de tourner sur elle-même encore pendant 3 minutes 56 secondes ; et cela tous les jours de l'année. C'est ce qui fait que le jour solaire ou civil est plus long que la rotation diurne du globe, nommée aussi jour sidéral. Il y a par an 365 jours solaires un quart ; mais il y a en réalité 366 rotations un quart, justement une de plus.

Remarquons encore ici que la vitesse de la Terre sur son orbite tracée autour du Soleil n'est pas constamment la même : elle va plus vite en hiver, moins vite en été ; il en résulte que la quantité dont il faut que la Terre continue de tourner chaque jour pour compléter le jour solaire varie d'une saison à l'autre, et qu'entre deux midis solaires consécutifs il n'y a pas toujours 24 heures juste. Mais comme il serait assez désagréable de faire subir aux horloges cette variation, et qu'il est d'autant plus nécessaire de les régler une fois pour toutes qu'elles ont plus de tendances à se déranger d'elles-mêmes, le temps civil est réglé sur un soleil fictif moyen qui est censé passer tous les jours au méridien à midi précis. *Une montre bien réglée ne doit pas marcher avec le Soleil*, car en réalité elle ne s'accorde que quatre fois par an avec le cadran solaire. Il peut être intéressant pour un grand nombre de nos lecteurs de connaître la différence qui doit exister entre une montre bien réglée et le cadran solaire. Voici quelle heure la montre doit marquer à midi du soleil. Les heures sont calculées à quelques secondes près suivant les années.

Différence entre l'heure civile et l'heure du soleil. Heure que doit marquer une montre à midi du cadran solaire.

1 ^{er} janvier.	midi 4 minut.	45 juillet.	midi 5 minut
15 —	— 40 —	26 —	— 6 —
1 ^{er} février	— 14 —	15 août	— 4 —
15 —	— 14 ^m 1/2	31 —	midi 0 —
1 ^{er} mars.	— 12 minut.	15 septembre	11 ^h 55 —
15 —	— 9 —	1 ^{er} octobre.	11 ^h 49 —
1 ^{er} avril.	— 4 —	15 —	11 ^h 46 —
15 —	midi 0 —	9 novembre	11 ^h 43 —
1 ^{er} mai.	11 ^h 57 minut.	15 —	11 ^h 44 —
15 —	11 ^h 55 —	1 ^{er} décembre	11 ^h 49 —
1 ^{er} juin.	11 ^h 57 —	15 —	11 ^h 55 —
15 —	midi 0 —	25 —	midi 0 —
1 ^{er} juillet.	— 3 —		

On voit qu'aux dates des 15 avril, 15 juin, 31 août et 25 décembre le temps civil est le même que celui du cadran solaire; tandis que le 11 février le second retarde de plus de 14 minutes sur le premier, le 15 mai avance de près de 5 minutes, le 26 juillet retarde de 6 minutes et le 3 novembre avance de 17 minutes. Le règlement des horloges publiques et des montres sur le temps moyen n'est pas très ancien : il a été fait après le premier Empire, en 1816. Cependant, dès le temps de Louis XIV, la communauté des horlogers de Paris avaient pris pour armoirie une pendule avec cette orgueilleuse devise : *Solis mendaces arguit horas*. Elle prouve que les heures du Soleil sont menteuses.

Tout le monde connaît les cadrans solaires, sur lesquels l'ombre d'une tige exposée au soleil indique approximativement l'heure solaire. Le plus ordinairement c'est sur la surface verticale d'un mur, exposé de manière à être éclairé par le soleil, que l'on reçoit l'ombre du style, et que l'on trace par consé-

quent les lignes horaires avec lesquelles cette ombre doit venir coïncider successivement. Mais on peut construire un cadran solaire sur une surface plane quelconque, verticale, horizontale, ou inclinée, et même sur une surface courbe, de telle forme et de telle position qu'on voudra. La seule condition qu'une surface doive remplir pour qu'on puisse y construire un cadran solaire c'est qu'elle reçoive les rayons du soleil pendant une partie de la journée.

Les cadrans solaires, par leur nature, marquent nécessairement le temps solaire. Si l'on veut s'en servir pour mettre à l'heure une horloge qui doit marquer le temps moyen, il faut avoir recours à la table de l'équation du temps que nous avons donnée plus haut (p. 29). Cependant, on est parvenu à donner aux cadrans solaires des dispositions telles qu'ils fournissent directement des indications relatives au temps moyen. La disposition la plus usitée consiste à tracer sur un cadran solaire fixe, à plaque percée, une ligne courbe, destinée à faire connaître, chaque jour, l'instant auquel il est midi moyen. Cette ligne courbe, que l'on nomme la *méridienne du temps moyen*, a la forme d'un 8 allongé. Pendant bien des siècles, on n'a eu pour mesurer le temps que des cadrans solaires et des horloges à eau ou clepsydres. L'eau qui s'écoulait régulièrement d'un réservoir arrivait dans un vase, où elle montait d'heure en heure. Un flotteur posé sur le liquide portait une figure qu'il soulevait régulièrement et qui était chargée d'indiquer les heures. Les anciens astronomes de la Chine, de l'Asie, de la Chaldée et de la Grèce mesuraient ainsi les heures de la nuit, les passages des étoiles au méridien et la durée des éclipses.

Remarque assez curieuse, la rotation diurne de la Terre sur elle-même et sa révolution annuelle autour du Soleil sont deux faits absolument indépendants l'un de l'autre et qui n'ont pas entre eux de commune mesure. Il n'y a pas un nombre exact de jours dans l'année. Une révolution complète de notre

globe autour de l'astre central s'accomplit, non pas en 365 jours exacts, ni en 366, mais en 365 jours et un quart. Il en résulte qu'on est obligé de faire tous les quatre ans une année de 366 jours, les trois autres étant de 365. Encore ce quart n'est-il pas exact lui-même. Il n'y a pas tout à fait un quart de jour à ajouter à 365 pour former l'année précise, de sorte que si pendant plusieurs siècles on conservait régulièrement une année bissextile sur quatre, on irait trop lentement et l'on serait bientôt sensiblement en retard sur la nature. C'est, du reste, ce qui est arrivé, et ce qui occasionna en 1582 la réforme du calendrier, décidée par le pape Grégoire XIII : cette année-là on dut ajouter dix jours accumulés depuis le temps de Jules César qui, dans le dernier siècle qui précéda l'ère chrétienne, avait ajouté un quart de jour à l'année admise jusqu'alors de 365 jours exactement, et fait une année bissextile sur quatre. Les astronomes du seizième siècle corrigèrent leurs prédécesseurs ; le 5 octobre 1582 s'appela le 15 dans tous les pays catholiques, et l'on décida que, pour éviter le retour d'une pareille différence, on retrancherait trois années bissextiles séculaires sur quatre. Ainsi, les années 1700, 1800, et 1900, bissextiles selon l'ancien calendrier, ne le sont pas dans le nouveau, mais l'année 2000 le sera. Il y a des pays en retard, comme la Russie, qui, pour des motifs religieux et politiques, n'ont pas encore adopté cette réforme, et qui préfèrent être en désaccord avec la nature que d'accord avec le pape ; ils ont laissé bissextiles les années 1700 et 1800, et sont actuellement en retard de douze jours. Dans vingt ans, ils seront en retard de treize jours, s'ils continuent de suivre le calendrier de Jules César. — La durée exacte de l'année est de 365 jours 5 heures 48 minutes 47 secondes.

Telle est la durée de « l'année tropique, » c'est-à-dire de la révolution des saisons, qui constituent pour nous le fait principal du mouvement apparent du Soleil et la traduisent par ses

effets dans les phénomènes de la nature. C'est là pour nous la véritable année, l'année météorologique, l'année civile. Mais ce n'est pas exactement la durée précise de la révolution de la Terre autour du Soleil. En vertu de la précession des équinoxes, dont nous avons déjà parlé dans le chapitre précédent, et que nous expliquerons bientôt en détail, lorsque la Terre revient au bout de l'année au point de l'équinoxe du printemps, elle est encore à une distance de plus de 20 minutes du point de l'espace où elle doit revenir pour avoir accompli une révolution complète autour du Soleil. La révolution astronomique de la Terre, ou son « année sidérale, » est de 365 jours 6 heures 9 minutes 11 secondes.

La Terre tournant en cercle autour du Soleil (en réalité, c'est une ellipse qui se rapproche beaucoup du cercle), une telle figure n'a ni commencement ni fin, de sorte que la nature elle-même ne s'est pas chargée de marquer où l'année commence et où elle finit. D'ailleurs, en fait, l'année, comme le jour, ne commence et ne finissent nulle part.

Du temps de Charlemagne, on commençait l'année à Noël en France et dans tous les pays soumis à la juridiction du grand empereur. Ce jour était doublement célèbre, comme fête de la naissance du Christ et comme jour du renouvellement de l'année; cette vieille coutume a laissé des traces impérissables dans les habitudes saxonnes, car aujourd'hui encore, chez les Allemands et chez les Anglais, le jour de Noël est fêté avec beaucoup plus d'éclat que le 1^{er} janvier. Il eût été plus logique et plus agréable à la fois de clore l'année avec l'hiver et de la commencer avec le retour du soleil, c'est-à-dire de fixer ce renouvellement à l'équinoxe de printemps, à la date du 21 mars, ou de le laisser au 1^{er} mars, tel qu'il était il y a deux mille ans. Loin de là, on a été justement choisir la saison la plus désagréable qu'on ait pu imaginer, et c'est au milieu du froid, de la pluie, de la neige et des frimas qu'on a

placé la fête des souhaits de bonne année ! Il y a déjà plus de trois cents ans qu'on a pris cette habitude en France, car elle date d'un édit du triste roitelet Charles IX (1563). Elle n'a été adoptée en Angleterre qu'en l'an 1752, ce qui donna lieu à une véritable émeute ; les dames se trouvaient vieilles, non seulement de onze jours, mais encore de trois mois, puisque le millésime de l'année se trouva changé à dater du 1^{er} janvier au lieu de l'être au 23 mars, et elles ne pardonnèrent pas cette surprise au promoteur de la réforme ; les ouvriers, d'autre part, perdant en apparence un trimestre dans leur année, se révoltèrent avant de comprendre qu'il n'y avait là qu'une apparence, et le peuple poursuivit lord Chesterfield dans les rues de Londres aux cris répétés de : *Rendez-nous nos trois mois !* Mais des almanachs anglais de l'époque assurèrent que toute la nature était d'accord, et que « les chats eux-mêmes, qui avaient l'habitude de tomber sur leur nez au moment où l'année se renouvelle, avaient été vus se livrant au même exercice à la nouvelle date. »

Non seulement cette fixation du commencement de l'année au 1^{er} janvier est illogique et désagréable, mais elle ajoute encore aux irrégularités du calendrier en changeant le sens des dénominations des mois de l'année. L'année romaine commençait le 1^{er} mars, et les douze mois étaient réglés :

1. MARS, dieu Mars.	7. SEPTEMBER, septième.
2. APRILIS, Aphrodite (Vénus).	8. OCTOBER, huitième.
3. MAÏA, déesse Maïa.	9. NOVEMBER, neuvième.
4. JUNIUS, déesse Junon.	10. DÉCEMBER, dixième.
5. QUINTILIS, cinquième.	11. JANUARIUS, dieu Janus.
6. SEXTILIS, sixième.	12. FEBRUO, dieu des morts.

Le premier mois était consacré au dieu de la guerre, patron suprême des Romains, le dernier au souvenir des morts. Quintilis et Sextilis sont devenus Julius et Augustus, pour

honorer la mémoire de Jules César et d'Auguste. Tibère, Néron et Commode essayèrent de se faire consacrer les mois suivants; mais heureusement pour l'honneur des peuples, cette tentative ne réussit pas.

Aujourd'hui, le mois auquel nous avons conservé la dénomination du 7^e mois de l'année, *septembre*, se trouve être le 9^e mois; octobre (le 8^e) se trouve être le 10^e; novembre (le 9^e) se trouve être le 11^e, et décembre (le 10^e) est devenu le 12^e et dernier.

Ainsi les noms des mois n'ont rien de commun, ni avec le calendrier chrétien (puisqu'ils sont païens), ni avec leur propre origine (puisqu'ils sont transposés), et ils n'ont pas non plus le caractère climatologique de ceux du calendrier républicain qui, il faut l'avouer, sont fort euphémiques et très heureusement imaginés. Comme ces noms répondaient bien aux tableaux de la nature! ils avaient la même terminaison pour les mois de chaque saison, et se rattachaient aux faits météorologiques ou agricoles annuels; vendémiaire correspondait aux vendanges, pluviôse au temps des pluies, frimaire à l'époque des frimas; germinal, floréal, prairial, semblaient des sylphes dansant au soleil joyeux du printemps; fructidor annonçait les fruits; messidor, les moissons. Voici du reste la correspondance de ces mois avec ceux du calendrier vulgaire.

VENDÉMIAIRE, du 21 sept. au 20 octobre.	GERMINAL, du 20 mars au 18 avril.
BRUMAIRE, 21 octob. 19 novemb.	FLOREAL, 19 avril 18 mai.
FRIMAIRE, 20 nov. 19 décemb.	PRAIRIAL, 19 mai 18 juin.
NIVÔSE, 20 déc. 18 janvier.	MESSIDOR, 19 juin 17 juillet.
PLUVIÔSE, 19 janv. 17 février.	THERMIDOR, 18 juillet 16 août.
VENTÔSE, 18 février 19 mars.	FRUCTIDOR, 17 août 20 septembre.

Ces dates changent avec celles de l'équinoxe. Chaque mois avait 30 jours, et l'on ajoutait 5 ou 6 jours complémentaires suivant que l'année était bissextile ou non. C'était là une com-

plication d'autant plus bizarre qu'on avait poussé la fantaisie jusqu'à désigner ces jours sous le nom de *Sans-culottides*! (Il faut toujours qu'on tombe dans l'exagération) (1). Ajoutons aussi que ces dénominations, inspirées par nos climats, ne correspondaient ni à l'hémisphère austral ni même à tout notre hémisphère.

Il y a au surplus bien des personnes qui préféreraient que les années ne fussent pas comptées du tout. Tel était, du moins, l'avis de ces deux dames de la cour de Louis XV, qui avaient l'habitude de décider ensemble la dernière semaine de chaque année « l'âge qu'elles devaient avoir l'année suivante. »

Quoi qu'il en soit, on s'est habitué à commencer l'année au 1^{er} janvier, et l'on s'adresse en cette circonstance les meilleurs compliments de fin d'année. Si quelque habitant des autres mondes visitait notre globe pendant le mois de Janvier, pourrait-il jamais croire que la vie est ici-bas considérée comme le premier des biens et la mort comme une catastrophe redoutée? Il aurait beau lire dans Lamartine

C'est encore un pas vers la tombe
Où des ans aboutit le cours,
Encore une feuille qui tombe
De la couronne de nos jours.

à voir l'empressement avec lequel on se félicite réciproquement d'être quitte d'une des années qu'on est forcé de vivre, l'observateur extra-terrestre ne pourrait s'empêcher de conclure que tous les hommes sont fort pressés d'arriver à la fin de leur tâche mortelle et de se débarrasser d'un fardeau onéreux. A toutes les imperfections de la nature humaine signalées par les moralistes, cet observateur impartial ne manquerait pas d'ajouter l'inconséquence. Il est vrai qu'il y en a bien d'autres de passées dans les mœurs et dans le langage.

(1) Thiers avait dit : « dans le sang ou l'imbécillité. » Espérons qu'il n'en sera pas ainsi de la république de 1871.

III. — Comment la Terre tourne autour du Soleil. — Inclinaison de l'axe. — Saisons. — Climats.

Nous venons d'étudier la rotation diurne du globe et ses effets, et déjà l'examen du nombre des jours de l'année nous a conduits à l'étude de la translation annuelle autour du Soleil. Continuons l'analyse de ces mouvements : c'est le fondement même de la connaissance générale de la nature.

La planète mobile sur laquelle se joue le jeu de nos destinées vogue dans l'espace en traçant sa route autour du Soleil illuminateur. Le jour succède à la nuit, le printemps à l'hiver ; l'enfant naît à la lumière, le vieillard s'endort dans la nuit du tombeau ; les fruits tombent des arbres ; les fleurs renaissent ; les générations humaines se suivent avec rapidité, les peuples se transforment, les siècles passent, et la Terre tourne toujours.

De la translation de notre planète autour du foyer de la chaleur et de la lumière résultent les climats et les saisons. Dans les régions tropicales un soleil ardent darde ses rayons verticalement au-dessus de la tête, et la terre baignée dans cette tiède température se revêt d'une exubérante végétation ; tandis que dans les régions polaires le soleil oblique n'envoie qu'une faible chaleur et une pâle lumière, zones désolées où le voyageur n'a souvent pour soleil qu'un long crépuscule vaguement illuminé des rayons intermittents de l'aurore boréale.

L'orbite parcourue par notre globe dans son voyage de circumnavigation annuelle autour du Soleil n'est pas circulaire, mais elliptique comme nous l'avons déjà remarqué plus haut. Chacun sait comment on trace une ellipse. Le procédé le plus

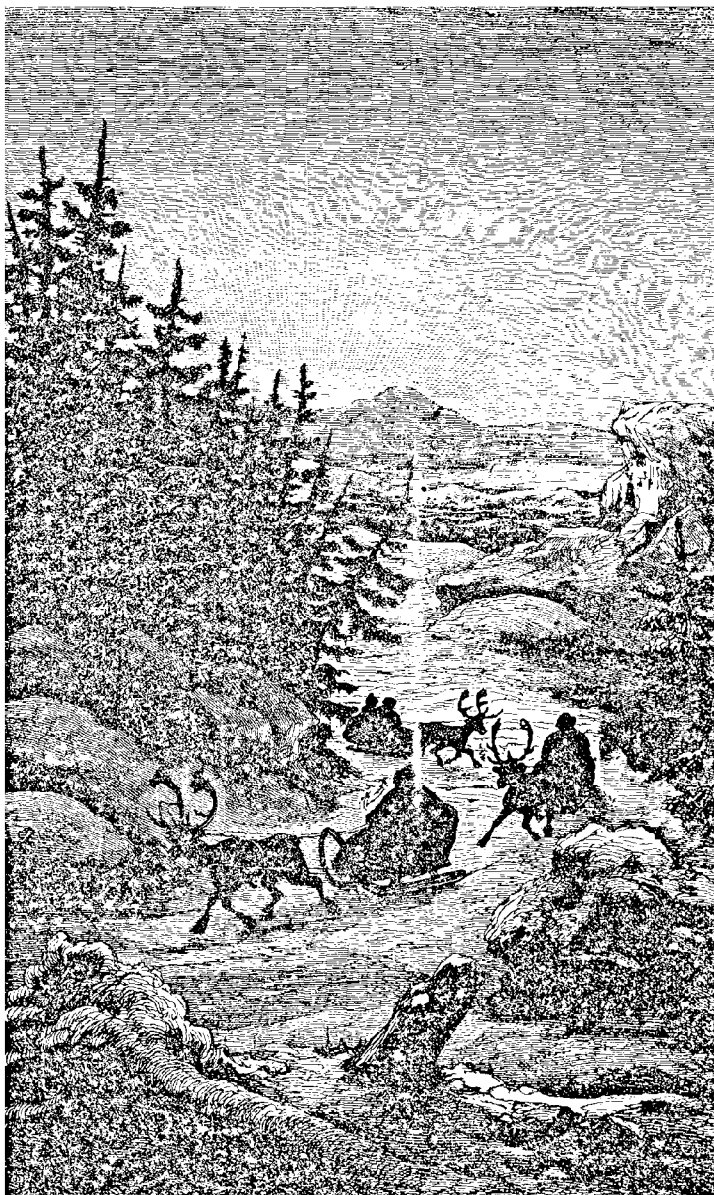


Fig. 2. — Paysage des régions polaires

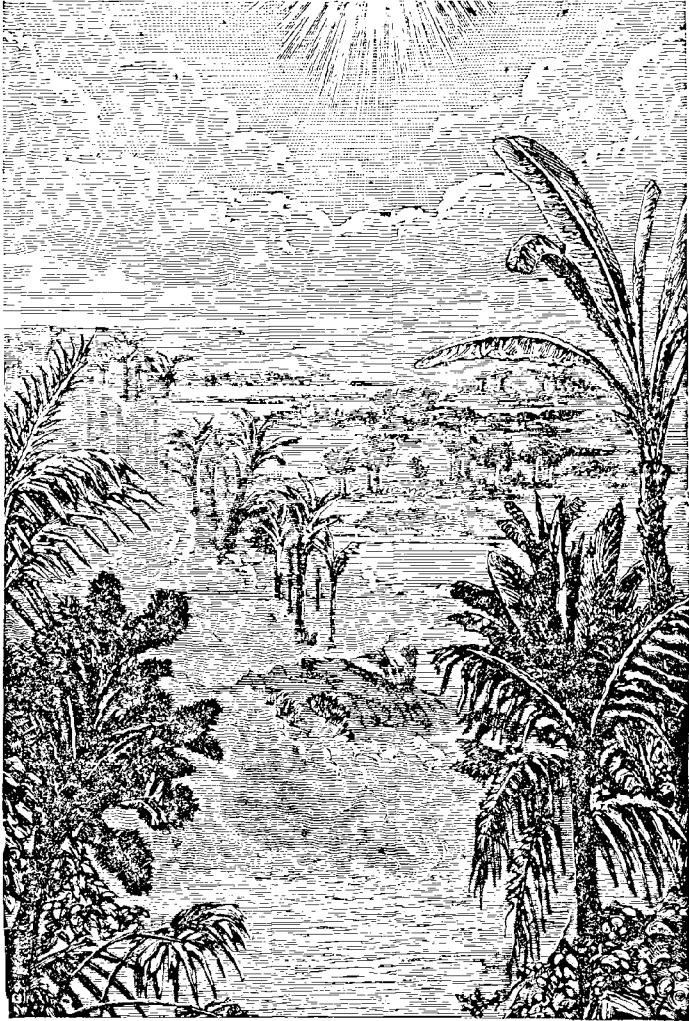


Fig. 3. — Paysage des régions tropicales.

simple est encore celui dont se servent les jardiniers. On plante deux piquets auxquels sont attachés les bouts d'une ficelle

plus longue que la distance qui sépare les piquets. Puis on tend la ficelle à l'aide d'une pointe et l'on trace l'ellipse sur le terrain en suivant simplement la courbe produite par le mouvement. Plus les piquets sont rapprochés l'un de l'autre, plus l'ellipse se rapproche du cercle; plus ils sont séparés et plus la courbe est allongée. Or, il se trouve que tous les corps célestes suivent dans leurs mouvements, non des cercles, mais des ellipses. Les points représentés par les piquets se nomment les *foyers* de l'ellipse.

Le centre sera le point d'intersection des deux lignes dont la première réunit les deux foyers et la seconde le milieu des deux courbes.

La ligne qui unit les deux foyers se nomme le *grand axe* et celle qui unit le milieu des deux courbes prend le nom de *petit axe*. (Retenir ces termes). Si nous considérons l'orbite de la Terre autour du Soleil, nous constatons que le Soleil occupe l'un des foyers de l'ellipse suivie par notre globe dans son cours, et que l'autre foyer reste vide. Il en résulte que la distance de notre globe au Soleil varie durant tout le cours de l'année. C'est au 1^{er} janvier qu'il passe à sa plus grande proximité et au 1^{er} juillet à son plus grand éloignement. Le premier point se nomme le *périhélie* et le second l'*aphélie*. Les différences de distance sont les suivantes :

Distance périhélie	445,700 000	kilomètres.
Distance moyenne	448,250,000	—
Distance aphélie	451,800,000	—

On voit que la Terre est de 6 100 000 kilomètres plus proche du Soleil au 1^{er} janvier qu'au 1^{er} juillet. La différence de température entre l'hiver et l'été est causée, comme nous le verrons tout à l'heure, par l'inclinaison de l'axe de la Terre. En hiver, les rayons solaires glissent sur notre hémisphère en l'échauffant à peine, les jours sont courts et les nuits sont lon-

gues; en été, au contraire, les rayons solaires arrivent perpendiculairement, les jours sont longs et les nuits rapides. Mais,

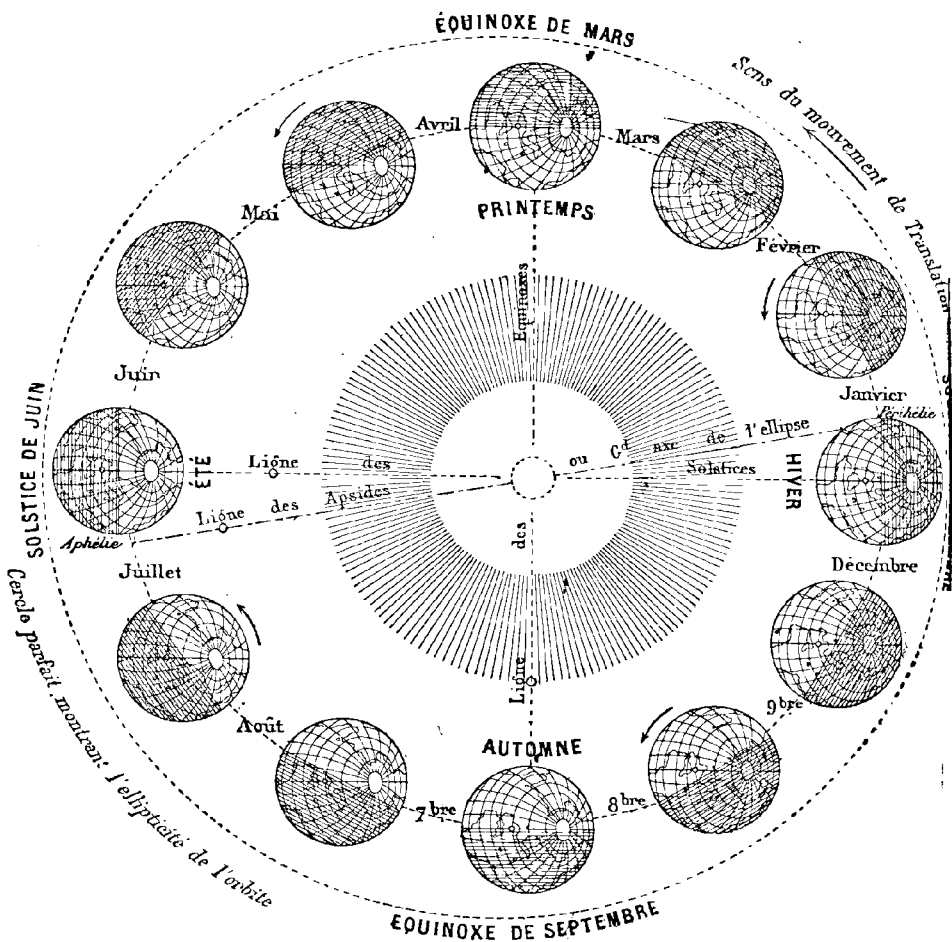


Fig. 4. — Mouvement annuel de la Terre autour du Soleil et production des saisons.

tandis que notre hémisphère boréal est en hiver, l'hémisphère austral est en été, et réciproquement. Comme, en définitive, la

différence de distance de la Terre au Soleil en janvier et en juillet est assez sensible, les étés de l'hémisphère austral sont plus chauds que les nôtres et ses hivers moins froids. Les dénominations d'hiver, d'été, de printemps et d'automne, s'appliquant inversement aux deux hémisphères terrestres, ne conviennent pas à la Terre entière. Au lieu de dire solstice d'hiver, solstice d'été, équinoxe de printemps, équinoxe d'automne, il est préférable de dire solstice de décembre, solstice de juin, équinoxe de mars, équinoxe de septembre : ces dénominations s'appliquent à la Terre entière, à l'Australie, à l'Amérique du sud, à l'Afrique du sud aussi bien qu'à l'Europe.

Nos lecteurs se rendront très facilement compte de la manière dont la Terre tourne autour du soleil en examinant notre *fig. 4*. On voit au premier coup d'œil qu'elle garde toujours son axe de rotation dans la même direction absolue, toujours parallèle à lui-même, et que, comme il n'est pas droit, mais incliné, le pôle est pendant six mois éclairé par le Soleil et pendant six mois non éclairé. Aux deux équinoxes, l'hémisphère illuminé passe juste par les deux pôles, de sorte que comme on le voit, les vingt-quatre heures du jour sont partagées en deux moitiés égales sur tous les pays du globe. Mais à mesure qu'on s'avance vers l'été, l'inclinaison de l'axe fait que la lumière solaire empiète de plus en plus au delà du pôle, de sorte que les pays du nord ont des journées de plus en plus longues, des nuits de plus en plus courtes. C'est le contraire si l'on examine les positions de la Terre pendant l'hiver. On voit, par exemple, que Paris (marqué sur le troisième cercle de latitude) arrive à n'avoir en décembre que huit heures de jour et reste seize heures dans la nuit. Plus on s'approche du pôle, plus la différence est grande, puisqu'au pôle même il y a six mois de jour et six mois de nuit.

Cette figure a été dessinée pour montrer ce mouvement an-

nuel de la Terre autour du Soleil. Il a donc fallu donner une certaine importance au globe terrestre et n'indiquer pour ainsi dire le Soleil que par sa position, car, pour représenter cet astre dans la proportion du dessin, il eût fallu lui donner un diamètre de 1^m,84 et l'éloigner à 200 mètres!...

L'inclinaison de la Terre sur son axe produit donc une différence dans la durée du jour et de la nuit suivant la situation des pays que l'on habite. A l'équateur, on a constamment 12 heures de jour et 12 heures de nuit. Lorsqu'on arrive à une distance du pôle égale à l'inclinaison de l'axe, c'est-à-dire à 23 degrés 27 minutes du pôle, ou, ce qui est la même chose, à 66 degrés 33 minutes de latitude (il y a 90 degrés de latitude de l'équateur au pôle), le soleil ne se couche pas le jour du solstice d'été, mais glisse seulement à minuit au-dessus de l'horizon du nord, et, en revanche, il ne se lève pas le jour du solstice d'hiver. Depuis ces pays jusqu'au pôle, le soleil ne se couche pas ou ne se lève pas pendant un nombre de jours qui va toujours en grandissant jusqu'au pôle même, où l'on trouve six mois de jour et six mois de nuit. Voici une petite table de la durée des jours suivant les latitudes, 1^o de l'équateur jusqu'au cercle polaire; 2^o du cercle polaire jusqu'au pôle.

I

LATITUDE	DURÉE du jour le plus long		DURÉE du jour le plus court		LATITUDE	DURÉE du jour le plus long		DURÉE du jour le plus court	
	h.	m.	h.	m.		h.	m.	h.	m.
0°	12	0	12	0	40°	14	51	9	9
5°	12	17	11	43	45°	15	26	8	34
10°	12	35	11	25	50°	16	9	7	51
15°	12	53	11	7	55°	17	7	6	53
20°	13	13	10	47	60°	18	30	5	30
25°	13	34	10	26	65°	21	9	2	51
30°	13	56	10	4	66° 33'	24	0	0	0
35°	14	22	9	38					

II

LATITUDES BORÉALES	LE SOLEIL ne se couche pas pendant environ	LE SOLEIL ne se lève pas pendant environ
66° 53'	4 jour	4 jour
70°	65 —	69 —
75°	403 —	97 —
80°	434 —	427 —
85°	464 —	453 —
90°	486 —	479 —

La France est comprise entre le 43° et le 51° degré de latitude, et Paris est placé sur 48° 50'. La durée du jour le plus long y est de 15 heures 58 minutes, et celle du jour le plus court de 8 heures 2 minutes. Il faut ajouter à ce calcul géométrique l'influence de la réfraction atmosphérique, dont nous parlerons plus loin (*Ch.* VI), et qui relève les astres au-dessus de leur position réelle. Nous voyons le soleil se lever avant qu'il ne soit réellement élevé au-dessus de l'horizon, et il est déjà réellement couché quand nous le voyons encore. Il en résulte que le plus long jour, à Paris, est de 16 heures 7 minutes, et le plus court de 8 heures 11 minutes. L'illumination de l'atmosphère accroît encore la durée du jour par l'aurore et par le crépuscule. L'atmosphère reste illuminée tant que le soleil n'est pas descendu à 18 degrés au-dessous de l'horizon. Un fait assez curieux en résulte pour nous, c'est que le 21 juin, à Paris, le soleil descend obliquement au nord-ouest, après son coucher, pour reparaitre au nord-est le lendemain matin, et qu'à minuit, lorsqu'il se trouve juste au nord, il n'est abaissé que de 17° 42', de sorte que la nuit n'est pas complète à Paris au solstice d'été.

Cet effet s'accuse d'autant plus qu'on s'avance vers le nord.

A Saint-Pétersbourg, le 21 juin on voit encore assez clair à minuit pour écrire.

Il résulte du même effet de réfraction atmosphérique qu'il n'est pas nécessaire d'aller jusqu'au cercle polaire pour voir le soleil ne pas se coucher et raser l'horizon à minuit. Au 66° degré de latitude, en Suède et en Finlande, on jouit de ce spectacle, étrange pour nous *le soleil de minuit*.

A partir du 67° degré de latitude, le soleil ne se lève plus au solstice d'hiver. Deux jours, trois jours, une semaine entière s'écoule sans que son disque reparaisse au-dessus de l'horizon du sud à midi; seulement, une pâle lueur indique qu'il glisse au-dessous de l'horizon. Plus loin, il reste un mois, deux mois, sans paraître, et le monde demeure enseveli dans une nuit ténébreuse et glaciale, éclairée seulement par la lune ou par les lueurs intermittentes de l'aurore boréale. Plus de jour! la nuit permanente et se succédant à elle-même malgré l'heure des horloges solitaires. L'une des dernières expéditions faites pour la découverte du pôle nord, celle des navigateurs anglais Nares et Stephenson (29 mai 1875—2 novembre 1877), qui s'est avancée plus loin qu'aucune des précédentes, jusqu'à 82° 24' de latitude; a subi 142 jours de privation solaire, près de cinq mois de nuit! Depuis le 6 novembre jusqu'au 5 février, la nuit a été complète et obscure. Le 8 novembre déjà, l'obscurité était si complète à *midi*, qu'il était impossible de lire. Mais bientôt la lune vint apporter un reflet du soleil disparu, en tournant autour du pôle, sans jamais se reposer, pendant dix fois vingt-quatre heures. Le thermomètre descendit jusqu'à 58 degrés centigrades au-dessous de zéro! Ces températures si basses ne sont jamais accompagnées de vent, autrement nulle créature humaine n'y résisterait. O solitudes glacées du pôle, déjà vous avez reçu des héros qui sont aujourd'hui couchés pour jamais dans votre morne linceul! La route du pôle est déjà marquée par des martyrs, mais ce n'est point là l'odieuse

guerre de l'homme contre l'homme, c'est la conquête de la matière par l'esprit, la conquête de la nature par le génie.

L'effet produit par l'inclinaison de la Terre sur le mouvement apparent du Soleil a fait partager le globe terrestre en cinq zones : 1° la zone tropicale, située de part et d'autre de l'équateur, jusqu'aux tropiques, à 23° 27' de latitude, qui comprend tous les lieux de la Terre où l'on voit le soleil passer au zénith à certaines époques de l'année; 2° les zones tempérées pour lesquelles le soleil n'arrive pas au zénith, mais se couche tous les jours; 3° les zones glaciales, ou calottes polaires tracées autour de chaque pôle à la latitude de 66° 33' pour lesquelles le soleil reste constamment au-dessus ou au-dessous de l'horizon, pendant plusieurs jours de suite, à l'époque des solstices. Comme leur désignation l'indique d'ailleurs, la première est chaude, parce qu'elle reçoit les rayons du soleil presque perpendiculairement; les secondes sont tempérées, parce que les rayons solaires y sont reçus plus obliquement; les dernières sont vraiment glaciales, parce que les rayons solaires ne font pour ainsi dire que glisser à leur surface.

Les étendues de ces zones sont très inégales; la zone torride embrasse les 40 centièmes de la surface totale du sphéroïde terrestre; les deux zones tempérées les 52 centièmes, et les deux zones glaciales les 8 centièmes. Ainsi, les deux zones tempérées, les plus favorables à l'habitabilité humaine et au développement de la vie civilisée, forment plus de la moitié de l'étendue de la Terre; les zones glaciales, pour ainsi dire inhabitables, en forment une fraction très petite.

Revenons maintenant au mouvement de la Terre autour du Soleil.

L'attraction du Soleil diminuant d'intensité avec la distance, et le mouvement de translation de la Terre étant régi par cette attraction, l'énorme boulet qui nous emporte vogue plus lentement à l'aphélie qu'au périhélie, en juillet qu'en janvier. La

longueur totale de l'immense courbe décrite chaque année par le globe est de 930 millions de kilomètres ou 232 millions 500 mille lieues, cirque parcouru en 365 jours 6 heures, ce qui donne 106 000 kilomètres à l'heure, 1767 par minute ou 29 430 mètres par seconde, comme vitesse moyenne. Cette vitesse descend à 28 900 mètres au 1^{er} juillet et s'élève à 30 000 au 1^{er} janvier. Ainsi, en un jour, pendant qu'elle accomplit une rotation sur elle-même, la Terre se déplace dans le ciel de 200 fois son diamètre! — Soixante-quinze fois plus rapide que celui d'un boulet de canon, ce *Mouvement* est si prodigieux, que si la Terre était arrêtée brusquement dans sa marche, il se transmettrait par rétrogradation, pour ainsi dire, à toutes les molécules constitutives du globe terrestre, comme si chacune recevait un choc éblouissant, la Terre entière deviendrait instantanément lumineuse et brûlante, et *un immense incendie dévorerait le monde*. La Terre ne peut pas être arrêtée plus que le soleil dans son cours; un pareil événement serait non seulement le plus grand de l'histoire, mais il ne serait même pas historique, puisqu'il ne resterait personne pour le raconter.

Nous avons dit que la courbe suivie par la Terre du printemps à l'automne est un peu plus longue que la partie contraire parcourue de l'automne au printemps. Le printemps et l'été durent un peu plus longtemps que l'automne et l'hiver, d'autant plus que la Terre elle-même va moins vite sur son orbite en été qu'en hiver. Voici du reste, la durée respective des saisons, à un dixième de jours près :

Printemps	89,9
Été	93,6
Automne.	89,7
Hiver.	89,0
	<hr/>
Année.	365,1/4

Les saisons astronomiques commencent aux équinoxes et aux solstices, c'est-à-dire les 20 mars, 21 juin, 22 septembre et 21 décembre, à un jour près, suivant les années. Géométriquement, ces dates devraient plutôt marquer le milieu des saisons, car à partir du 21 juin les jours commencent à diminuer, et à partir du 21 décembre ils commencent à augmenter. La température, au contraire, continue à s'accroître après le solstice de juin, par suite de l'accumulation de la chaleur de jour en jour, et elle diminue après le solstice de décembre pour la raison contraire. Le maximum annuel de la température se montre vers le 15 juillet et le minimum vers le 12 janvier. De même, le maximum diurne arrive après midi, vers 2 heures, et le minimum vers 4 heures du matin.

L'axe de rotation de la Terre, prolongé par la pensée jusqu'à la voûte apparente du ciel, y marque le pôle, point autour duquel le ciel étoilé paraît tourner en sens contraire du mouvement de rotation de la Terre. L'étoile la plus proche de ce point a reçu le nom d'étoile polaire. Toutes les étoiles tournent en apparence autour du pôle, en sens contraire du mouvement de rotation de la Terre : lorsqu'on regarde le pôle nord, ce mouvement diurne s'exécute en sens contraire de celui des aiguilles d'une montre. Toutes les étoiles dont la distance au pôle est inférieure à la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon, ne se couchent jamais : elles glissent au-dessus de l'horizon septentrional et remontent ensuite par la droite du spectateur ou l'est.

Tout cet ensemble d'étoiles tourne en 24 heures (1). Etant

(1) On a l'habitude de désigner les étoiles par les lettres de l'alphabet grec. Ceux d'entre nos lecteurs qui ne connaissent pas cet alphabet s'imaginent sans doute qu'il y a là une difficulté insurmontable. Il n'en est rien, fort heureusement. Cela peut s'apprendre très simplement. Voici ces lettres et leurs noms.

α alpha.	γ gamma.	ϵ epsilon.	η éta.
β bêta.	δ delta.	ζ zêta.	θ thêta.

donné qu'on représente la position du ciel étoilé le 21 décembre à minuit, elle sera absolument la même le 20 mars à 6 heures du soir, le 21 juin à midi et le 22 septembre à 6 heures du matin.

Chaque jour, d'heure en heure, l'aspect du ciel change. Ainsi, une heure après avoir dessiné sa position sur une carte, la Grande-Ourse sera un peu plus élevée, deux heures après plus encore, six heures plus tard elle plane au sommet du ciel; puis elle descend, et, si la nuit est assez longue, on peut la voir douze heures après occuper la partie du ciel diamétralement opposée à celle qu'elle occupait au commencement de l'observation. Elle peut ainsi facilement indiquer l'heure pendant la nuit. Comme on le voit, elle ne descend jamais au-dessous de l'horizon, ce que les anciens avaient déjà remarqué, et ce que chantèrent en particulier Homère chez les Grecs et Ovide chez les Latins.

Toutes les étoiles tournant en vingt-trois heures cinquante-six minutes autour du pôle, en sens contraire du mouvement diurne du globe, passent une fois par jour par le méridien, c'est-à-dire par la ligne idéale tracée du nord au sud, partageant le ciel en deux parties égales. Venant toutes de l'est, les étoiles montent lentement dans le ciel, arrivent au point le plus haut de leur cours, et descendent vers l'ouest, comme le Soleil nous le montre chaque jour lui-même, du reste. L'instrument fondamental de tout observatoire est la *lunette méridienne*, ou *cercle méridien*, instrument ainsi nommé parce qu'il est fixé dans le plan du méridien. L'instant précis auquel s'effectue

ι iota.	ν nu.	ρ rhô.	φ phi.
κ cappa.	ξ xi.	σ sigma.	χ chi.
λ lambda.	ο omicron.	τ tau.	ψ psi.
μ mu.	π pi.	υ upsilon.	ω ômega.

L'étoile la plus brillante de chaque constellation a reçu la première lettre, et a souvent un nom propre, comme *Sirius*, *Véga*, *Arcturus*, la *Chèvre* ou *Capella*, etc.

ce passage se détermine à l'aide de fils verticaux qui traversent le champ de la lunette et derrière lesquels l'étoile passe.

A cette lunette est adapté un cercle parfaitement vertical, qui sert à mesurer la hauteur des astres ou leur distance au pôle ou à l'équateur, pendant que la lunette sert à déterminer l'instant précis de leur passage au méridien. On peut dire que la lunette méridienne fait connaître la ligne verticale sur laquelle l'étoile se trouve, et que le cercle fait connaître la ligne horizontale, de telle sorte que la position exacte de l'astre à l'intersection des deux lignes indique sa position réelle sur la sphère céleste, comme la position d'une ville sur la Terre est déterminée par sa longitude et par sa latitude.

Ces instruments ne peuvent saisir les astres qu'au moment où ils passent au méridien, et ne peuvent pas être dirigés vers les autres points du ciel. Aussi le complément naturel de ces appareils, dans tous les observatoires, est-il un instrument monté de façon à être dirigé vers toutes les régions de l'espace. On le nomme équatorial, parce que le mouvement d'horlogerie qui lui est adapté le fait tourner comme la Terre dans un plan parallèle à l'équateur : que l'instrument soit pointé sur une étoile quelconque, il suivra cette étoile de l'est à l'ouest dans son mouvement diurne. C'est comme si la Terre cessait de tourner pour l'astronome occupé à l'étude de l'étoile. Il y a à l'Observatoire de Paris plusieurs instruments de cet ordre. Le plus grand mesure 38 centimètres de diamètre et 9 mètres de longueur (il m'a servi à prendre de nombreuses mesures d'étoiles doubles dont il sera question plus tard); un autre mesure 32 centimètres de diamètre et 5 mètres de longueur; deux autres mesurent 24 centimètres et 3 mètres. Nous ne nous étendrons pas davantage ici sur les instruments d'optique, auxquels nous consacrerons une description spéciale à la fin de ce volume.

IV. — Les dix principaux mouvements de la Terre. — La précession des équinoxes.

Aussi mobile que la bulle irisée que le souffle de l'enfant gonfle à l'aide d'une simple goutte d'eau de savon et laisse envoler dans l'air aux rayons du joyeux soleil, le globe terrestre flotte dans l'espace, véritable jouet des forces cosmiques qui l'emportent tourbillonnant à travers les vastes cieux. Nous venons d'apprécier la vitesse de sa translation annuelle autour du Soleil et la forme de sa rotation diurne sur lui-même. Ces deux mouvements ne sont pas les seuls dont notre boule tournoyante soit animée. Nous avons déjà signalé sommairement les huit autres qui se surajoutent dans son balancement éternel. Il importe maintenant de les analyser plus en détail et de les bien comprendre.

Et d'abord l'axe autour duquel la rotation diurne s'effectue, et qui reste, comme nous l'avons vu, dirigé pendant toute l'année vers le même point du ciel, vers le pôle, n'a pas une fixité absolue. Il se déplace lentement, en décrivant un cône de 47 degrés d'ouverture, mouvement analogue à celui d'une toupie qui, tout en tournant rapidement sur elle-même, marche penchée sur son axe et trace dans l'espace un cône en forme d'entonnoir que l'on peut représenter géométriquement. Le pôle céleste étant le point où aboutit l'axe terrestre supposé prolongé, il en résulte un déplacement séculaire de ce point parmi les étoiles. Ce n'est pas toujours la même étoile qui peut porter le nom d'*étoile polaire*. Actuellement, c'est l'étoile de l'extrémité de la queue de la Petite-Ourse qui est la plus proche du pôle et a reçu ce nom caractéristique. Elle va encore s'en

rapprocher jusqu'en l'an 2105; mais ensuite le pôle s'éloignera d'elle pour n'y plus revenir que dans 25 000 ans. La durée de ce mouvement de précession est de 25 765.

Au commencement de notre ère, aucune étoile brillante n'indiquait la place du pôle. Vers l'an 800, il passa tout près d'une petite étoile de la Girafe (étoile double qui porte les nos 4339 et 4341 du catalogue). Mais l'étoile polaire actuelle, de 2^e grandeur, est en réalité l'une des plus brillantes de celles qui se trouvent sur le chemin du pôle, et elle jouit de son titre depuis plus de mille ans; elle pourra le conserver jusque vers l'an 3500, époque à laquelle la trace du mouvement du pôle s'approchera d'une étoile de 3^e grandeur. C'est γ (gamma) de Céphée. En l'an 6000 elle passerait entre les deux étoiles de 3^e grandeur β (Béta) et ι (Iota) de la même constellation. Les aspects de la sphère céleste se modifient donc avec le mouvement du pôle. Le ciel des différentes contrées se renouvelle. Il y a quelques milliers d'années, par exemple, la Croix du Sud était visible en Europe; dans quelques milliers d'années, au contraire, l'étrincelant Sirius aura disparu de notre ciel européen. Les constellations du ciel austral viennent se montrer à nous pendant quelques siècles, puis se dérobent à nos regards, tandis que nos étoiles boréales vont se montrer aux habitants du sud. La révolution de 257 siècles épuise tous les aspects.

Ainsi le ciel étoilé tout entier marche dans un mouvement d'ensemble qui le fait tourner lentement autour d'un axe aboutissant au pôle de l'écliptique. L'écliptique, c'est le chemin que le Soleil semble parcourir dans le ciel par son mouvement annuel autour de la Terre. Nous avons vu qu'en réalité c'est notre globe qui tourne autour de l'astre radieux. Par un effet de perspective qu'il est facile de s'expliquer, le Soleil paraît marcher en sens contraire et faire le tour du ciel en un an. C'est le tracé de ce mouvement apparent du Soleil qui s'ap-

peille *l'écliptique*, dénomination causée par ce fait que les éclipses n'arrivent que lorsque la Lune se trouve, comme le Soleil, dans le plan de ce grand cercle de la sphère céleste. Le pôle de l'écliptique est le point central de ce grand cercle, sur la sphère, le point sur lequel on placerait la pointe d'un compas ouvert à l'angle droit pour tracer à 90 degrés de distance le cercle de l'écliptique.

Il résulte de ce mouvement général que les étoiles ne restent pas deux années de suite aux mêmes points du ciel, et qu'elles marchent toutes ensemble pour accomplir pendant cette longue période une révolution totale. Nous sommes obligés à chaque instant de retracer nos cartes célestes pour en faire en quelque sorte glisser le canevas sur les étoiles. Les cartes faites en l'année 1860, par exemple, ne conviennent plus pour 1880, et celles que nous dessinons en ce moment ne seront plus d'accord avec le ciel en l'année 1900. Il y a des formules mathématiques très précises pour calculer les effets de ce mouvement et pour déterminer les positions exactes des étoiles à une date quelconque du passé ou de l'avenir.

Ce mouvement n'appartient pas au ciel, pas plus que le mouvement diurne et que le mouvement annuel. C'est la Terre seule qui en est animée, et c'est elle qui accomplit pendant cette longue période une rotation oblique sur elle-même, en sens contraire de son mouvement de rotation diurne. Ce mouvement est causé par l'attraction combinée du Soleil et de la Lune sur le renflement équatorial de la Terre. Si la Terre était parfaitement sphérique, ce mouvement rétrograde n'existerait pas. Mais elle est aplatie à ses pôles et renflée à son équateur. Les molécules de ce bourrelet équatorial retardent un peu le mouvement de rotation : l'action du Soleil et de la Lune les fait rétrograder, et elles entraînent dans ce mouvement le globe auquel elles sont adhérentes.

Voilà donc un *troisième* mouvement de la terre, mouve-

ment séculaire de la *précession des équinoxes*, ainsi nommé parce qu'il cause chaque année un avancement de l'équinoxe du printemps sur la révolution réelle de la Terre autour du Soleil. Les positions des étoiles sur la sphère céleste sont comptées à partir d'une ligne tracée du pôle au point de l'équateur coupé par l'écliptique au moment de l'équinoxe de printemps. Ce point avance chaque année de l'orient vers l'occident; l'équinoxe a lieu successivement dans tous les points de l'équateur; la vitesse moyenne est de 50 secondes d'arc par an. (Nous expliquerons plus loin ce qu'on entend par *dégrés, minutes et secondes* d'arc).

Les étoiles situées dans la région du ciel que le Soleil semble parcourir, en vertu de son mouvement propre annuel, furent partagées à une époque inconnue, mais qu'on sait être très ancienne, en douze groupes, qu'on appelle *constellations zodiacales*. Le premier, dans lequel le Soleil se trouvait il y a deux mille ans au moment de l'équinoxe, prit le nom de *Bélier*; le deuxième, en marchant de l'occident vers l'orient, s'appela le *Taureau*; le troisième groupe est celui des *Gémeaux*; les trois suivants sont le *Cancer*, le *Lion* et la *Vierge*; les six autres sont la *Balance*, le *Scorpion*, le *Sagittaire*, le *Capricorne*, le *Verseau* et les *Poissons*.

Le mouvement de précession est appelé mouvement rétrograde parce qu'il s'exécute de l'orient à l'occident, ou en sens contraire du mouvement annuel du Soleil, du mouvement mensuel de la Lune, et des mouvements propres de toutes les planètes.

L'équinoxe du printemps arrive actuellement dans la constellation des Poissons, vers la fin, et passera bientôt dans celle du Verseau.

Nous pouvons nous représenter la marche du Soleil équinoxial le long des constellations du zodiaque comme nous nous sommes représenté la marche séculaire du pôle parmi les étoiles

du nord. Au commencement de notre ère, l'équinoxe arrivait aux premiers degrés du Bélier ; 2150 ans auparavant, il coïncidait avec les premières étoiles du Taureau, qui était le signe équinoxial depuis l'an 4300 avant notre ère.

C'est probablement pendant cette époque que les premiers contemplateurs du ciel ont formé les constellations zodiacales, car dans tous les anciens mythes religieux le Taureau est associé à l'œuvre féconde du Soleil sur les saisons et les produits de la terre, tandis que l'on ne trouve aucune trace d'une association analogue des Gémeaux. C'était déjà une légende il y a dix-huit siècles, lorsque Virgile salue le Taureau céleste ouvrant avec ses cornes d'or le cycle de l'année :

*Candidus auratis aperit quum cornibus annum
Taurus, et averso cedens Canis occidit astro.*

Les étoiles du Taureau, notamment les Pléiades, étaient pour les Egyptiens, pour les Chinois, et encore pour les premiers Grecs, les étoiles de l'équinoxe. Les annales de l'astronomie nous ont conservé une observation chinoise de l'étoile (*éla*) des Pléiades, comme marquant l'équinoxe de printemps l'an 2357 avant notre ère.

Cet avancement séculaire de l'équinoxe n'est pas tout à fait uniforme et il en résulte que l'année tropique n'est pas absolument invariable. Ainsi, elle est maintenant plus courte de 11 secondes que du temps d'Hipparque et de 30 secondes que du temps où la ville de Thèbes, en Egypte, était la capitale du monde. Au commencement de ce siècle, elle était de 365 jours 5 heures 48 minutes 51 secondes. Elle diminue. Sa plus longue durée a eu lieu l'an 3040 avant notre ère ; sa plus courte durée aura lieu en l'an 7600 avec 76 secondes de moins qu'en l'an 3040 avant J.-C. Un centenaire de nos jours a réellement vécu vingt minutes de moins qu'un centenaire du siècle d'Au-

guste, et une heure de moins qu'un centenaire de l'an 2500 avant notre ère (1).

Les anciens s'étaient figuré que l'état politique du globe était aussi périodique, et que ce qu'ils nommaient la grande année devait ramener sur la terre les mêmes peuples, les mêmes faits, la même histoire, comme dans le ciel la suite des siècles ramène les mêmes aspects des astres. On prend en général trente mille de nos ans pour cette grande année. Sans doute la période des équinoxes, que l'on croyait de cette durée, a donné naissance à cette fixation postérieure. Comme on admettait que les destinées humaines dépendaient des influences planétaires, il était naturel de croire que les mêmes configurations de ces astres devaient reproduire les mêmes événements. Mais, pour ramener les planètes à la même position relative, il ne suffirait pas de trente mille ans, à beaucoup près. Pour ramener la Lune, Saturne, Jupiter, Mars, Vénus et Mercure au même degré du zodiaque, il faudrait une révolution ou période de *deux cent cinquante mille siècles* : que serait-ce si nous ajoutions à ce calcul les planètes Uranus et Neptune, ainsi que les petites invisibles à l'œil nu ! Les astrologues croyaient qu'à la création du monde toutes les planètes étaient sur la même ligne. Il y a même des savants

(1) On a, dès une haute antiquité, partagé en six grandeurs d'éclat les étoiles visibles à l'œil nu. Ces grandeurs ne représentent que l'éclat apparent, et non les dimensions réelles des étoiles, qui dépendent à la fois de leur lumière et de leurs distances. Les étoiles les plus brillantes forment la 1^{re} grandeur ; viennent ensuite la 2^e, la 3^e grandeur, etc. ; les plus petites visibles à l'œil nu forment le 6^e ordre. On compte dans le ciel entier :

18 étoiles de 1 ^{re} grandeur.	550 étoiles de 4 ^e grandeur.
59 — 2 ^e —	1620 — 5 ^e —
182 — 3 ^e —	et 4900 — 6 ^e —

Nous pénétrons plus loin dans l'étude des étoiles et des constellations.

doctrinaires qui sont allés jusqu'à calculer le jour et l'heure de la création du premier homme. D'après un ouvrage que j'ai sous les yeux, cet événement, si intéressant pour nous tous, serait arrivé le 21 septembre de l'an... zéro, à 9 heures du matin !

Ces durées de périodes célestes dépassent l'idée ordinaire que l'homme se fait du temps quand il admire l'âge d'un centenaire. Ces événements sidéraux, qui ne se reproduisent qu'après des milliers de siècles et qui nous paraissent de très rares occurrences, sont au contraire pour l'éternité des phénomènes fréquents. Ces périodes de millions de siècles ne sont que les... secondes... de l'horloge éternelle.

Mon vieux maître et ami Babinet racontait sur cette grande année de trente mille ans, qui doit tout remettre dans le même état après cette période, une anecdote assez piquante.

Des étudiants d'une université d'Allemagne sont à table, faisant, à la fin d'une année d'études, un dîner d'adieu. On parle de la grande année, du plaisir que donne l'assurance de se retrouver tous à cette même place dans trente mille ans. L'hôte, qui tient le milieu du festin et qui veille au service, se pique de philosophie et prend part à la conversation. Il exprime sa profonde conviction de la vérité de ce qui vient d'être dit, et, au moment où on se lève de table, l'amphytrion salarié témoigne à ses convives le bonheur qu'il aura à les retrouver à la fin de la grande année. « Au revoir donc, messieurs ! » Celui qui était chargé de payer s'adresse alors à l'hôte et lui demande de faire crédit jusqu'à la prochaine réunion. Celui-ci, fidèle à ses convictions, accepte, non sans un secret déplaisir. Déjà le payeur remettait la bourse dans sa poche, lorsque l'hôte, se ravisant, dit à ses convives : « Puisque nous serons comme aujourd'hui dans trente mille ans, nous étions déjà ainsi ensemble il y a trente mille ans ? — Sans doute, s'écrie-t-on de toutes parts. — Eh bien ! Messieurs, alors,

vous m'avez demandé crédit comme aujourd'hui. Payez-moi le diner d'il y a trente mille ans, j'attendrai pour celui-ci. »

V. — Suite et fin des principaux mouvements de la Terre.

Nous arrivons maintenant à un *quatrième* mouvement de la Terre.

Nous avons vu que l'axe de notre planète est incliné de 23 degrés 27 minutes sur la perpendiculaire au plan dans lequel elle se meut autour du soleil, et qu'on appelle le plan de l'écliptique. Nous tournons obliquement ; mais cette obliquité varie aussi de siècle en siècle. Onze cents ans avant notre ère, elle a été mesurée par les astronomes chinois, et trouvée de 23 degrés 54 minutes (nous expliquerons bientôt la valeur de ces mesures). L'an 350 avant notre ère également, elle a été mesurée à Marseille par Pythéas et trouvée de 23 degrés 49 minutes. Toutes les mesures modernes confirment cette diminution, qui a été, comme on le voit, de 27 minutes depuis 2980 ans. Elle décroît actuellement en raison de 1 minute pour 125 ans. Si cette diminution était constante, elle serait de 60 minutes ou de 1 degré en 7500 ans, et dans 177 000 ans nous aurions le plaisir d'avoir le globe perpendiculaire, d'avoir vu les saisons s'atténuer et disparaître, et de jouir d'un *printemps perpétuel*. C'est ce qu'ont rêvé de confiants utopistes.

La mécanique céleste montre que ce sont là des rêves. Il n'y a qu'un balancement léger de l'équateur sur l'écliptique, dont l'amplitude ne dépassera pas 1 degré 21 minutes. La

diminution va se continuer encore quelque temps, puis elle s'arrêtera, et un mouvement contraire s'opèrera. Ce *quatrième* mouvement de la Terre se nomme la variation de l'*obliquité de l'écliptique*.

La diminution est actuellement de moins de la moitié d'une seconde par an. Voici l'état précis de l'obliquité de l'écliptique pour un intervalle de dix ans, à la date du 1^{er} janvier de chaque année :

1875.	23° 27' 20"	1881.	23° 27' 17"
1876.	23° 27' 19"	1882.	23° 27' 17"
1877.	23° 27' 19"	1883.	23° 27' 16"
1878.	23° 27' 18"	1884.	23° 27' 15"
1879.	23° 27' 18"	1885.	23° 27' 15"
1880.	23° 27' 18"		
	En 1800, cet élément était de.		23° 27' 55"
	En 1900, il sera de.		23° 27' 9"

Pendant que l'axe idéal autour duquel la rotation diurne s'effectue tourne lentement dans l'espace de manière à parcourir en 25 765 ans le cycle de la précession des équinoxes, l'influence de la lune fait décrire à cet axe un petit mouvement giratoire en vertu duquel le pôle dessine sur la sphère céleste une petite ellipse de 18 secondes de longueur sur 14 de largeur, dirigée vers le pôle de l'écliptique, et parcourue en dix-huit ans et demi. C'est là un mouvement pour ainsi dire microscopique. Mais il n'en est pas moins réel, et n'en affecte pas moins les positions apparentes de toutes les étoiles. Cette *cinquième* altération dans le mouvement de notre planète a reçu le nom de *nutation*; elle est due, comme la précession, au renflement équatorial du globe, sur lequel agit l'attraction de la Lune.

Ainsi, il se greffe sur la marche générale du pôle un mou-

vement de facel, dont les fluctuations ne tombent pas en nombre exact dans une circonférence, et font par là que le pôle ne revient jamais rigoureusement à son point de départ. Il existe encore une autre différence : c'est que le rayon de la circonférence directrice varie lui-même incessamment, en sorte que la courbe ne se rejoint pas tout à fait, mais forme une spire qui, à l'époque actuelle, va en diminuant; mais elle se dilatera plus tard de nouveau. Cette spire, qui s'ouvre et se ferme tour à tour, rappelle le mouvement du ressort spirale d'une montre. Voilà une nouvelle irrégularité dans le mouvement de la Terre; elle est due à la variation de l'obliquité de l'écliptique, dont nous venons de parler.

Quelle prodigieuse légèreté! Ce globe terrestre, qui nous paraît si lourd, se tient dans le vide en obéissant à la plus faible influence extérieure, et son cours, qui paraît à première vue grave et austère, est au contraire composé de balancements variés qui rappellent, comme nous le disions plus haut, les oscillations de la bulle de savon flottant dans l'air.

Nous avons dit p. 38 que l'orbite suivie par la Terre autour du Soleil n'est pas circulaire, mais elliptique. Eh bien! cette figure de l'orbite terrestre n'est pas constante non plus : l'ellipse est tantôt plus et tantôt moins allongée. Actuellement, l'excentricité est de 168 dix-millièmes; il y a cent mille ans, elle eut été près de quatre fois plus forte : de 473 dix-millièmes; dans 24 000 ans, elle serait au contraire descendue à son minimum (33 dix-millièmes) et l'orbite terrestre sera presque un cercle parfait; puis elle augmenterait de nouveau. Cette *variation de l'excentricité* peut être considérée comme un *sixième* mouvement affectant les allures de la Terre dans sa destinée séculaire. Dans 24 000 mille ans, il n'y aurait pour ainsi dire plus de périhélie ni d'aphélie, puisque la planète serait presque à la même distance du Soleil dans le premier point que dans le second.

Un *septième* mouvement, causé par les influences générales des planètes, fait tourner le périhélie (le point de l'orbite le plus rapproché du Soleil) le long de cette orbite elle-même, de sorte que le grand axe de l'ellipse ne reste pas deux années de suite parallèle à lui-même. Quatre mille ans avant notre ère, la Terre arrivait au périhélie le 21 septembre, le jour de l'équinoxe d'automne. L'an 1250 de notre ère, elle y passait le jour du solstice d'hiver, le 21 décembre; alors nos hivers, arrivant dans la section de l'ellipse la plus proche du Soleil, étaient les moins froids qu'ils puissent être, et nos étés, se trouvant dans la section de l'orbite la plus éloignée, étaient les moins chauds qu'ils puissent être. Comme la différence de distance entre le périhélie et l'aphélie est de plus d'un million de lieues, et celle de la chaleur reçue de un quinzième, cette variation doit avoir une influence réelle sur l'intensité des saisons. Le périhélie arrive aujourd'hui le 1^{er} janvier. Nos hivers tendent à devenir plus froids, et nos étés plus chauds. C'est en l'an 11 900 que nos étés seront les plus chauds et nos hivers les plus froids possible. Mais on sait qu'il y a chaque année des causes locales de perturbations. Enfin, l'an 17 000, le périhélie sera revenu au point où il se trouvait quatre mille ans avant Jésus-Christ, c'est-à-dire à l'équinoxe d'automne. Ce cycle est de 21 000 ans. — Plusieurs géologues ont pensé qu'à cette période correspondait un renouvellement des continents et une rénovation du globe; mais ce n'est là qu'une hypothèse.

A toutes ces complications il faut ajouter maintenant celle qui est produite par l'attraction des différentes planètes, suivant leurs situations relativement à la Terre. Tous les corps s'attirent, en raison directe de leur poids et en raison inverse du carré de leur distance (c'est-à-dire de leur distance multipliée par elle-même). Lorsque la Lune, par exemple, se trouve en avant de la Terre dans son cours, elle la tire en

quelque sorte et la fait avancer un peu plus vite; lorsqu'elle est en arrière, elle la retient et la retarde. Les planètes Vénus et Jupiter nous influencent aussi d'une manière très sensible dans notre mouvement autour du Soleil, la première parce qu'elle est très proche, la seconde, malgré son éloignement, parce qu'elle est très puissante. Cette *huitième* irrégularité apportée aux mouvements de la Terre est connue et étudiée sous le nom de *perturbations*.

Lorsque toutes les planètes se trouvent ensemble d'un même côté du Soleil, elles attirent cet astre vers elles, et le déplacent du foyer géométrique, de sorte que son centre de gravité ne coïncide plus avec le centre de figure du globe solaire. Or, comme la Terre gravite annuellement autour du centre de gravité, et non autour du centre de figure, il y a encore là une complication nouvelle (un *neuvième*) apportée à la translation elliptique de notre planète autour du Soleil.

Voilà sans doute une série d'arguments un peu techniques et, je le crains, aussi dépourvus d'ornements que « le discours d'un académicien, » comme eût dit Alfred de Musset. Je crains un peu de me trouver, dès ces premières pages de mon livre, dans la situation de l'austère académicien Berthoud, dont les démonstrations scientifiques sur l'horlogerie étaient savantes, mais, disons le mot, ennuyeuses. Pourvu que mes lecteurs n'imitent pas les auditeurs de Berthoud à l'Institut! Un jour, pendant que le savant horloger exposait sa théorie de l'échappement, un savant atrabilaire écrivit le quatrain que voici :

Berthoud, quand de l'échappement
 Tu nous traces la théorie,
 Heureux qui peut adroitement
 S'échapper de l'Académie!

puis il passa le billet à son voisin et sortit. Son voisin, excédé comme lui, lut le papier et profita du conseil, en sorte que de

proche en proche la désertion fut complète. Il ne resta que le lecteur avec le président et les secrétaires, que leur grandeur attachait à leurs fauteuils !

Quant à nous qui voulons apprendre à connaître l'état réel de l'univers, il était important de commencer par l'examen de la situation de la Terre et de ses mouvements dans l'espace. Les termes que l'on n'aura pas exactement compris seront expliqués dans les chapitres suivants, et aucune ombre ne devra rester dans l'esprit.

Mais nous n'en avons pas encore fini avec les mouvements de notre monde, et nous devons encore en expliquer ici un *dixième*, plus important et plus considérable que tous les précédents réunis, car il représente le véritable mouvement astral du Soleil, de la Terre, et de toutes les planètes dans l'infini.

Le Soleil n'est pas immobile dans l'espace. Il marche, et entraîne avec lui la Terre et tout le système planétaire. On a reconnu son mouvement par celui des étoiles. Lorsque nous volons en chemin de fer, avec la vitesse du nouveau pégase de la science moderne, à travers les campagnes diversifiées de champs, de prairies, de bois, de collines, de villages, nous voyons toutes les formes courir en sens contraire de notre mouvement. Eh bien ! en observant attentivement les étoiles, nous observons un fait analogue dans les objets célestes. Les étoiles paraissent animées de mouvements qui les précipitent en apparence vers une certaine région du ciel, celle qui est derrière nous ; de chaque côté de nous elles semblent fuir, et les constellations qui sont devant nous paraissent s'agrandir comme pour nous ouvrir un passage. Le calcul a montré que ces apparences de perspective sont causées par la translation du Soleil, de la Terre, et de toutes les planètes vers une région du ciel marquée par la constellation d'Hercule. Nous voguons vers cette région avec une vitesse au moins égale à celle de la

Terre sur son orbite, c'est-à-dire qu'à part les 235 millions de lieues que nous parcourons par an dans notre révolution autour du Soleil, nous en faisons au moins autant en avançant dans l'espace. Nous arrivons des parages étoilés où scintille Sirius, et nous voguons vers ceux où brillent les astres de la Lyre et d'Hercule. Depuis qu'elle existe, la Terre n'est pas passée deux fois par le même sillage.

Par une belle nuit d'été, lorsque les beautés du ciel multiplient leurs yeux brillants sous la voûte obscure et silencieuse, cherchez parmi les constellations la brillante Véga de la Lyre, étoile de première grandeur qui scintille au bord de la voie lactée. Non loin de là, dans cette voie blanchâtre, le Cygne est étendu comme une croix immense; à l'opposé du Cygne, relativement à Véga, à une certaine distance se dessine la Couronne boréale, facile à reconnaître par sa forme, composée de six étoiles principales tressées en couronne.

Eh bien! entre Véga et la Couronne, vous remarquerez un certain nombre d'étoiles de 3^e et 4^e grandeur. Elles appartiennent à la constellation d'Hercule: c'est là le point du ciel vers lequel nous sommes emportés dans la destinée universelle des mondes. Si ce transport se perpétue en ligne droite, nous aborderons dans quelques millions de siècles les plages éclairées par ces lointains soleils.

J'ai eu la curiosité de désirer me représenter cette chute dans l'infini. Comme il n'y a ni haut ni bas dans l'univers, nous pouvons, pour mieux sentir cette translation au milieu des étoiles, et pour l'orienter relativement au plan général du système planétaire, prendre pour point de comparaison l'écliptique. Toutes les planètes et les satellites tournant autour du Soleil dans le zodiaque avec une faible inclinaison sur l'écliptique, nous pouvons nous demander si le système solaire, comparable à un disque lancé dans l'espace, voyage dans le sens de son étendue dans son horizon. pourrions-nous dire,

ou bien s'il tombe à plat ou s'il glisse obliquement. On peut répondre sans doute que du moment que l'on tombe, peu importe de savoir si c'est à plat ou de côté. Toutefois, le sujet n'en est pas moins intéressant. Si donc nous prenons pour horizontale le plan de l'écliptique, et pour verticale le pôle de l'écliptique, nous pouvons tracer la figure de notre chute dans l'espace, — chute réelle puisque c'est la pesanteur qui la produit. — Or si on fait un angle de 38 degrés avec le pôle de l'écliptique, une grande ligne droite représentant la direction du mouvement du système solaire, on remarquera que nous ne tombons pas à plat, ni dans le sens du disque planétaire, mais obliquement à travers le vide béant, comme le vautour qui décrit dans l'air ses immenses spirales, et nous courons à grande vitesse vers l'inaccessible abîme.

Telle est l'uranographie de la Terre : Rotation diurne sur son axe, — révolution annuelle autour du Soleil, — précession des équinoxes, — nutation, — balancement de l'écliptique, — variation de l'excentricité, — déplacement du périhélie, — perturbations planétaires, — dérangement du centre de gravité du Soleil, — translation du système solaire, — actions sidérales inconnues, — font pirouetter notre petit globe, qui roule avec rapidité dans l'espace, perdu dans les myriades de mondes, de soleils et de systèmes dont l'immensité des cieux est peuplée. L'étude de la Terre vient de nous faire connaître le Ciel, et dans l'atome microscopique que nous habitons se sont révélées les vibrations de l'Infini ! Ces notions constituent la base essentielle de l'astronomie moderne, et nous venons de faire le premier pas, le plus difficile, dans la connaissance exacte de l'univers.

**VI. — La Terre, planète et monde. —
Démonstration théorique et pratique
des mouvements de notre globe
— La vie sur la Terre.**

Le sage n'affirme rien qu'il ne prouve, dit un vieux proverbe. L'astronomie est la plus exacte des sciences. Toutes les vérités qu'elle enseigne sont absolument démontrées, et ne peuvent être contestées par aucun esprit qui s'est donné la peine (ou plutôt le plaisir) de s'instruire dans l'étude de cette science admirable.

Sans doute, il y a des démonstrations mathématiques d'un ordre transcendant qui ne peuvent pas être rendues populaires. Mais, fort heureusement pour le sentiment général, les preuves fondamentales de la situation de la Terre dans l'espace et de la nature de ses mouvements peuvent être exposées sous une forme accessible à tous et aussi facile à comprendre que les raisonnements vulgaires de la plus simple logique.

« Les astronomes auront beau faire, écrivait en 1815 un membre de l'Institut qui ne manquait pourtant pas d'esprit, Mercier, ils ne me feront jamais croire que je tourne comme un poulet à la broche. » L'opinion personnelle du spirituel auteur du *Tableau de Paris* n'empêchait certes pas la Terre de tourner, car, bon gré, malgré, nous tournons. Comme l'écrivait Racine fils dans son poème sur *la religion* :

La Terre nuit et jour à sa marche fidèle
Emporte Galilée et son juge avec elle.

Je connais encore aujourd'hui bien des personnes, en apparence instruites, qui doutent du mouvement de la Terre, et

qui, pour une raison ou pour une autre, s'imaginent que les astronomes peuvent se tromper, que le système de Copernic n'est pas mieux démontré que celui de Ptolémée, et que, dans l'avenir, la science pourra faire des progrès qui renverseront nos idées actuelles comme la science moderne a renversé les idées anciennes. A coup sûr, ces personnes-là ne se sont pas donné le plaisir d'étudier sérieusement la question. Il est donc intéressant à tous les points de vue de réunir en un même corps d'arguments les *preuves positives que nous avons des mouvements de la Terre*.

Je ne ferai pas à mes lecteurs l'injure d'insister sur les preuves de la sphéricité de la Terre. On a fait depuis trois cents ans le tour du monde à peu près dans tous les sens ; on a mesuré la grandeur et déterminé la forme de notre globe par des procédés bien connus ; les éléments même de la géographie sont universellement enseignés ; personne ne peut douter que la Terre soit ronde comme une sphère.

La première difficulté qui empêche encore aujourd'hui certains esprits d'admettre que notre globe puisse être suspendu comme un ballon dans l'espace, et complètement isolé de toute espèce de point d'appui, provient d'une fausse notion de la pesanteur. L'histoire de l'astronomie ancienne nous montre une anxiété profonde chez les premiers observateurs, qui commençaient à concevoir la réalité de cet isolement, mais qui ne savaient pas comment empêcher de *tomber ce globe si lourd* sur lequel nous marchons. Les premiers Chaldéens avaient fait la Terre creuse, semblable à un bateau ; elle pouvait flotter sur l'abîme des airs. Les anciens Grecs l'avaient posée sur des piliers, et les Egyptiens sur le dos de quatre éléphants. Comme nous l'avons déjà remarqué ; les éléphants étaient installés sur une tortue ; et la tortue nageait sur la mer... Quelques anciens voulaient aussi que la Terre reposât sur des tourillons placés aux deux pôles. D'autres pensaient qu'elle devait

s'étendre indéfiniment au-dessous de nos pieds. Tous ces systèmes étaient conçus sous l'impression d'une fausse idée de la pesanteur. Pour s'affranchir de cette antique illusion, il faut savoir que *la pesanteur n'est qu'un effet produit par l'attraction d'un centre*. Les objets situés tout autour du globe terrestre tendent vers un centre et tout autour du globe toutes les verticales sont dirigées vers le centre. Le globe terrestre attire tout à lui, comme un aimant. La crainte que la Terre tombe est donc un non-sens : Où pourrait-elle tomber ? Il faudrait qu'un corps plus fort qu'elle l'attirât. Toutes les verticales sont dirigées vers le centre du globe. Si nous imaginons une série d'hommes debout tout autour de la Terre avec un fil à plomb à la main, tous ces fils à plomb, indiquant la pesanteur, seront dirigés vers le centre, qui est ainsi le *bas*, le *dessous*, tandis que toutes les têtes représentent le *haut*, le *dessus*, lorsque nous considérons notre globe isolément dans l'espace, nous ne faisons là rien qui puisse donner prise à l'objection qui craint de le voir tomber on ne sait où. *Il n'y a ni haut ni bas dans l'univers*. Si la Terre existait toute seule, elle resterait éternellement au point où elle aurait été posée, sans pouvoir se déplacer en aucune façon.

Examinons maintenant la question du mouvement. Nous voyons tous les astres tourner autour de la Terre en vingt-quatre heures. Il n'y a que *deux* suppositions à faire pour expliquer le fait : ou bien ce sont eux qui tournent de l'est à l'ouest, ou bien c'est le globe terrestre qui tourne sur lui-même de l'ouest à l'est. Dans les deux cas, les apparences seront les mêmes pour nous, et absolument les mêmes, attendu que le déplacement des corps célestes qui ne participent pas au mouvement de la Terre est le seul indice de ce mouvement, notre navire éthéré n'ayant à heurter nul obstacle dans sa marche. Si, par exemple, un homme dans un bateau qui glisse au milieu du cours d'une rivière n'en était jamais sorti,

était né dans ce bateau et avait reçu une éducation qui l'ait convaincu que les apparences sont réelles et que, comme il le voit, le rivage, les arbres, les collines marchent lentement de chaque côté de lui, cet homme aurait évidemment la plus grande peine à se désabuser de son opinion, et tous les raisonnements du monde ne le convaindraient pas immédiatement de son erreur. Il lui faudrait une certaine réflexion pour arriver à comprendre que les villages ne marchent pas.

Comment donc nous, les navigateurs du navire terrestre, pourrions-nous arriver à la certitude sur ce même point et savoir si c'est vraiment le ciel qui tourne autour de la Terre ou si c'est la Terre qui tourne sur elle-même?

Dans le premier cas, voici ce qu'il faudrait admettre. L'astre le plus proche de nous, la Lune, est à 96 000 lieues d'ici. Elle aurait donc à parcourir, en 24 heures, une circonférence de 192 000 lieues de diamètre, c'est-à-dire de 603 000 lieues de longueur. Il lui faudrait pour cela courir avec une vitesse de 25 125 lieues par heure, c'est-à-dire faire plus de 400 lieues par minute, 28 kilomètres par seconde.... La distance de la Lune n'est pas contestable : elle est plus exactement mesurée, par triangulation, que celle de Paris à Rome... Mais ce n'est rien encore.

Le Soleil, à 37 millions de lieues d'ici, aurait à parcourir, dans le même intervalle de 24 heures, une circonférence de 232 millions de lieues autour de la Terre. Il lui faudrait pour cela voler avec une vitesse de 9 680 000 lieues à l'heure, c'est-à-dire 161 300 lieues par minute, ou 9000 kilomètres par seconde! Du reste, il devrait ainsi parcourir en un jour le chemin que notre globe parcourt en un an. Et cet astre est 1 300 000 fois plus gros que la Terre! L'in vraisemblance logique d'une pareille hypothèse se sentira aisément aussi bien que son impossibilité mécanique. Comme le disait Cyrano de Bergerac, c'est comme si, pour faire rôtir une alouette, on la

mettait à la broche, et, au lieu de tourner la broche, on voulait faire tourner, autour de l'alouette fixe, la cheminée, la cuisine, la maison et toute la ville.

Les planètes, dont les distances sont également déterminées avec une précision mathématique, participent au mouvement diurne. Elles seraient donc emportées dans l'espace avec une rapidité plus inconcevable encore. La dernière planète connue des anciens, Saturne, neuf fois et demie plus éloignée de nous que le Soleil, serait obligée, pour tourner en 24 heures autour de la Terre, de décrire une circonférence de 2 milliards de lieues de longueur et de brûler l'espace avec une rapidité de plus de 20 000 lieues par chaque seconde !

La planète extérieure de notre système, Neptune, aurait à parcourir 7 milliards de lieues en 24 heures; soit 292 millions de lieues à l'heure!

Et les étoiles?... La plus proche de nous git à 226 400 fois la distance de la Terre au Soleil, c'est-à-dire à 8 trillions 600 milliards de lieues d'ici. Cette distance n'est pas contestable, comme nous le verrons plus loin. Pour tourner autour de la Terre en 24 heures, cette étoile devrait donc parcourir, dans le même intervalle de temps, une circonférence mesurant 54 trillions de lieues d'étendue; sa vitesse devrait être, pour cela, de 2250 milliards de lieues par heure, 37 500 millions par minute, ou en définitive 625 millions de lieues par seconde!!!...

Et c'est l'étoile la plus voisine de nous.

Sirius, situé sept fois plus loin, devrait accomplir son indescriptible circonférence autour de nous avec une rapidité de quatre mille millions de lieues par seconde ! La Chèvre, située à 170 trillions de lieues d'ici, devrait courir dans l'espace avec une vitesse constante de près de quatorze milliards de lieues par seconde!!!... etc. Et ce sont là les étoiles les plus proches. Et toutes les autres sont incomparablement plus éloignées,

situées à toutes les distances imaginables. Et il y en a jusqu'à l'infini !

Ainsi voilà les deux hypothèses : ou bien obliger tout l'univers à tourner autour de nous chaque jour, ou bien supposer notre globe animé d'un mouvement de rotation sur lui-même, et éviter à l'univers entier cet incompréhensible travail.

Quand on voit l'étendue des cieux peuplée de millions et de millions d'étoiles éloignées aux distances les plus prodigieuses, quand on réfléchit à la petitesse de la Terre, en comparaison de toutes ces énormes distances, il devient impossible de concevoir que tout cela puisse tourner à la fois d'un mouvement commun, régulier et constant, en 24 heures de temps, autour d'un atome tel que la Terre. Non seulement le mouvement diurne de tous les astres en 24 heures autour de nous est une chose peu vraisemblable, mais on peut ajouter qu'il est absurde, et qu'il faut être aveugle pour pouvoir se prêter à une pareille idée. Maintenant, toutes les planètes qui sont à des distances si différentes, et dont les mouvements propres sont si différents les uns des autres, toutes ces comètes, qui semblent n'avoir presque aucune ressemblance avec les autres corps célestes, ajoutent encore à la difficulté. Tous ces corps, qui sont indépendants l'un de l'autre, et à des distances que l'imagination a peine à concevoir, se réuniraient donc pour tourner chaque jour tous ensemble, et comme tout d'une pièce, autour d'un axe ou essieu, lequel même change de place ? Cette égalité dans le mouvement de tant de corps, si inégaux d'ailleurs à tous égards, devait seule indiquer aux philosophes qu'il n'y avait rien de réel dans ces mouvements ; et quand on y réfléchit, elle prouve la rotation de la Terre d'une manière qui ne laisse plus le moindre doute et à laquelle il n'y a point de réplique.

Ajoutons à cela que ces astres sont des millions et des millions de fois plus gros que la Terre ; qu'ils ne sont réunis

entre eux par aucun lien solide qui puisse les attacher à un mouvement des voûtes célestes; qu'ils sont tous situés aux distances les plus diverses; et cette effrayante complication du système des cieux témoignera par elle-même de sa non-existence et de son impossibilité mécanique.

On évite toutes ces absurdités en admettant que le petit globe sur lequel nous sommes fasse simplement un tour sur lui-même, en 24 heures. A défaut de démonstrations directes, qui ne manquent pas, d'ailleurs, comme on va le voir, le simple bon sens résout la question. En tournant sur elle-même, la Terre fait simplement parcourir à sa circonférence équatoriale 10 000 lieues en 24 heures, soit 465 mètres par seconde pour une ville située sur l'équateur, 305 pour Paris, et de moins en moins à mesure qu'on approche du pôle et que le cercle à parcourir est plus petit.

D'autre part encore, l'analogie est venue confirmer directement l'hypothèse du mouvement de la Terre et changer en certitude sa haute vraisemblance. Le télescope a montré dans les planètes des terres analogues à la nôtre, mues elles-mêmes par un mouvement de rotation autour de leur axe, mouvement de rotation de vingt-quatre heures pour les planètes voisines, et d'une durée moindre encore pour les mondes lointains de notre système. Le Soleil tourne sur lui-même en 25 jours, Vénus et Mars en 24 heures, Jupiter en 10 heures, etc. Ainsi la simplicité et l'analogie sont en faveur du mouvement de la Terre. Ajoutons maintenant que ce mouvement est rigoureusement voulu et déterminé par toutes les lois de la mécanique céleste.

L'une des plus grandes difficultés opposées contre ce mouvement était celle-ci : si la Terre tourne sous nos pieds, en nous élevant dans l'espace et en trouvant le moyen de nous y soutenir quelques secondes ou davantage, nous devrions tomber, après ce laps de temps, en un point plus occidental que le

point de départ. Celui, par exemple, qui à l'équateur, trouverait le moyen de se soutenir immobile dans l'atmosphère pendant une demi-minute, devrait retomber trois lieues à l'occident du lieu d'où il serait parti. — Ce serait une excellente façon de voyager, et Cyrano de Bergerac prétendait l'avoir employée, lorsque, s'étant élevé dans les airs par un ballon de sa façon, il était tombé, quelques heures après son départ, au Canada au lieu de descendre en France. — Quelques sentimentalistes, Buchanan entre autres, ont donné à l'objection une forme plus tendre, en disant que si la Terre tournait, la tourterelle n'oserait plus s'éloigner de son nid, car bientôt elle perdrait inévitablement de vue ses jeunes tourteraux. Le lecteur a déjà répondu à cette objection en réfléchissant que tout ce qui appartient à la Terre participe, comme nous l'avons dit, à son mouvement de rotation, et que jusqu'aux dernières limites de l'atmosphère notre globe entraîne tout dans son cours.

Lorsqu'on joue aux boules ou au billard dans un navire emporté sur le miroir de l'onde par un mouvement rapide, le choc des corps s'y fait avec la même force dans un sens que dans l'autre, et, lorsqu'on jette une pierre du haut du mât d'un navire en mouvement, elle tombe directement au pied du mât, comme lorsque le navire est en repos. Le mouvement du vaisseau est communiqué au mât, à la pierre et à tout ce qui existe sur cette demeure flottante : il n'y a que la résistance de la plaine liquide fendue par le navire qui permette aux passagers de constater le mouvement. Il en est de même en chemin de fer et en ballon ; mais comme la Terre ne rencontre aucun obstacle étranger, il n'y a absolument rien dans la nature qui puisse, par sa résistance, par son mouvement ou par son choc, nous faire apercevoir le mouvement de la Terre. Ce mouvement est commun à tous les corps terrestres ; ils ont beau s'élever en l'air, ils ont reçu d'avance l'impression du

mouvement de notre globe, sa direction et sa vitesse; et lors même qu'ils sont au plus haut de l'atmosphère, ils continuent à se mouvoir comme la Terre (1).

On vérifie la même loi en ballon. Je me souviens, entre autres, qu'un jour, passant au-dessus de la ville d'Orléans, j'avais pris soin d'écrire une dépêche à l'adresse du principal journal de cette ville, et j'avais attendu que nous fussions arrivés au-dessus d'une promenade pour la laisser tomber, en lui donnant une pierre pour contrepoids. Quelle ne fut pas ma surprise en voyant cette pierre rester, tout en descendant, suspendue au-dessous du ballon, comme si elle eût glissé le long d'un fil ! L'aérostat filait assez vite. Au lieu de tomber sur la place que j'avais choisie, et même sur la ville, la dépêche, suivant une diagonale, alla se noyer dans la Loire. Je n'avais pas réfléchi à l'une des plus vieilles questions de mon baccalauréat : l'indépendance des mouvements simultanés. Fort heureusement, le ballon, après avoir traversé la Loire, se trouva, par la condensation du soir, descendu assez proche de terre pour nous per-

(4) On a construit, au siècle dernier, un petit appareil, la machine de Steiz, qui rend visible cette composition du mouvement. Un petit chariot, mû par un ressort, roule sur le parquet d'une salle; une balle, placée au fond d'une cuvette, est au-dessus d'un ressort, une détente fait partir le ressort et jette la balle en l'air pendant que le chariot avance avec rapidité; la balle s'élève, et retombe ensuite, et quoique le chariot ait avancé, elle retombe dans la même cuvette, ou coquille, comme si cette coquille était restée à la même place; on distingue très bien que la balle, au lieu de s'élever perpendiculairement, et de descendre verticalement, a décrit deux lignes obliques courbes, deux branches de parabole, une en s'élevant, l'autre en retombant sur le chariot, et qu'elle l'a accompagné dans sa course. Ainsi le mouvement de la balle est évidemment composé de deux mouvements, celui que le chariot avait communiqué horizontalement à la balle, et celui que le ressort lui a donné de bas en haut; la balle décrit la diagonale de ces deux directions.

L'écuycère du cirque emportée par un cheval rapide expérimente le même fait lorsqu'elle s'élance au-dessus de son pégase, il continue de courir, et elle retombe directement sur sa selle comme si le cheval était resté immobile.

mettre de hêler un habitant de la ville qui suivait la route d'Orléans et rentrait tranquillement chez lui, assis sur un cabriolet qui avançait au petit trot. C'était à la tombée de la nuit, et l'*Angelus* s'envolait des cloches des villages. Le plus étonné, ce fut encore le voyageur, en s'entendant appeler du haut du ciel. Il ne parut d'abord en croire ni ses oreilles ni ses yeux. Mais le cheval s'était arrêté net, et nous eûmes le temps suffisant de signaler notre passage, qui le lendemain était publié par les journaux.

Un boulet de canon qui serait lancé perpendiculairement vers le zénith retomberait dans le canon, quoique, pendant le temps que le boulet était en l'air, le canon ait avancé vers l'orient avec la Terre de plusieurs kilomètres. La raison en est évidente : ce boulet, en s'élevant en l'air, n'a rien perdu de la vitesse que le mouvement du globe lui a communiquée; ces deux impressions ne sont point contraires; il peut faire un kilomètre vers le haut pendant qu'il en fait six vers l'orient; son mouvement dans l'espace est la diagonale d'un parallélogramme, dont un côté a 1 kilomètre et l'autre 6; il retombera par sa pesanteur naturelle, en suivant une autre diagonale (courbe à cause de l'accélération), et il retrouvera le canon, qui n'a point cessé d'être situé, aussi bien que le boulet, sur la ligne qui va du centre de la Terre jusqu'au sommet de la ligne où il a été lancé.

Cette expérience serait fort difficile à réussir à cause de la difficulté d'avoir un canon bien calibré et bien vertical. Mersenne et Petit l'ont essayée au dix-septième siècle, et ils ne retrouvèrent pas leur boulet. Varignon, dans ses « Conjectures sur la cause de la pesanteur, » a donné à ce propos en frontispice une vignette dans laquelle on voit deux personnages, un militaire et un religieux, auprès d'un canon braqué vers le zénith; ils regardent en l'air comme pour suivre le boulet qui vient d'être lancé. Sur la gravure même, on lit ces mots :

« Retombera-t-il? » Le religieux est le père Mersenne, et son compagnon est M. Petit, intendant des fortifications. Ils ont répété plusieurs fois cette dangereuse expérience, et comme ils ne furent pas assez adroits pour faire retomber le boulet sur leur tête, ils crurent pouvoir en conclure qu'il était resté en l'air, où sans doute il demeurerait longtemps. Varignon ne conteste pas le fait, mais il s'en étonne : « Un boulet suspendu au-dessus de nos têtes! en vérité, dit-il, cela doit surprendre. » Les deux expérimentateurs, s'il est permis de les nommer ainsi, firent part à Descartes de leurs essais et du résultat obtenu. Descartes ne vit dans le fait supposé exact qu'une confirmation de ses subtiles rêveries sur la pesanteur. On a refait l'expérience à Strasbourg, et l'on a retrouvé le boulet à plusieurs centaines de mètres. C'est que le canon n'était pas rigoureusement vertical. En fait, le boulet devrait retomber dans la gueule.

L'observation directe de divers phénomènes a encore confirmé la théorie du mouvement de la Terre par des preuves matérielles irrécusables.

Si le globe tourne, il développe une certaine force centrifuge; cette force sera nulle aux pôles, aura son maximum à l'équateur, et sera d'autant plus grande que l'objet auquel elle s'applique sera lui-même à une distance plus grande de l'axe de rotation. Eh bien! précisément, la Terre est renflée à l'équateur et aplatie aux pôles, et l'on constate que les objets perdent à l'équateur un 289^e de leur poids, à cause de la force centrifuge.

Les oscillations du pendule appuient encore le fait précédent. Un pendule de 1 *mètre* de longueur qui, à Paris, fait dans le vide 86 137 oscillations en 24 heures, transporté aux pôles en ferait 86 242, et, à l'équateur, n'en exécute plus, dans le même temps, que 86 017.

La longueur du pendule à secondes est, à Paris, de 994 millimètres. A l'équateur, elle n'est que de 991^{mm}.

Une pierre qui tombe d'un cinquième étage à Paris parcourt 4^m,90 dans la première seconde de chute. Au pôle, où il n'y a aucune force centrifuge, la chute est un peu plus rapide : 4^m,92. A l'équateur, elle tombe en raison de 4^m,89, avec une vitesse de 3 centimètres inférieure à celle dont elle est affectée aux pôles. La forme de la Terre, qui est aplatie aux pôles, entre pour une part dans cette différence; la force centrifuge pour une autre part.

Une remarque curieuse à faire ici, c'est qu'à l'équateur cette force est de $\frac{1}{289}$ de la pesanteur. Or, comme la pesanteur croît proportionnellement au carré de la vitesse de rotation, et que 289 est le carré de 17 (17 multiplié par 17 = 289), si la Terre tournait 17 fois plus vite, les corps placés à l'équateur *ne peseraient plus rien*.

Comme la force centrifuge est d'autant plus grande que l'on est plus éloigné du centre de la Terre, une pierre posée à la surface du sol est animée vers l'est d'une vitesse un peu plus grande qu'une pierre du fond d'un puits. Or l'excès de cette vitesse ne pouvant pas être anéanti, si on laisse tomber une petite boule de plomb dans un puits, elle ne descend pas juste suivant la verticale, mais s'en écarte un peu vers l'est. La déviation dépend de la profondeur du puits; elle est, à l'équateur, de 33 millimètres pour 100 mètres de profondeur. Dans les puits de mine de Freiberg (Saxe), on a constaté une déviation orientale de 28 millimètres pour 138 mètres. Il est évident que c'est là une preuve expérimentale du mouvement de la Terre. Nous avons, à l'Observatoire de Paris, un puits qui descend aux Catacombes, à 28 mètres, et traverse l'édifice jusqu'à la terrasse supérieure, dont la hauteur est également de 28 mètres. C'est donc un puits de 56 mètres. Du temps de Cassini, on y a fait l'expérience précédente, pour donner une

preuve expérimentale du mouvement de la Terre. Une balle de plomb qui tombe du haut des tours Notre-Dame ne suit pas juste la verticale, mais tombe à 15 millimètres vers l'est, différence entre la force centrifuge au pied et au sommet. (L'expérience est difficile à réussir à cause des mouvements de l'air).

La physique du globe a, elle aussi, fourni son contingent de preuves à la théorie du mouvement de la Terre, et l'on peut dire que toutes les branches de la science qui se rattachent de près ou de loin à la cosmographie, se sont unies pour la confirmation unanime de cette théorie. La forme même du sphéroïde terrestre montre que cette planète a été une masse fluide animée d'une certaine vitesse de rotation, conclusion à laquelle les géologues sont arrivés dans leurs recherches personnelles.

D'autres faits, comme les courants de l'atmosphère et de l'Océan, les courants polaires et les vents alizés, trouvent aussi leur cause dans la rotation du globe; mais ces faits ont une valeur moindre que les précédents, attendu qu'ils pourraient s'accorder avec l'hypothèse du mouvement du Soleil.

C'est ici le lieu de rappeler la brillante expérience faite par Foucault au Panthéon. A moins de nier l'évidence, cette expérience démontre invinciblement le mouvement de la Terre. Elle consiste, comme on sait, à encastrier un fil d'acier par son extrémité supérieure dans une plaque métallique fixée solidement à une voûte. Ce fil est tendu à son extrémité inférieure par une boule de métal d'un poids assez fort. Une pointe est attachée au-dessous de la boule, et du sable fin est répandu sur le sol pour recevoir la trace de cette pointe lorsque le pendule est en mouvement. Or, il arrive que cette trace ne s'effectue pas dans la même ligne. Plusieurs lignes, croisées au centre, se succèdent et manifestent une déviation du plan des oscillations de l'orient vers l'occident. En réalité, le plan

des oscillations reste fixe; la Terre tourne au-dessous, d'occident en orient. L'explication est basée sur ce fait, que *la torsion du fil n'empêche pas le plan des oscillations de rester invariable*. C'est ce que chacun peut vérifier par une expérience bien simple. Prenez une balle suspendue à un fil d'un mètre ou deux de longueur, attachez le fil au plafond à une vis, faites osciller le pendule, et pendant sa marche faites tourner la vis, le fil se tordra plus ou moins, mais la direction de ces oscillations ne variera pas pour cela.

Tel est le principe de la célèbre expérience imaginée par Foucault et réalisée, par ce savant regretté, sous la coupole du Panthéon, en 1851 (1).

Si nous imaginions qu'un pendule d'une grande hauteur fût suspendu au-dessus de l'un des pôles de la Terre, une fois ce pendule en mouvement, le plan de ses oscillations restant invariable, malgré la torsion du fil, la Terre tournerait sous lui, et le plan d'oscillation du pendule paraîtrait tourner en vingt-quatre heures autour de la verticale, en sens contraire, par conséquent, du véritable mouvement de rotation de la Terre.

Si le pendule était suspendu en un point de l'équateur, il n'y aurait plus de déviation. Mais, pour tous les lieux situés entre l'équateur et les pôles, l'invariabilité du plan d'oscilla-

(1) Ajoutons quelques explications. Une boule de cuivre pesant 30 kilos était suspendue à un fil d'acier rond et homogène, long de 68 mètres. A l'état de repos elle occupait le centre d'une galerie circulaire divisée en degrés et élevée au-dessus du pavé à hauteur d'appui. (Pendant la République de 1848 le Panthéon était un monument civil et non une chapelle). On écartait la boule en l'attachant à un fil de chanvre, puis, pour l'expérience, on brûlait le fil à la flamme d'une allumette; et la boule commençait une série d'oscillations lentes. Sur la galerie circulaire était déposé un petit talus de sable fin dont la crête était entamée au passage par une pointe fixée sous la boule. Le pendule mettait 46 secondes à revenir à son point de départ et entamait de plus en plus la brèche à chaque retour, si bien qu'au bout de cinq minutes l'ouverture était large de plusieurs centimètres; au bout d'une heure l'angle était de plusieurs degrés.

tion se manifeste par une déviation en sens contraire du mouvement de la Terre.

Telles sont les preuves positives et absolues du mouvement de rotation de la Terre sur son axe. Les preuves du mouvement de translation autour du Soleil ne sont pas moins convaincantes.

Et d'abord, toutes les autres planètes tournent autour du Soleil, et la Terre n'est qu'une planète. Pour expliquer les mouvements apparents des cinq planètes connues des anciens (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne) dans l'hypothèse de l'immobilité de la Terre, les astronomes avaient été obligés de compliquer étrangement le système du monde, et d'arriver à imaginer jusqu'à 72 cercles de cristal emboîtés les uns dans les autres ! Toutes les planètes tournent, en même temps que la Terre, autour du Soleil. Il résulte du long circuit parcouru annuellement par la Terre des changements de perspective faciles à deviner : lorsque nous avançons, telle planète paraît reculer ; lorsque nous allons à gauche, telle autre paraît aller à droite ; dans certains cas, la combinaison des deux mouvements arrête en apparence la planète dans son cours et la rend immobile sur la sphère céleste. Dans la théorie de la Terre autour du Soleil, ces variations s'expliquent d'elles-mêmes et se calculent d'avance. Dans l'hypothèse contraire, elles créent une complication intolérable. Depuis le XIII^e siècle, l'étude que l'on a faite du cours des comètes si nombreuses qui sillonnent l'espace en tout sens a montré que, tout excentriques qu'ils soient eux-mêmes, ces astres chevelus protestent contre l'ancien système, car, comme le disait Fontenelle, il y a longtemps qu'ils auraient cassé tout le cristal des cieux. Le calcul des orbites des comètes, dont la précision est prouvée par le retour de ces astres aux points du ciel indiqués, serait impossible dans l'hypothèse de l'immobilité de la Terre. La planète Uranus, découverte à la fin du siècle dernier, au delà

de l'orbite de Saturne; la planète Neptune, découverte au milieu de notre siècle, plus loin, encore, ont prouvé, elles aussi, qu'elles tournent autour du Soleil et non pas autour de la Terre, et la découverte de la dernière, faite par l'induction pure, sur la théorie mathématique, a été véritablement le coup de grâce des derniers partisans de l'ancien système, puisque c'est en s'appuyant sur les lois de la gravitation universelle que le mathématicien a annoncé l'existence d'un astre éloigné à plus de mille millions de lieues de nous et tournant autour du Soleil en 165 ans. Ajoutons encore que près de deux cents petites planètes ont été découvertes depuis le commencement de ce siècle entre Mars et Jupiter, et qu'elles tournent également autour du Soleil, toutes sans exception. Ainsi le système solaire constitue une même famille, dont le gigantesque et puissant Soleil est le centre et le régulateur.

Ce n'est pas tout. Nous voyons le mouvement de translation annuelle de la Terre se refléter dans le ciel. Les étoiles ne sont pas éloignées à des distances infinies. Quelques-unes sont relativement assez proches et gisent à quelques *trillions* de lieues d'ici seulement. Or, la Terre, en tournant autour du Soleil, décrit dans l'espace une ellipse de 232 millions de lieues. Eh bien! si l'on examine attentivement, pendant tout le cours de l'année, l'une des étoiles les plus proches, en prenant pour point de repère une étoile très éloignée, on voit que la plus proche subit dans sa position un effet de perspective causé par le mouvement de la Terre, et, au lieu de rester fixe pendant toute l'année au même point, paraît, elle aussi, se mouvoir suivant une ellipse tracée en sens contraire de notre mouvement annuel. C'est même par la mesure de ces petites ellipses décrites au fond des cieux par les étoiles que l'on a pu calculer leurs distances. Du temps de Copernic, de Tycho-Brahé et de Galilée, l'immobilité apparente des étoiles avait

été l'un des plus puissants arguments invoqués contre le mouvement annuel de la Terre. Cet argument a été renversé, comme tous les autres, par les progrès réalisés dans la précision toujours grandissante des observations astronomiques.

Ce n'est pas tout encore. Le mouvement annuel de la Terre autour du soleil se reflète également sur la voûte céleste par un autre phénomène qu'on appelle « l'aberration de la lumière. » Voici en quoi il consiste : Les rayons de lumière nous arrivent des étoiles en ligne droite, avec une vitesse environ 10 000 fois plus rapide que celle de la Terre sur son orbite. Si la Terre était fixe, nous recevriions ces rayons directement et sans correction. Mais nous courons sous les rayons lumineux comme, par exemple, nous courons sous une pluie verticale : plus nous courons et plus nous devons incliner notre parapluie si nous tenons à ne pas être mouillés. Si nous sommes en chemin de fer, la combinaison de la vitesse horizontale du train avec la vitesse verticale des gouttes de pluie fait tracer à la pluie des lignes obliques sur la portière du wagon. Eh bien ! nous pouvons comparer nos lunettes visant les étoiles à nos parapluies visant la direction des gouttes de pluie. Le mouvement de la Terre est tel, que nous sommes obligés d'incliner nos lunettes pour recevoir les rayons lumineux des étoiles. Chaque étoile trace annuellement sur la sphère céleste une ellipse beaucoup plus grande que celle qui est due à la perspective de sa distance, et dont la forme, comme la grandeur, dépend, non plus de cette distance, mais de la position de l'étoile relativement au mouvement annuel de la Terre. Ce phénomène est d'une haute importance en astronomie. Il a servi à la fois à constater l'exactitude de la théorie de la transmission successive de la lumière en raison de 75 000 lieues par seconde, et il a fourni une preuve directe de la réalité du mouvement de la Terre autour du Soleil. Si la Terre était en repos, ces mouvements seraient absolument inexplicables. —

On le voit, toutes ces démonstrations sont d'une simplicité extrême.

Tous les mouvements de la Terre que nous avons décrits plus haut se lisent de la même manière dans l'observation du ciel, et il faudrait être volontairement aveugle pour ne pas les reconnaître tels qu'ils sont.

Mais ce ne sont pas seulement les mouvements de notre planète ainsi que ceux de nos sœurs de l'espace, qui sont aujourd'hui absolument démontrés. La cause théorique elle-même de ces mouvements, L'ATTRACTION OU GRAVITATION UNIVERSELLE, est prouvée par tous les faits de l'astronomie moderne. La connaissance de cette cause suffit aujourd'hui pour prévoir à l'avance les moindres perturbations, les moindres influences que les corps célestes exercent les uns sur les autres, et même pour découvrir des astres invisibles. Ainsi a été découvert Neptune, sans l'aide du télescope; ainsi a été découvert le satellite de Sirius, astre vérifié ensuite par l'observation directe. *Tous* les faits de la science s'accordent pour prouver, affirmer sous toutes les formes, démontrer de mieux en mieux la vérité des théories astronomiques modernes; *aucun* ne se présente pour les contredire. Il y a donc là une certitude incontestable et absolue.

On éprouve quelquefois une difficulté réelle à faire partager ses convictions à certaines personnes rebelles à toute démonstration. Ainsi, par exemple, un vieux proverbe assure « qu'il serait beaucoup plus facile de donner de l'esprit à un sot que de le persuader qu'il en est dépourvu. » Fort heureusement, le problème qui vient de nous occuper n'est pas d'une solution aussi laborieuse. Nous ne croyons pas être optimiste en espérant qu'après l'exposé de tous les arguments qui précèdent, il ne reste plus place pour le moindre doute dans l'esprit de tous nos lecteurs.

Arrêtons-nous un instant maintenant pour contempler la Terre dans son unité vivante.

Ce globe, qui nous porte, a un diamètre de 12 732 kilomètres, ou 3183 lieues. Mais il n'est pas absolument sphérique, étant légèrement aplati aux pôles, de $\frac{1}{300}$ en nombre rond; le diamètre qui va d'un pôle à l'autre est plus petit que celui que l'on mènerait d'un point de l'équateur au point diamétralement opposé, et la différence est de 42 kilomètres. Sur un globe de 1 mètre de diamètre, la différence entre les deux diamètres ne serait que de 3 millimètres un tiers. Sur un pareil globe, la montagne la plus élevée de notre monde, le Gaurisankar, dans l'Himalaya, dont la hauteur est de 8 840 mètres, n'aurait que les sept dixièmes d'un millimètre. Ainsi, notre globe est proportionnellement beaucoup plus uni qu'une orange, aussi uni, en vérité, qu'une boule de billard. Quant à la grandeur matérielle de l'homme relativement au monde qu'il habite, sur un globe de 12 mètres de diamètre, l'homme serait si petit, que dix mille pourraient se coucher l'un à côté de l'autre dans un espace de la grandeur de l'o que voici.

A mesure qu'on s'élève au-dessus de la surface du globe, l'horizon s'agrandit en proportion du rapport qui existe entre notre élévation et la grandeur de la sphère. A mille mètres de hauteur, nous planons au-dessus d'un cercle (ou plutôt d'une calotte sphérique) dont le rayon mesure 112 kilomètres, c'est-à-dire que nous embrassons une étendue de 224 kilomètres, ou 56 lieues de diamètre. L'horizon de Paris prolongé jusqu'à Marseille planerait à une hauteur de plus de trente kilomètres au-dessus de cette ville.

Ajoutons encore que notre globe est environné d'une atmosphère, au fond de laquelle nous respirons et vivons, composée de gaz (oxygène, azote, acide carbonique) et de la vapeur d'eau qui s'élève des mers et des terres mouillées par la pluie. C'est cette atmosphère qui, n'étant pas absolument transpa-

rente, réfléchit la lumière du jour et se colore de cet azur céleste qui semble étendre au-dessus de nous un ciel atmosphérique. C'est cette illumination des molécules de l'air par la lumière du jour qui nous empêche de voir les étoiles de jour comme de nuit. Les plus brillantes, Vénus, Jupiter, Sirius, parviennent parfois à percer ce voile d'azur; on peut ainsi les découvrir en les cherchant exprès, à l'aide d'une lunette, ou même à l'aide d'un simple tube noirci. Cette atmosphère n'est pas très élevée, car, à 48 kilomètres de hauteur, elle est devenue à peu près nulle, et depuis longtemps irrespirable. On n'a jamais dépassé neuf kilomètres en ballon. Il est probable qu'au-dessus de cette atmosphère aérienne, il y en a une autre plus légère encore, hydrogénée, car l'étude des crépuscules, des étoiles filantes et des aurores boréales paraît porter jusqu'à 300 kilomètres la limite extrême. Elle pourrait s'étendre mathématiquement plus loin encore : j'ai calculé que ce n'est qu'à la distance de dix mille lieues autour de notre globe que la force centrifuge développée par le tourbillonnement de la Terre rejeterait dans l'espace les molécules d'air qui pourraient exister en cette région; c'est là que l'équilibre s'établit et que circulerait un satellite tournant autour de nous dans le même temps que la rotation de la lune, en 23 heures 56 minutes.

L'atmosphère joue un rôle assez important dans les observations astronomiques, car elle dévie les rayons lumineux qui nous arrivent des astres, et nous les fait voir au-dessus de leur position réelle. C'est ce qu'on appelle la *réfraction*. Au point diamétralement situé au-dessus de nos têtes, nommé le zénith, la déviation est nulle, parce que le rayon lumineux arrive perpendiculairement aux couches d'air. Elle augmente à mesure qu'on s'éloigne du zénith et qu'on s'approche de l'horizon. A l'horizon même, elle est énorme, car elle élève les astres d'une quantité égale au diamètre apparent du Soleil et

de la Lune, de telle sorte que, lorsque nous voyons ces astres se lever, ils sont encore couchés en réalité et au-dessous du plan prolongé de l'horizon de l'observateur. C'est aussi la raison pour laquelle le soleil couchant nous paraît ovale lorsque dans les belles soirées d'été nous assistons à ces magnifiques et lumineux couchers de soleil au bord de la mer. On fait subir à toutes les observations astronomiques une correction calculée en conséquence pour ramener les astres à leurs positions réelles.

Le globe terrestre mesurant 3183 lieues de diamètre représente un volume de mille milliards de kilomètres cubes. Comme c'est un morceau de matière limitée, ne tenant à rien, on a pu le peser (par la balance de Cavendish). Il pèse cinq fois et demi plus que s'il était entièrement formé d'eau, ce qui correspond à un poids de 5875 *sextrillions* de kilogrammes. L'atmosphère pèse environ un million de fois moins, à peu près 6263 *quatrillions* de kilogrammes.

La surface de la Terre est de 510 millions de kilomètres carrés, dont 381 260 000 sont recouverts par les eaux de l'océan, de sorte qu'il n'en reste que 126 740 000, ou le quart seulement, pour la terre habitable.

La planète vit d'une certaine vie astrale que nous ne pouvons pas encore suffisamment comprendre. Des courants magnétiques circulent en elle, et sans cesse, sous leurs mystérieuses influences, l'aiguille aimantée cherche le nord de son doigt inquiet et agité. L'intensité et la direction de ces courants varient de jour en jour, d'année en année, de siècle en siècle. Il y a deux siècles environ, en 1666, la boussole examinée à Paris tendait juste au nord. Puis elle a tourné vers l'ouest, c'est-à-dire vers la gauche en regardant le nord; sa déviation était de 8 degrés en 1700, de 17 degrés en 1750, de 22 degrés en 1800; elle a encore augmenté d'un demi-degré jusqu'en 1814, puis elle a commencé à revenir vers le nord;



La terre donne à l'homme ses fruits, ses troupeaux, ses trésors, la vie circule,
et le printemps revient toujours...

cette déviation était de 22 degrés en 1835, de 20 en 1854, de 19 en 1863, de 18 en 1870, et cette année 1879 elle est de 17. Elle va continuer de décroître, et il est probable qu'elle pointera de nouveau au nord vers 1962. Voilà une importante variation séculaire, qui a causé bien des désastres maritimes aux pilotes qui l'ignoraient. Ajoutons que tous les jours cette curieuse aiguille oscille légèrement sur son axe, s'écartant de son méridien magnétique, vers l'Orient à 8 heures du matin, et vers l'Occident à une heure de l'après-midi. L'amplitude de cette oscillation varie elle-même d'année en année, et, remarque vraiment étonnante, cette amplitude paraît correspondre au nombre des taches qui existent sur le Soleil : c'est dans les années où il y a le plus de taches que cette amplitude est la plus forte. Le nombre des aurores boréales paraît également en rapport avec l'état de l'astre du jour. Du reste, l'aiguille aimantée enfermée dans une cave de l'Observatoire de Paris *suit* l'aurore boréale qui allume ses feux aériens en Suède et en Norvège : elle est inquiète, agitée, j'allais dire fiévreuse, plus que cela, affolée, et son trouble ne cesse que quand le lointain météore a disparu... Quel livre que le livre de la Nature ! Et combien il est inexplicable qu'il ait si peu de lecteurs !

La vie de la planète se manifeste extérieurement par les plantes qui en ornent la surface, par les animaux qui la peuplent, par l'humanité qui l'habite. On connaît cent vingt mille espèces végétales et trois cent mille espèces animales ; il n'y a qu'une espèce humaine, car, l'humanité, c'est l'incarnation de l'Esprit.

La population humaine de notre planète se compose, d'après les dernières statistiques, de 1 milliard 400 millions d'habitants. Il naît à peu près un enfant à chaque seconde. Un être humain meurt aussi par seconde. Le nombre des naissances est toutefois un peu plus grand que celui des morts, et la population s'accroît suivant une proportion variable.

De siècle en siècle, les êtres vivants sont remplacés par d'autres êtres, et, sur les continents comme dans les mers, si la vie rayonne toujours, ce ne sont point les mêmes cœurs qui battent, ce ne sont point les mêmes yeux qui sourient. La mort couche successivement dans la tombe les hommes et les choses, et, sur nos cendres comme sur la ruine des empires, la flamme de la vie brille toujours. La Terre donne à l'homme ses fruits, ses troupeaux, ses trésors ; la vie circule, et le printemps revient toujours. On croirait presque que notre propre existence, si faible et si passagère, n'est qu'une partie constitutive de la longue existence de la planète, comme les feuilles annuelles d'un arbre séculaire, et que, semblables aux mousses et aux moisissures, nous ne végétons un instant à la surface de ce globe que pour servir aux procédés d'une immense vie planétaire que nous ne comprenons pas.

L'espèce humaine est soumise, à un moindre degré que les plantes et les animaux, aux circonstances du sol et aux conditions météorologiques de l'atmosphère ; par l'activité de l'esprit, par le progrès de l'intelligence qui s'élève peu à peu aussi bien que par cette merveilleuse flexibilité d'organisation qui se plie à tous les climats, elle échappe plus aisément aux puissances de la nature ; mais elle n'en participe pas moins d'une manière essentielle à la vie qui anime notre globe tout entier. C'est par ces secrets rapports que le problème d'une origine commune pour les différentes races humaines rentre dans la sphère d'idées qu'embrasse la description physique du monde.

Il est des familles de peuples plus susceptibles de culture, plus civilisées, plus éclairées, mais nous pouvons dire avec Humboldt qu'il n'en est pas de plus nobles que les autres.

LA LUNE

LIVRE DEUXIÈME

I. — La Lune, satellite de la Terre. — — Sa grandeur apparente. — Sa distance. — Comment on mesure les distances célestes.

Le clair de la lune a été la première lumière astronomique. La science a commencé dans cette aurore, et de siècle en siècle elle a conquis les étoiles, l'univers immense. Cette douce et calme clarté dégage nos esprits des liens terrestres et nous force à penser au ciel : puis, l'étude des autres mondes se développe, les observations s'étendent, et l'astronomie est fondée. Ce n'est pas encore le ciel, et ce n'est déjà plus la Terre. L'astre silencieux des nuits est la première étape d'un voyage vers l'infini.

Dans l'antiquité, les Arcadiens, désireux d'être regardés comme le plus ancien des peuples, n'avaient imaginé rien de mieux, pour ajouter à leur noblesse de nouveaux quartiers que de faire remonter leur origine à une époque où la Terre n'avait pas encore la Lune pour compagne, et ils avaient pris

pour titre nobiliaire le nom de *Prossélènes*, c'est-à-dire *antérieurs à la Lune*. Acceptant cette fable comme historique, Aristote raconte que les barbares qui peuplaient originairement l'Arcadie, avaient été chassés et remplacés par d'autres habitants avant l'apparition de la Lune. Théodore, plus hardi, précise l'époque de la création de notre satellite : « C'était, dit-il, peu de temps avant le combat d'Hercule. » Horace parle aussi des Arcadiens dans le même sens. Le rhéteur Ménandre, ridiculisant les prétentions des Grecs à se faire, pour ainsi dire, aussi vieux que le monde, écrivait au III^e siècle : « Les Athéniens prétendent être nés en même temps que le Soleil, comme les Arcadiens croient remonter au delà de la Lune, comme les habitants de Delphes croient qu'ils sont venus au monde immédiatement après le déluge. » — Au reste, les Arcadiens ne sont pas les seuls peuples qui aient prétendu avoir été témoins de l'installation de la Lune au firmament.

La Lune est le corps céleste le plus rapproché de nous. Elle nous appartient, pour ainsi dire, et nous accompagne dans notre destinée. Nous la touchons du doigt. C'est une province terrestre. Sa distance n'est que de trente fois la largeur de notre globe, de sorte que vingt-neuf terres soudées l'une à côté de l'autre sur une même ligne formeraient un pont suspendu suffisant pour réunir les deux mondes. Cette distance insignifiante est à peine digne du titre d'astronomique. Bien des marins, bien des voyageurs, bien des piétons même ont parcouru en navires, en chemins de fer ou même à pied, un trajet plus long que celui qui nous sépare de la Lune. Une dépêche télégraphique s'y rendrait en quelques secondes, et un signal lumineux traverserait plus vite encore cet intervalle, si nous pouvions correspondre avec les habitants de cette province annexée par la nature même à notre patrie. Ce n'est que la *quatre-centième* partie de la distance qui nous sépare

du soleil et seulement la *cent-millième* partie de la distance de l'étoile la plus proche de nous!... Il faudrait répéter cent mille fois la distance de la Lune pour arriver aux régions stellaires... Notre satellite est donc à tous les points de vue la première étape d'un voyage céleste.

A l'époque de l'invention des aérostats, en 1783, lorsque pour la première fois les hommes eurent le bonheur de s'élan-
cer dans les airs, la découverte de Montgolfier avait enthousiasmé les esprits à un tel point qu'on imaginait déjà des voyages de la Terre à la Lune et la possibilité d'une communication directe entre les mondes. Sur l'une des nombreuses et curieuses estampes de l'époque, on voit un ballon atteindre la région lunaire, et dans le disque de la Lune on a dessiné sous les montagnes une esquisse de l'Observatoire de Paris et une multitude d'astronomes improvisés. Un quatrain qui accompagne ce dessin complète l'idée; ce quatrain, le voici :

Mais la frayeur est dans la lune
Où le badaud et l'ignorant
Jugent l'aérostat errant
Une planète peu commune (1783).

Sans nier absolument que les progrès des inventions humaines puissent un jour nous permettre de faire ce voyage, ce ne serait pas en ballon qu'il pourrait être exécuté, puisque l'atmosphère terrestre est loin de remplir l'espace qui s'étend de la Terre à la Lune. Quoique voisine, d'ailleurs, cette province ne nous touche pas précisément : sa distance réelle est de 384 000 kilomètres ou 96 000 lieues.

Qui nous prouve, dira-t-on, que ces chiffres soient exacts? Qui nous assure que les astronomes ne se trompent pas dans leurs calculs? Qui nous affirme même qu'ils n'en imposent pas quelquefois au public bienveillant? Voilà une première objection

excellente et qui part d'un esprit sceptique, soucieux de n'être pas induit en erreur. Le doute est l'un des principaux caractères de l'esprit humain. Marié à la curiosité, il représente la cause la plus féconde du progrès. Aussi la science positive, loin d'interdire le doute, l'approuve-t-elle et veut-elle lui répondre. Aussi allons-nous procéder tout de suite par la même méthode qui nous a guidés en traitant du mouvement de la Terre : répondre aux objections, éclairer les doutes, prouver que les affirmations de l'astronomie sont des vérités démontrées et incontestables. — Peut-être un certain nombre d'esprits un peu paresseux préféreront-ils encore conserver leurs doutes que de se convaincre de la réalité. C'est leur affaire, et la conservation de leurs idées surannées n'empêchera pas le monde de tourner.

Pour mesurer les astres, on se sert des angles, et non pas d'une mesure déterminée, comme le mètre, par exemple. En effet, la grandeur apparente d'un objet dépend de sa dimension réelle et de sa distance. Dire, par exemple, que la Lune nous paraît « grande comme une assiette » (ce que j'ai souvent entendu dire parmi les auditeurs de mes cours populaires) ne donne pas une idée suffisante de ce que l'on entend par là. On voit souvent des personnes frappées de l'éclat d'une étoile filante ou d'un bolide exprimer leur observation en assurant que le météore devait avoir un mètre de longueur sur un décimètre de largeur à la tête. De telles expressions ne satisfont pas du tout les conditions du problème.

Quand on ne connaît pas la distance d'un objet, et c'est le cas général pour les astres, il n'y a qu'un seul moyen d'exprimer sa grandeur apparente : c'est de mesurer l'angle qu'elle occupe. Si plus tard on peut mesurer la distance, en combinant cette distance avec la grandeur apparente, on trouve la dimension réelle.

La mesure de toute distance et de toute grandeur est

intimement liée à celle de l'angle. Pour une distance donnée, la grandeur réelle correspond exactement à l'angle mesuré. Pour un angle donné, la grandeur correspond non moins exactement avec la distance. On conçoit donc facilement que la mesure des angles soit le premier pas de la géométrie céleste. Ici le vieux proverbe a raison : il n'y a que le premier pas qui coûte. En effet, l'examen d'un angle n'a rien de poétique ni de séduisant. Mais il n'est pas pour cela absolument désagréable et fastidieux. Du reste, tout le monde sait ce que c'est qu'un angle, et tout le monde sait aussi que la mesure de l'angle s'exprime en parties de la circonférence. On a divisé la circonférence entière en 360 parties égales qu'on a appelées *degrés*. Ainsi, une demi-circonférence représente 180 degrés, le quart, ou un angle droit, représente 90 degrés; un demi-angle droit est un angle de 45 degrés, etc.

Un degré, c'est donc tout simplement la 360^e partie d'une circonférence. Nous avons donc là une mesure indépendante de la distance. Sur une table de 360 centimètres de tour, un degré, c'est un centimètre; sur une pièce d'eau de 36 mètres de tour, un degré serait marqué par un décimètre, etc., etc.

L'angle ne change pas avec la distance, et qu'un degré soit mesuré sur le ciel ou sur ce livre, c'est toujours un degré.

Comme on a souvent à mesurer des angles plus petits que celui de un degré, on est convenu de partager cet angle en 60 parties, auxquelles on a donné le nom de *minutes*. Chacune de ces parties a également été partagée en 60 autres, nommées *secondes*. Ces dénominations n'ont aucun rapport avec les minutes et les secondes de la mesure du temps, et elles son fâcheuses à cause de cette équivoque.

Le degré s'écrit, en abrégé, par un petit zéro placé en tête du chiffre (^o); la minute, par une apostrophe ('), et la seconde par deux ("). Ainsi, l'angle actuel de l'obliquité de l'écliptique dont nous avons parlé plus haut, et qui est de 23 degrés 27

minutes 18 secondes, s'écrit : $23^{\circ} 27' 18''$. *Que cette notation soit bien comprise, une fois pour toutes!*

Je demande pardon à mes lecteurs (et surtout à mes lectrices) de ces détails un peu arides, mais ils n'étaient pas seulement nécessaires, ils étaient *indispensables*. Pour parler une langue, il faut au moins la comprendre. Comme l'astronomie se rompose en principe de mesures, il faut que nous comprenions ces mesures. La chose n'est pas difficile, elle nous a seulement demandé un instant d'attention sérieuse... Un jour le tyran de Syracuse ordonnait à l'illustre Archimède de lui épargner les principes mathématiques d'une leçon d'astronomie, qui promettait beaucoup, mais commençait un peu sévèrement. — « Continuons, repartit Archimède sans modifier le ton professoral, continuons; il n'y a point ici de chemin privilégié pour les rois. »

Il n'y a, en astronomie, de chemin privilégié pour personne, et, si l'on tient à s'instruire, il est indispensable de bien connaître d'abord les principes des mesures géométriques, qui d'ailleurs, avouons-le, sont fort intéressants par eux-mêmes. Nous venons d'apprendre, bien simplement, ce que c'est qu'un angle. Eh bien! le disque de la Lune mesure $31'24''$ (31 minutes 24 secondes) de diamètre, c'est-à-dire un peu plus d'un demi-degré. Il faudrait un chapelet de 344 pleines lunes posées l'une à côté de l'autre pour faire le tour du ciel, d'un point de l'horizon au point diamétralement opposé (1).

(1) Nous avons dit tout à l'heure qu'un degré mesuré sur le tour d'une table ayant 360 centimètres de circonférence serait de 1 centimètre. La grandeur apparente de la Lune surpasse donc un peu celle d'un petit cercle de 1 demi-centimètre de diamètre vu à 57 centimètres de l'œil (puisque une table mesurant 360 centimètres de tour aurait 1^m,44 de diamètre). Or, on croit généralement la voir beaucoup plus grosse que ce petit cercle. Cependant, en réalité, elle est égale, pour prendre un exemple familier, à un petit pain à cacheter d'un demi-centimètre de diamètre tenu à 55 centimètres de l'œil (à peu près la longueur du bras) — ou à un pain à cacheter de 1 centimètre vu à 1 mètre 40 centimètres, — ou à un globe de 1 mètre vu à 140 mètres.

Si maintenant nous voulons tout de suite nous rendre compte des rapports qui relient les dimensions réelles des objets à leurs dimensions apparentes, il nous suffira de remarquer que tout objet paraît d'autant plus petit qu'il est plus éloigné, et que lorsqu'il est éloigné à 57 fois son diamètre, quelles que soient d'ailleurs ses dimensions réelles, il mesure juste un angle de un degré. Par exemple, un cercle de 1 mètre de diamètre mesure juste 1 degré, si on le voit à 57 mètres.

La Lune mesurant un peu plus de un demi-degré, on sait donc déjà, par ce seul fait, qu'elle est éloignée de nous d'un peu moins de 2 fois 57 fois son diamètre : de 110 fois.

Remarquons ici que, lorsque la Lune se lève ou se couche, elle paraît énorme et plus grosse que lorsqu'elle plane dans les hauteurs du ciel. C'est là une illusion bien curieuse. Illusion de la vue, en effet; car si l'on mesure le disque lunaire à l'horizon à l'aide d'une lunette munie de fils que l'on amène tangents aux bords de la Lune, on constate qu'en réalité elle ne paraît pas plus grande. Au contraire, elle paraît un peu plus grande au zénith, et cela s'explique puisqu'au zénith elle est un peu plus proche de nous. A quelle cause est due cette illusion? Les vapeurs de l'atmosphère ne jouent pas le rôle qu'on leur a attribué, puisque la mesure constate le contraire. Deux causes d'agrandissement paraissent agir ici. La première est l'aspect de la voûte apparente du ciel, qui paraît surbaissée, comme une voûte de four, de sorte que l'horizon nous semble plus éloigné que le zénith et que le même angle paraît plus grand dans la région basse que dans la région élevée. Essayez de partager la courbe qui va du zénith à l'horizon en deux parties égales : vous placerez toujours votre point trop bas, et vous supposerez 45° à 30°. La Grande-Ourse et Orion paraissent énormes à l'horizon. Un autre effet s'ajoute à celui-là : c'est que divers objets, des arbres, des maisons s'interposent entre la Lune et nous la font paraître plus éloignée encore, nous portant à la supposer plus grosse que ces objets, d'autant plus qu'elle est lumineuse et qu'ils ne le sont pas.



Fig. 6
Distance exacte
de la lune

Mais cette notion ne nous apprendrait encore rien sur *la distance réelle*, ni sur *les dimensions réelles* de l'astre de la nuit, si nous ne pouvions mesurer directement cette distance.

Remarque intéressante, cette distance est appréciée depuis *deux mille ans*, avec une approximation remarquable; mais c'est au milieu du siècle dernier, en 1752, qu'elle a été établie définitivement par deux astronomes observant en deux points très éloignés l'un de l'autre, l'un à Berlin, l'autre au cap de Bonne-Espérance. Ces deux astronomes étaient deux Français, Lalande et Lacaille. Considérons un instant la *fig. 6*. La Lune est en haut, la Terre en bas. L'angle formé par la Lune sera d'autant plus petit que celle-ci sera plus éloignée, et la connaissance de cet angle montrera *quel diamètre apparent la Terre offre vue de la Lune*.

On donne le nom de *parallaxe* de la Lune à l'angle sous lequel on voit *de la Lune* le *demi-diamètre* de la Terre. Or, on a trouvé que cette parallaxe est de 57 minutes. Formons une petite table des rapports qui relient les angles aux distances.

Un angle de 1 degré correspond à une distance de	57
— $\frac{1}{2}$ degré, ou 30 minutes,	114
— $\frac{1}{10}$ — ou 6 minu es.	570
— 4 minute.	1438
— $\frac{1}{2}$ minute, ou 30 secondes.	6 875
— 20 secondes.	10 313
— 10 secondes.	20 626
— 1 seconde	206 265

On se représentera donc la grandeur d'un angle de 1 degré en sachant qu'elle est égale à celle d'un homme de 1^m,70, éloigné à 57 fois sa taille, c'est-à-dire à 97 mètres. Une feuille de papier carrée de 1 décimètre de côté, vue à 5^m,70, repré-

rente également la largeur de 1 degré. Un petit carré de carton, de 1 centimètre, vu à 34 mètres, représente 1 minute. Une ligne de 1 millimètre de largeur, tracée sur un tableau éloigné à 206 mètres, représente la largeur d'une seconde. En prenant un cheveu d'un dixième de millimètre d'épaisseur et en le portant à 20 mètres, la largeur de ce cheveu vu à cette distance représente également une seconde. Un tel angle est donc d'une extrême petitesse et invisible à l'œil nu.

Cette appréciation des grandeurs angulaires nous servira dans la suite pour évaluer *toutes les distances célestes*. La parallaxe de la Lune, étant de 57 minutes (presque un degré) prouve que la distance de cet astre est de $60 \frac{1}{4}$ demi-diamètres ou rayons de la Terre (60, 27). En nombre rond, c'est *trente* fois la largeur de la Terre.

Comme le rayon de la Terre est de 6 366 198 mètres, cette distance est donc de 384 400 kilomètres, ou 96 100 lieues de 4 kilomètres. C'est là un fait aussi certain que celui de notre existence.

Nous avons représenté cette distance de la Lune à une échelle proportionnelle exacte. Sur ce petit dessin, la Terre a été esquissée avec un diamètre de 6 millimètres, en ayant en face le méridien qui va de Berlin au cap de Bonne-Espérance; la Lune, avec un diamètre égal aux trois onzièmes de celui de notre globe, c'est-à-dire à $1^{\text{mm}},6$, a été placée à 180 millimètres de la Terre, c'est-à-dire à 30 fois son diamètre. Telle est la *proportion exacte* qui existe entre la Terre et la Lune, comme volume et comme distance. Cette distance, ainsi calculée par la géométrie, est, on peut l'affirmer, déterminée avec une précision plus grande que celle dont on se contente dans la mesure ordinaire des distances terrestres, telles que la longueur d'une route ou d'un chemin de fer. Quoique cette affirmation puisse paraître téméraire aux yeux d'un grand nombre, il n'est pas contestable que la distance qui sépare la Terre de

la Lune en un moment quelconque est plus exactement connue, par exemple, que la longueur précise de la route de Paris à Marseille. (Nous pourrions même ajouter, sans commentaires, que les astronomes mettent incomparablement plus de précision dans leurs mesures que les commerçants les plus scrupuleux).

Essayons maintenant de concevoir cette distance par la pensée.

Un boulet de canon animé d'une vitesse constante de 500 mètres par seconde, emploierait 8 jours 5 heures pour atteindre la Lune. Le son voyage en raison de 332 mètres par seconde (dans l'air, à la température de 0). Si l'espace qui sépare la Terre de la Lune était entièrement rempli d'air, le bruit d'une explosion volcanique lunaire assez puissante pour être entendue d'ici ne nous parviendrait que 13 jours 20 heures après l'événement, de sorte que si elle arrivait à l'époque de la pleine Lune, nous pourrions la voir se produire au moment où elle le fait, mais nous ne l'entendrions que vers l'époque de la nouvelle Lune suivante... Un train de chemin de fer qui ferait le tour du monde en une course non interrompue de 27 jours arriverait à la station lunaire après 38 semaines.

Mais la lumière, qui constitue le plus rapide des mouvements connus, bondit de la Lune à la Terre en une seconde un quart!

La connaissance de la distance de la Lune nous permet de calculer son volume réel par la mesure de son volume apparent. Puisque le demi-diamètre de la Terre vue de la Lune mesure 57 minutes, et que le demi-diamètre de la Lune vue de la Terre mesure 15' 42'', les diamètres de ces deux globes sont entre eux dans la même proportion. En faisant le calcul exact, on trouve ainsi que le diamètre de notre satellite est à celui de la Terre dans le rapport de 273 à 1000 : c'est un peu

plus du quart du diamètre de notre monde, lequel mesure 12 732 kilomètres. Le diamètre de la Lune est donc de 3484 kilomètres; ce qui donne pour la circonférence 10 940 kilomètres, pour la surface du globe lunaire 38 millions de kilomètres carrés, et pour le volume 22 150 millions de kilomètres cubes. La surface de ce monde voisin équivaut à quatre fois environ celle du continent européen, ou, encore, à l'étendue totale des deux Amériques. Il y aurait de quoi satisfaire l'ambition d'un Charlemagne ou d'un Napoléon, et l'on comprend qu'Alexandre ait regretté de ne pouvoir étendre son empire jusque-là. Mais pour l'astronome il n'y a là qu'un jouet. Le volume de la Lune est la 49^e partie du volume de la Terre. Il faudrait donc 49 Lunes réunies pour former un globe de la grosseur du nôtre. — Il en faudrait 62 millions pour en former un de la grosseur du Soleil.

On le voit, rien n'est aussi simple, rien n'est aussi sûr que ces faits en apparence merveilleux : *la mesure de la distance d'un monde est celle de son volume*. J'espère que l'on a exactement compris cette méthode si logique et si exacte de la géométrie céleste.

Ainsi, avons-nous dit, la distance moyenne de la Lune est de 384 400 kilomètres.

A cette distance, la Lune tourne autour de la Terre en une période de 27 jours 7 heures 43 minutes 11 secondes, avec une vitesse moyenne de 1017 mètres par seconde.

L'examen du mouvement de la Lune va nous faire connaître, dans l'histoire même de sa découverte, le principe fondamental du mouvement des corps célestes et de l'équilibre de la création. C'est l'examen de notre satellite qui, en effet, a conduit Newton à la découverte des lois de l'attraction universelle.

Un soir, il y a deux siècles de cela, dans le domaine qui lui venait de son père et où il avait pris naissance, un jeune

homme de 23 ans méditait. Une pomme, dit-on, vint à tomber devant lui. Ce fait si simple, qui aurait passé inaperçu pour tout autre, frappe et captive son attention. La Lune était visible dans le ciel. Il se met à réfléchir sur la nature de ce singulier pouvoir qui sollicite les corps vers la Terre; il se demande naïvement *pourquoi la Lune ne tombe pas*, et, à force d'y penser, il finit par arriver à l'une des plus belles découvertes dont puisse s'enorgueillir l'esprit humain. Ce jeune homme, c'était Newton ! La découverte sur la voie de laquelle il avait été mis par la chute d'une pomme, c'est la grande loi de la gravitation universelle, base principale de toutes nos théories astronomiques, devenues si précises.

Voici par quelle série de raisonnements on peut concevoir l'identité de la pesanteur terrestre avec la force qui meut les astres.

La pesanteur, qui fait tomber les corps vers la Terre, ne se manifeste pas seulement tout près de la surface du sol, elle existe encore au sommet des édifices et même sur les montagnes les plus élevées, sans que son énergie paraisse éprouver aucun affaiblissement appréciable. Il est naturel de penser que cette pesanteur se ferait également sentir à de plus grandes distances, et si l'on s'éloigne de la Terre jusqu'à une distance de son centre égale à 60 fois son rayon, c'est-à-dire jusqu'à la Lune, il peut fort bien arriver que la pesanteur des corps vers la Terre n'ait pas entièrement disparu. Cette pesanteur ne serait-elle pas la cause même qui retient la Lune dans son orbite autour de la Terre ? Telle est la question que Newton s'était posée tout d'abord, et qu'il est parvenu à résoudre de la manière la plus heureuse.

Galilée avait analysé le mouvement des corps dans leur chute vers la Terre; il avait reconnu que la pesanteur produit sur eux toujours le même effet dans le même temps, quel que soit leur état de repos ou de mouvement. Dans la chute d'un

corps tombant verticalement sans vitesse initiale, elle accroit toujours la vitesse d'une même quantité dans l'espace d'une seconde, quel que soit le temps déjà écoulé depuis le commencement de la chute. Dans le mouvement d'un corps lancé dans une direction quelconque, elle abaisse le corps au-dessous de la position qu'il occuperait à chaque instant en vertu de sa seule vitesse de projection, précisément de la quantité dont elle l'aurait fait tomber verticalement dans le même temps, si ce corps eût été abandonné sans vitesse initiale.

Un boulet lancé horizontalement se mouvrait indéfiniment en ligne droite et avec la même vitesse, si la Terre ne l'attirait pas; en vertu de la pesanteur, il s'abaisse peu à peu au-dessous de la ligne droite suivant laquelle il a été lancé, et la quantité dont il tombe ainsi successivement au-dessous de cette ligne est précisément la même que celle dont il serait tombé dans le même temps suivant la verticale, si on l'avait abandonné à son point de départ sans lui donner aucune impulsion. Prolongez la direction du mouvement imprimé tout d'abord au boulet jusqu'à la rencontre de la muraille verticale que ce boulet vient frapper; puis mesurez la distance qui sépare le point obtenu du point situé plus bas, où la muraille a été frappée par le boulet : vous aurez précisément la quantité dont le boulet serait tombé verticalement sans vitesse initiale, pendant le temps qui s'est écoulé depuis son départ jusqu'à son arrivée sur la muraille.

Ces notions si simples s'appliquent directement à la Lune. A chaque instant, dans son mouvement autour de la Terre, on peut l'assimiler à un boulet lancé horizontalement. Au lieu de continuer indéfiniment à se mouvoir sur la ligne droite suivant laquelle elle se trouve pour ainsi dire lancée, elle s'abaisse insensiblement au-dessous pour se rapprocher de la Terre en décrivant un arc de son orbite presque circulaire. Elle tombe donc à chaque instant vers nous, et la quantité dont elle

tombe ainsi dans un certain temps s'obtient facilement, comme pour le boulet, en comparant l'arc de courbe qu'elle parcourt pendant ce temps avec le chemin qu'elle aurait parcouru pendant le même temps sur la tangente au premier point de cet arc, si son mouvement n'avait point subi d'altération.

Voici comment s'effectue le calcul de la quantité dont la Lune tombe vers la Terre en une seconde de temps :

La Terre étant sphérique, et la longueur de la circonférence d'un de ses grands cercles (méridiens ou équateur) étant de 40 millions de mètres, l'orbite de la Lune, tracée par une ouverture de compas égale à 60 fois le rayon de la Terre, aura une longueur de 60 fois 40 millions de mètres ou 2 400 millions de mètres.

La Lune met à parcourir la totalité de cette orbite 27 jours 7 heures 43 minutes 11 secondes, ce qui fait un nombre de secondes égal à 2 360 591. En divisant 2 400 000 000 mètres par ce nombre, on trouve que la Lune parcourt dans chaque seconde 1 017 mètres, un peu plus d'un kilomètre.

Or, si l'on pouvait élever une pierre à la hauteur de la Lune, et, là, la laisser tomber, elle tomberait précisément vers la Terre avec la vitesse de $1^{\text{mm}}\frac{1}{3}$ dans la première seconde de chute. La pesanteur diminue à mesure qu'on s'éloigne du centre de la Terre, en raison inverse du carré de la distance, c'est-à-dire de la distance multipliée par elle-même. Ainsi, à la surface de la Terre, une pierre qui tombe parcourt 4 mètres 90 centimètres dans la première seconde de chute. La Lune est à 60 fois la distance de la surface au centre de la Terre. La pesanteur est donc diminuée, en ce point, de 60×60 , ou 3 600. Pour savoir de quelle quantité tomberait en une seconde une pierre élevée à cette hauteur, il nous suffit donc de diviser $4^{\text{m}},90$ par 3 600. Or, $\frac{4^{\text{m}},90}{3600} = 1^{\text{mm}},353$, or c'est là juste la quantité dont la Lune s'éloigne par seconde de la ligne droite et par conséquent tombe vers la Terre.

Pourquoi la Lune ne tombe-t-elle pas tout à fait? Parce qu'elle est lancée dans l'espace comme un boulet. Tout autre corps, boulet ou autre, lancé avec la même vitesse, à cette distance de la Terre, ferait exactement comme la Lune. La vitesse de son mouvement (plus d'un kilomètre par seconde) produit, comme une pierre dans une fronde, une force centrifuge dont la tendance est de s'éloigner de nous, *précisément de la même quantité* dont elle tend à se rapprocher à cause de l'attraction, ce qui fait qu'elle reste toujours à la même distance!

La vitesse du mouvement de la Lune autour de la Terre vient de la force même de notre planète. La Terre est la main qui fait tourner la Lune dans la fronde. Si notre planète avait plus de force, plus d'énergie qu'elle n'en a, elle ferait tourner son satellite plus rapidement, et alors la force centrifuge étant plus considérable la Lune s'éloignerait de nous. Si, au contraire, elle était plus faible, elle ferait tourner cette fronde moins vite, et la Lune serait entraînée par la loi de la pesanteur vers le centre de la Terre. La vitesse du mouvement de la Lune donne exactement la mesure de la force de la Terre.

Il en est de même du Soleil relativement à la Terre, et du mouvement de translation annuelle de la Terre autour de lui. Si le Soleil augmentait de poids, les planètes tourneraient plus vite autour de lui, et l'année terrestre diminuerait de longueur. S'il diminuait de masse, ce serait le contraire.

A l'époque où Newton essaya de faire cette comparaison entre la pesanteur à la surface de la Terre et la force qui retient la Lune dans son orbite, le diamètre du globe terrestre n'était pas connu avec une exactitude suffisante. Le résultat ne répondit pas complètement à son attente : il trouva pour la quantité dont la Lune tombe vers la Terre en une seconde, un peu moins d'un vingtième de pouce; mais, bien que la différence ne fût pas grande, elle lui parut suffisante pour l'empê-

cher de conclure à l'identité qu'il espérait trouver. La cause qui l'avait arrêté dans cette circonstance ne fut expliquée que seize ans plus tard. Pendant l'année 1682, assistant à une séance de la Société Royale de Londres, il y entendit parler de la nouvelle mesure de la Terre faite par l'astronome français Picard, se fit communiquer le résultat auquel cet astronome était parvenu, revint aussitôt chez lui, et, reprenant le calcul qu'il avait essayé seize ans auparavant il se mit à le refaire avec ces nouvelles données... Mais, à mesure qu'il avançait, comme l'effet plus avantageux des nouveaux nombres se faisait sentir, et que la tendance favorable des résultats vers le but désiré devenait de plus en plus évidente, il se trouva tellement ému, qu'il ne put continuer davantage son calcul, et pria un de ses amis de l'achever.

C'est qu'en effet le succès de la comparaison que Newton cherchait à établir devenait complet, et ne permettait pas de douter que la force qui retient la Lune dans son orbite ne fût bien réellement la même que celle qui fait tomber les corps à la surface de la Terre, diminuée d'intensité dans le rapport indiqué du carré des distances.

Newton avait d'ailleurs trouvé par des méthodes de calcul dont il était l'inventeur, que, sous l'action d'une pareille force dirigée vers le Soleil, chaque planète devait décrire une ellipse ayant un de ses foyers au centre même du Soleil; et ce résultat était conforme à l'une des lois du mouvement des planètes établies par Képler à l'aide d'une longue suite d'observations. Il était donc autorisé à dire que les planètes pèsent ou gravitent vers le Soleil, de même que les satellites pèsent ou gravitent vers les planètes dont ils dépendent; et que la pesanteur des corps sur la Terre n'est qu'un cas particulier de la gravitation manifestée dans les espaces célestes par le mouvement de révolution des planètes autour du Soleil et des satellites autour des planètes.

Quoi de plus naturel, dès lors, que de généraliser cette idée en disant que les divers corps matériels répandus dans l'espace pèsent ou gravitent les uns vers les autres, suivant cette belle loi qui a pris place dans la science sous le nom d'*attraction* ou de *gravitation universelle*!

Les progrès de l'Astronomie ont absolument démontré l'universalité de cette force (dont nous ignorons d'ailleurs la cause et l'essence intime). On l'exprime par cette formule qu'il importe de retenir :

La matière attire la matière, en raison directe des masses et en raison inverse du carré des distances.

Nous développerons plus loin ces lois, au chapitre du mouvement des planètes autour du Soleil (livre III, ch. 1^{er}).

Ainsi fut découverte l'énigme des mouvements célestes. Toujours préoccupé de ses recherches profondes, le grand Newton était, dans les affaires ordinaires de la vie, d'une distraction devenue proverbiale. On raconte qu'un jour, cherchant à déterminer le nombre de secondes qu'exige la cuisson d'un œuf, il s'aperçut, après une minute d'attente, qu'il tenait l'œuf à la main et avait mis cuire sa montre à secondes, bijou du plus grand prix, pour sa précision toute mathématique!

Cette distraction rappelle celle du mathématicien Ampère, qui, un jour qu'il se rendait à son cours, remarqua un petit caillou sur son chemin, le ramassa, et en examina avec admiration les veines bigarrées. Tout à coup, le cours qu'il doit faire revient à son esprit; il tire sa montre; s'apercevant que l'heure approche, il double précipitamment le pas, remet soigneusement le caillou dans sa poche, et lance sa montre par-dessus le parapet du pont des Arts (1).

(1) Ampère était, du reste, d'une distraction vraiment étourdissante. A l'Ecole polytechnique quand il avait achevé une démonstration sur le tableau, « il ne manquait presque jamais, dit Arago, d'essayer les chiffres avec son mouchoir et de remettre dans sa poche le torchon

Mais ne poussons pas nous-mêmes ici la distraction jusqu'à oublier le sujet de notre chapitre. La Lune, avons-nous dit, tourne autour de la Terre en une révolution dont la durée est de 27 jours 7 heures 43 minutes 11 secondes, avec une vitesse qui surpasse un kilomètre par seconde, soixante kilomètres par minute, et qui crée une force centrifuge tendant à éloigner à chaque instant la Lune juste de la quantité dont l'attraction

traitionnel, toutefois, bien entendu, après s'en être préalablement servi. »

On l'a vu un jour prendre le fond d'un fiacre pour un tableau, y tracer à la craie des formules de calcul et suivre le tableau ambulant pendant un quart d'heure sans paraître s'apercevoir de la marche du fiacre. (Il faut avouer, au surplus, que bien souvent le voyageur lui-même ne s'en aperçoit pas davantage).

Un matin il avait écrit sur sa porte, pour éviter les visites importunes : « M. Ampère est sorti. » Puis il était parti lui-même en oubliant son parapluie. Comme la pluie commençait à tomber, il revint sur ses pas; mais les mots qu'il avait écrits sur sa porte l'arrêtèrent, et après avoir inutilement sonné, il partit par la pluie sans réfléchir qu'il avait la clef dans sa poche.

Un autre savant, le Père Beccaria, poursuivi par le souvenir d'une recherche électrique, ne s'avisait-il pas un jour, en chantant la messe, de s'écrier de toute la puissance de sa voix, au lieu de *Dominus vobiscum* : « L'expérience est faite » (*l'esperienza è fatta*). Cette distraction amena l'interdiction de l'illustre physicien.

Puisque nous parlons de distractions, il en est une de M. de Laborde qui n'est pas moins singulière. Il assista t à la messe de mariage d'une de ses nièces, et, comme la cérémonie terminée, on se mettait en mouvement pour sortir de l'église, il dit à son voisin, avec lequel il marchait : « Allez-vous jusqu'au cimetière? »

En voici une dernière, qui dépasse les bornes : « Madame de Gordan, écrit la princesse Palatine dans ses *Mémoires*, était toujours plongée dans ses rêveries. Une fois, étant au lit, croyant cacheter une lettre, elle avait apposé le cachet sur sa cuisse et s'était horriblement brûlée. Elle avait l'habitude de cracher indifféremment autour d'elle. Un jour, elle cracha dans la bouche de ma femme de chambre, qui bâillait en ce moment. Je crois que si je ne m'y fusse interposée, la femme de chambre l'aurait battue, tant elle était en colère... » C'est la princesse Palatine qui écrit textuellement! C'est cette même dame si singulièrement distraite, qui ne pouvait jamais parler à un seigneur de la cour sans le prendre par un bouton de son habit et sans déboutonner petit à petit son costume...

Les distractions sont excusables chez les Newton et chez les Ampère.

de notre globe tend à la rapprocher, de telle sorte, qu'en définitive, elle demeure suspendue dans l'espace, toujours à la même distance moyenne. L'orbite qu'elle décrit autour de nous mesure environ 600 000 lieues de longueur.

Si la Lune pouvait être arrêtée sur son chemin, la force centrifuge serait supprimée, elle obéirait dès lors uniquement à l'attraction de la Terre et elle tomberait sur nous, d'après le calcul que j'en ai fait, en 4 jours 19 heures et 54 minutes 57 secondes, ou 417 297 secondes. Nous laissons à nos lecteurs le soin de deviner quel genre de surprise une chute aussi formidable apporterait aux habitants de la Terre.

Pendant que la Lune tourne autour de la Terre, celle-ci tourne autour du Soleil. Dans un intervalle de 27 jours, elle accomplit donc environ un treizième de sa révolution annuelle. Cette translation de la Terre, qui emporte avec elle la Lune dans son cours, est cause que la période de phases lunaires, ou de la lunaison, est plus longue que celle de la révolution réelle de notre satellite.

La Lune est un globe obscur, comme la Terre, qui n'a aucune lumière propre, et n'est visible dans l'espace que parce qu'elle est éclairée par le Soleil. Celui-ci en éclaire, naturellement, toujours la moitié, ni plus ni moins. Les phases varient suivant la position de la Lune relativement à cet astre et à nous-mêmes. Lorsque la Lune se trouve entre nous et le Soleil, son hémisphère éclairé étant naturellement tourné du côté de l'astre lumineux, nous ne le voyons pas : c'est l'époque de la nouvelle lune. Lorsqu'elle forme un angle droit avec le Soleil, nous voyons la moitié de l'hémisphère éclairé : c'est l'époque des quartiers. Lorsqu'elle passe derrière nous relativement au Soleil, elle nous présente de face tout son hémisphère illuminé : c'est la pleine lune.

II. — Les phases de la Lune. -- La semaine.

Nos pères vivaient en communication plus intime que nous avec la nature. Ils n'avaient ni la vie artificielle, ni l'hypocrisie, ni les soucis de la vie moderne. Ce sont eux qui ont jeté les premières bases des sciences par l'observation directe des phénomènes naturels. Si l'astronomie est la plus ancienne des sciences, l'observation de la Lune est la plus ancienne de toutes les observations astronomiques, parce qu'elle a été la plus simple, la plus facile et la plus utile. Le globe solitaire de la nuit verse sa douce et calme clarté, qui tombe comme une rosée lumineuse au milieu du silence et du recueillement de la nature. La succession de ses phases a fourni aux pasteurs comme aux voyageurs la première mesure du temps, après celle du jour et de la nuit, due à la rotation diurne de notre planète. Le croissant lunaire, dans sa mélancolique clarté, donne à la nature un calendrier pastoral.

Dans le cours d'un mois environ, comme nous l'avons vu, notre compagne fait le tour entier du ciel, en sens contraire du mouvement diurne ; et tandis qu'elle paraît se lever et se coucher comme tous les autres astres, en marchant d'orient en occident, elle retarde chaque soir et semble rester en arrière des étoiles ou reculer vers l'orient. Ce mouvement est très sensible, et il suffit d'examiner la position de la Lune trois jours de suite pour s'en rendre compte. Si elle est, par exemple, voisine d'une belle étoile, elle s'en détache et s'en éloigne pour faire le tour du ciel à contre-sens du mouvement diurne : à la fin du premier jour, elle en est éloignée de 13° ; le second jour, elle en est à 26° ; le troisième, à 39°, etc. ; enfin, après

27 jours, elle s'en est éloignée de 360°, et, par conséquent, elle est revenue rejoindre par le côté opposé; ainsi, elle se retrouve au même point où elle paraissait le mois d'auparavant, après avoir paru répondre successivement aux étoiles qui sont tout autour du ciel.

Les *phases* de la Lune on dû être plus rapidement remarquées que son mouvement. Lorsqu'elle commence à se dégager le soir des rayons du Soleil, elle présente la forme d'un croissant très délié dont la convexité est circulaire et se trouve tournée vers le Soleil, et dont la concavité, légèrement elliptique, fait face à l'orient. Ce cercle et cette ellipse paraissent se couper sous des angles très aigus en deux points diamétralement opposés qu'on appelle les cornes.

La largeur du croissant va graduellement en augmentant; dans l'espace de cinq à six jours, l'astre des nuits atteint la forme d'un demi-cercle : la partie lumineuse est alors terminée par une ligne droite, et nous disons que la Lune est « dichotome » ou qu'elle est en quadrature : c'est son *premier quartier*. On l'aperçoit facilement pendant le jour.

En continuant de s'éloigner du Soleil, elle affecte la forme ovale et augmente en lumière pendant 7 à 8 jours, après lesquels elle devient tout à fait circulaire; son disque entier et lumineux brille pendant toute la nuit : c'est l'époque de la *pleine lune* ou de l'*opposition*; on la voit passer au méridien à minuit, et se coucher dès que le Soleil se lève; tout annonce alors qu'elle est directement opposée au Soleil par rapport à nous, et qu'elle brille parce que l'astre lumineux l'éclaire en face et non plus de côté.

Après la pleine lune arrive le décours, qui donne les mêmes phases et les mêmes figures présentées pendant l'accroissement; elle est d'abord ovale, puis arrive insensiblement à la forme d'un demi-cercle (*dernier quartier*). Ce demi cercle diminue ensuite et offre l'aspect d'un croissant, qui devient

chaque jour plus étroit, et dont les cornes sont toujours élevées, et du côté le plus éloigné du Soleil. La Lune, alors, se trouve avoir fait le tour du ciel; on la voit se lever le matin un peu avant le Soleil dans la même forme qu'elle avait le premier jour de l'observation; elle se rapproche du Soleil et se perd enfin dans ses rayons; nous voici revenus à la *nouvelle lune*, ou la conjonction, autrefois la *néoménie*.

Nous avons déjà vu que la série d'aspects divers sous lesquels la Lune se présente à nous a pour durée le temps de la révolution de cet astre par rapport au Soleil, ou 29 jours 12 heures. Les époques de la nouvelle et de la pleine lune s'appellent aussi les *syzygies*, et celles des quartiers les *quadratures*.

Il est évident que le moment où la Lune devient nouvelle, en d'autres termes le moment où le mois lunaire commence, ne peut être déterminé par une observation immédiate, à moins qu'à cet instant précis, nommé la *conjonction*, la Lune passe juste devant le Soleil et produise une éclipse.

Quel est le plus court intervalle après ou avant la conjonction où l'on ait aperçu la Lune à l'œil nu? La solution doit intéresser particulièrement les Musulmans, attendu que la fin du jeûne du ramadan est déterminée par la première apparition de la Lune. Des millions de personnes étant dès lors attentives à ce phénomène, ce serait dans l'Orient surtout que nous trouverions la réponse la plus précise.

Hévélius assure que, dans la zone torride, Améric Vespuce a vu dans le même jour la Lune à l'orient et à l'occident du Soleil; mais, en Allemagne, où il observait, il n'a jamais pu l'apercevoir plutôt que 40 heures après sa conjonction, ou plus tard que 27 heures avant, quoique Képler ait assuré qu'on pouvait la distinguer même en conjonction, lorsque sa latitude est de 5 degrés.

On voit distinctement après la nouvelle lune que le crois-

sant qui en forme la partie la plus lumineuse est accompagné d'une lumière faible répandue sur le reste du disque, qui nous permet de distinguer toute la rondeur de la Lune; c'est ce qu'on appelle la *lumière cendrée*.

La terre réfléchit la lumière du Soleil vers la Lune, comme la Lune la réfléchit vers la Terre. Quand la Lune est en conjonction pour nous avec le Soleil, la Terre est pour elle en opposition; c'est proprement pleine Terre pour l'observateur qui serait dans la Lune. La clarté que la Terre répand dans l'espace est telle, que la Lune en est illuminée beaucoup plus que nous ne le sommes par un beau clair de lune, lequel pourtant nous permet déjà de distinguer tous les objets.

Les anciens eurent beaucoup de peine à expliquer la cause de cette lumière secondaire : les uns l'attribuaient à la Lune même, ou transparente ou phosphorique, les autres aux étoiles fixes. Képler assure que Tycho l'attribuait à la lumière de Vénus, et que Mœstlin, dont Képler se déclarait le disciple, fut le premier qui expliqua, en 1596, la véritable cause de cette lumière cendrée. Mais elle avait déjà été expliquée par le célèbre peintre Léonard de Vinci, mort en 1518.

La lumière cendrée paraît beaucoup plus vive quand on se place de manière que quelque toit cache la partie lumineuse de la Lune, laquelle efface un peu la lumière secondaire. Celle-ci est suffisante alors pour nous faire distinguer les grandes taches de la Lune, surtout vers le troisième jour de la lunaison.

Elle disparaît presque entièrement quand la Lune est en quadrature : 1° parce que la Terre envoie alors quatre fois moins de rayons vers la Lune; 2° parce que la phase de la Lune, devenue 4 à 5 fois plus grande, nous empêche de la distinguer. Par la même raison, cette lumière cendrée paraît un peu plus vive après le dernier quartier, c'est-à-dire le matin, parce que d'une part la partie orientale de la Terre réfléchit

mieux la lumière solaire que la partie occidentale, où les eaux de la mer absorbent les rayons, et que d'autre part la région orientale de la Lune est un peu plus foncée elle-même, à cause des taches obscures qui s'y trouvent. (On peut remarquer aussi que notre vue est alors plus sensible, et que la prunelle est plus dilatée après les ténèbres de la nuit qu'après l'éclat du grand jour). La lumière cendrée, reflet d'un reflet, ressemble à un miroir dans lequel on verrait l'état lumineux de la Terre. En hiver, quand la plus grande partie d'un hémisphère terrestre est couverte de neige, elle est sensiblement plus claire. Avant la découverte géographique de l'Australie, les astronomes avaient deviné l'existence de ce continent par la lumière cendrée, beaucoup trop claire pour pouvoir être produite par le reflet sombre de l'Océan.

La lumière cendrée présente un autre phénomène optique fort sensible : c'est la dilatation apparente du croissant lumineux, qui paraît être d'un diamètre beaucoup plus grand que le disque obscur de la Lune. Les Anglais appellent cet aspect « la vieille Lune dans les bras de la nouvelle. » Cet effet provient du contraste d'une grande lumière placée à côté d'une petite; l'une efface l'autre, et la tue, comme disent les peintres; le croissant paraît enflé par un débordement de lumière qui élargit le disque de la Lune; l'atmosphère illuminée augmente encore cette illusion.

Remarque assez étrange : les peintres et les dessinateurs mettent généralement la Lune à l'envers lorsqu'ils représentent le croissant du soir; au lieu de le tourner vers le Soleil couchant, c'est-à-dire à droite et en bas, ce sont les cornes qu'ils tournent vers le Soleil!

Ce sont ces phases et ces aspects de la Lune qui auraient pu à eux seuls donner naissance autrefois à l'usage de mesurer le temps par mois et par semaines de sept jours, à cause du retour des phases de la Lune en un mois, et parce que la Lune,

tous les sept jours environ, paraît pour ainsi dire sous une forme nouvelle. Aussi les phases lunaires ont-elles formé la première mesure du temps; il n'y avait dans le ciel aucun signal dont les différences, les alternatives et les époques fussent plus remarquables. On trouvait un avertissement perpétuel; les familles nouvellement formées et dispersées dans les campagnes se réunissaient sans méprise au terme convenu de quelque phase de la Lune.

La *Néoménie* servit à régler les assemblées, les sacrifices, les exercices publics. On comptait la Lune du jour où l'on commençait à l'apercevoir. Pour la découvrir aisément, on s'assemblait le soir sur les hauteurs. La première apparition du croissant lunaire était épée avec soin, constatée par le grand-prêtre et annoncée au son des trompettes. Les nouvelles lunes qui concouraient avec le renouvellement des quatre saisons, étaient les plus solennelles; on y trouve l'origine des « quatre temps » de l'Eglise, comme on trouve celle de la plupart de nos fêtes dans les cérémonies des anciens. Les Orientaux, les Chaldéens, les Egyptiens, les Juifs observaient religieusement cet usage.

La fête de la nouvelle lune était également célébrée chez les Ethiopiens, chez les Sabéens de l'Arabie heureuse, chez les Perses et chez les Grecs. Les Olympiades, établies par Iphitus, commençaient à la nouvelle lune. Les Romains avaient aussi cette fête (Horace en fait mention); on la retrouve actuellement chez les Turcs. La cérémonie du gui, chez les Gaulois, se faisait à la même époque, et le Druide portait un croissant, comme on le voit sur les figures anciennes. On a trouvé le même usage en pratique chez les Chinois, parmi les Caraïbes de l'Amérique, ainsi que chez les Péruviens et dans l'île de Taïti. Les Tasmaniens, peuple sauvage dont le dernier représentant est mort en 1876, et dont on a pu suivre les usages depuis un siècle, offraient les mêmes coutumes. Ainsi les jours

des nouvelles lunes étaient naturellement affectés chez les peuples primitifs à certaines cérémonies.

Dans les premiers calendriers, l'administration publique dut donc prédire longtemps d'avance quel jour de l'année les néoménies seraient célébrées. Un oracle avait prescrit aux Grecs le respect sacré de l'antique usage. On conçoit d'après cela combien il était important pour les anciens de découvrir une période pouvant ramener les phases de la Lune aux mêmes jours de l'année. Cette découverte nous a été conservée sous le nom de *Méton*, qui l'an 433 avant notre ère l'annonça aux Grecs réunis pour célébrer les jeux olympiques. Voici en quoi elle consiste : Une phase quelconque de la Lune revient après un intervalle de 29 jours et demi. Or, il se trouve que dix-neuf années solaires contiennent presque exactement 236 lunaisons. Donc, après 19 années, les mêmes phases de la Lune reviennent aux mêmes jours de l'année, aux mêmes dates, en sorte qu'il suffisait d'avoir remarqué ces dates pendant dix-neuf ans, pour qu'on pût les connaître à l'avance pendant toutes les périodes suivantes de même étendue. C'est des Orientaux probablement que les Grecs apprirent cette combinaison, qui n'est en défaut que d'un jour sur 312 ans.

Cette découverte parut si belle aux Grecs, qu'on en exposa le calcul en lettres d'or sur les places publiques, pour l'usage des citoyens, et qu'on appela *nombre d'or* l'année courante de cet espace de 19 ans qui ramenait sensiblement la Lune en conjonction avec le Soleil au même point du ciel, ou au même jour de l'année solaire. Ce nombre est resté dans le calendrier ecclésiastique, lequel est réglé plutôt sur le mouvement de la Lune que sur celui du Soleil.

Le cycle lunaire est donc un espace de 19 années, dont cinq sont bissextiles, ou de 6940 jours, dans lequel il arrive 236 lunaisons; en sorte qu'au bout de 19 ans les nouvelles lunes

reviennent au même degré du zodiaque et par conséquent au même jour de l'année que 19 ans auparavant (1). On appelle la première année d'un cycle lunaire celle où la nouvelle lune arrive le 1^{er} janvier, et l'on appelle *nombre d'or* l'année du cycle lunaire dans laquelle on se trouve.

La division de la semaine peut aussi trouver son explication et sa base dans les quatre phases de la lune, chacune durant 7 jours. Les sept premiers astres de la mythologie antique, étant en nombre égal à celui des jours de la semaine, en ont été considérés comme les protecteurs, et les noms que ces jours portent encore aujourd'hui proviennent de ceux du Soleil, de la Lune et des cinq planètes, comme il est facile de s'en rendre compte :

Dimanche	est	le	jour	du	Soleil.
Lundi	—	—	—	—	de la Lune.
Mardi	—	—	—	—	de Mars.
Mercredi	—	—	—	—	de Mercure.
Jeudi	—	—	—	—	de Jupiter.
Vendredi	—	—	—	—	de Vénus.
Samedi	—	—	—	—	de Saturne.

(1) Cette règle sert à déterminer d'avance les dates des fêtes de l'Église d'après la date de Pâques. La fête de Pâques, en effet, est fixée au dimanche qui suit la pleine lune de l'équinoxe. Les computistes admettent que l'équinoxe de printemps arrive toujours le 21 mars, et donnent chaque année pour date à la fête de Pâques le premier dimanche après la pleine lune qui suit le 21 mars. Il résulte de là que Pâques ne peut pas arriver plus tôt que le 22 mars ni plus tard que le 26 avril, et peut par conséquent occuper trente-cinq places différentes. Les fêtes mobiles du calendrier ecclésiastique avancent ou reculent chaque année, étant réglées sur celle de Pâques, prise pour point de départ.

Ajoutons que la lune dont les computistes se servent pour faire leurs calculs d'avance n'est pas la vraie, mais une lune moyenne imaginée pour faciliter les calculs, et qu'on appelle la lune ecclésiastique. Cette lune fictive régulière peut arriver à son plein un jour ou deux avant ou après la lune vraie. De là des différences parfois inexplicables pour le public. Ainsi, par exemple, tout récemment, en 1876, la pleine lune, qui suivait le 21 mars est arrivée le 8 avril; ce jour était un samedi; Pâques aurait dû être fixé au lendemain 9 avril : or il a été fixé au 16, d'après la lune ecclésiastique, qui, théoriquement, retardait de quelques heures sur la vraie.

Il en est de même dans presque toutes les langues modernes. Dans son langage canonique, toutefois, l'église n'a pas accepté ces noms païens, et elle nomme ainsi les sept jours : *Dominica*, — *Feria*, *secunda*, — *tertia*, — *quarta*, — *quinta*, — *sexta*, — et *Sabbato*, legs israélite.

L'ordre des dénominations, qui n'est pas celui de l'éclat des astres, ni celui de leurs mouvements et de leurs distances, a une origine astrologique.

Nous savons donc que la division du temps par périodes de sept jours est de la plus haute antiquité et due aux phases de la Lune, mais qu'elle n'a pas été en usage chez tous les peuples, puisque les Grecs et les Romains ne s'en servaient pas, les premiers ayant des semaines de dix jours (décades) et les seconds comptant par calendes, ides et nones. Mais il devint d'un usage à peu près général vers le premier siècle de notre ère, et l'étymologie latine est restée :

<i>Dies Solis.</i>	<i>Jovis dies.</i>
<i>Lunæ dies.</i>	<i>Veneris dies.</i>
<i>Martis dies.</i>	<i>Saturni dies.</i>
<i>Mercuri dies.</i>	

Constantin, en élevant le christianisme au trône, transforma le jour du Soleil en jour du Seigneur, et *dies Solis* devint *dies dominica* d'où est venu *dominche* et *dimanche*. On s'explique toutes les autres étymologies, à l'exception de la dernière, car il n'y a guère de rapport entre *Saturni dies* et *samedi*. Le jour de Saturne s'appelait chez les Juifs le jour du sabbat, et longtemps nous avons conservé le *dies Sabatti*, qu'on trouve encore en 1791 dans le programme des cours du Collège de France, rédigé en latin comme tout le reste aux siècles passés. Mais il est aussi difficile de faire dériver samedi de *Sabbati* que de *Saturni*. Le dieu Soleil des Assyriens et des Arabes se nomme *Sams* dans cette dernière langue, qui pendant tout le

moyen âge servit à la nomenclature astronomique. De ce mot a-t-on formé Sams-di, samedi, le Samstag des Allemands, tandis que les Anglais gardaient pour le samedi et pour le dimanche les dénominations de Saturday et de Sunday? C'est possible. Mais il ne faut pas se dissimuler qu'il s'est produit dans toutes les langues des corruptions de mots bien singulières. N'a-t-on pas été jusqu'à prétendre, par exemple, que le nom d'Elisabeth descend de Clovis? Et comment? — Le c n'étant qu'une aspiration, comme aujourd'hui la lettre *h*,

De Clovis,	on aurait fait	Lovis;
De Lovis,	—	Louis,
	—	Louise,
	—	Lise,
	—	Lisa,
	—	Elisa,
	—	Elisabeth.

La dernière descendance est purement fantaisiste, puisque Clovis est un nom franc, et qu'Elisabeth est un nom juif, antérieur au premier. Il en est d'autres plus sûres, comme CIEL, qui vient du grec *coïlos*, creux, par le latin *cælum*; comme URANUS, qui vient du sanscrit *varouna*, voûte, par le grec *ouranos*; comme DIEU, qui vient aussi du sanscrit *Diaus*, l'air lumineux, par *Theos* et *Deus*, et qui a la même étymologie que *Zeus-Pater*, *Jupiter*, et que *Dies*, jour. Il faut avouer que, parfois les mots se transforment étrangement en passant d'une langue à une autre! Ainsi, le français *évêque* et l'allemand *bischof* ont la même origine, et *il ne reste plus une seule lettre commune*. Ils descendent tous deux du grec *épi-scopin*, voir d'en haut, dominer. — Le mot *lion* n'est pas moins curieux : il dérive du sanscrit *ru* (rou), qui signifie rugir, d'où sont sortis successivement les mots *rawat*, rugissant, *lawan*, le rugissant, *lewon*, puis le grec *leôn*, le latin *leo* et le français lion :

Ru.	León:
Kawat.	Lco.
Lawan.	Lion.
Lewon.	

Au surplus, aujourd'hui même, lorsque vous terminez une lettre adressée à une personne inconnue en lui témoignant une *parfaite considération*, vous ne réfléchissez peut-être pas que vous comparez cette inconnue à un astre! Les plus plats courtisans ne parlaient pas plus humblement à Louis XIV. C'est là une expression empruntée à la langue des astronomes; elle est descendue du ciel, et notre excessive politesse en a usé la valeur.

Ainsi tout change autour de nous, les êtres, les choses, — et les mots eux-mêmes, les mots surtout!



III — Le mouvement de la Lune autour de la Terre. — Poids et densité de la Lune. — La pesanteur sur les autres mondes. — Comment on a pesé la Lune.

La Lune tourne autour de la Terre en décrivant, non pas une circonférence parfaite, mais une ellipse. L'excentricité est faible, et n'est que de $\frac{1}{18}$. On s'en formera une idée exacte en remarquant que si l'on représentait l'orbite lunaire par une ellipse de 18 centimètres de longueur pour le grand axe, la distance qui sépare les deux foyers serait de 1 centimètre, c'est-à-dire que la distance du centre à chacun des foyers ne serait que de 1 demi-centimètre.

Cette excentricité s'exprime géométriquement par le chiffre

0,0549. Elle est plus forte que celle de l'orbite terrestre, qui est de 0,0167, c'est-à-dire que cette ellipse diffère plus du cercle que la nôtre. La distance de la Lune varie donc pendant tout le cours de sa révolution, et l'on peut s'en assurer en mesurant les dimensions du diamètre apparent de son disque, dont les variations sont inverses de celles de ses distances à la terre. Quand la Lune occupe l'extrémité du grand axe la plus voisine du foyer, sa distance est minimum; elle est alors au périégée, et son diamètre offre sa plus grande valeur. A l'autre extrémité du même axe, ou à l'apogée, la distance est au contraire maximum et le diamètre est le plus petit; enfin, à chacune des extrémités du petit axe, la distance est moyenne entre les extrêmes, et il en est de même de la grandeur du disque. Voici, du reste, la variation de diamètre et de distance qui résultent de cette orbite un peu allongée :

	Diamètre de la Lune	Distance géométrique	Distance en kilomètres	Distance en lieues
Distance maximum ou apogée.	29' 31",0	1,0549	405 400	101 375
Distance moyenne	31' 8",2	1,0000	384 400	96 400
Distance minimum ou périégée.	32' 56",7	0,9451	363 290	90 825

Ainsi, en quinze jours, la distance de la Lune varie de 90 823 à 101 375 lieues, ou de 10 550 lieues, c'est-à-dire du neuvième environ. Cette différence est sensible pour la grandeur apparente, comme on le voit; elle est surtout sensible pour l'intensité des marées, comme nous le verrons bientôt.

Si nous retranchons les rayons de la Terre et de la Lune de la distance périégée, nous trouvons la plus petite distance à laquelle nous puissions être de *la surface* de notre satellite. Cette distance est de 355 200 kilomètres, ou de 88 800 lieues. Dans ces conditions, un télescope grossissant 2000 fois rapproche notre satellite à 44 lieues.

Le mouvement de la Lune dans l'espace est encore plus

compliqué que celui de la Terre! Sans entrer dans tous les détails, signalons-en ici les particularités les plus curieuses.

Et d'abord, 1^o l'ellipse décrite autour de nous par ce petit globe ne reste pas immobile dans son plan; elle tourne dans ce plan, autour de la Terre, dans le sens direct, c'est-à-dire dans le sens même dans lequel elle est parcourue par la Lune. Le grand axe de l'ellipse fait ainsi un tour entier en 3232 jours, ou un peu moins de neuf ans.

2^o L'orbite de la Lune n'est pas située dans le plan dans lequel la Terre se meut autour du Soleil, dans l'écliptique, car, dans ce cas, si notre satellite tournait justement autour de nous dans le plan dans lequel nous tournons nous-mêmes autour du Soleil, il y aurait éclipse de Soleil à chaque nouvelle Lune, et éclipse de Lune à chaque pleine Lune. Mais il n'en est pas ainsi. Le plan dans lequel la Lune se meut est incliné de 5 degrés sur le nôtre. On appelle « ligne des nœuds » la ligne d'intersection où les deux plans se coupent mutuellement. Eh bien! cette ligne d'intersection ne reste pas fixe, mais fait le tour de l'écliptique en 6793 jours, ou 18 ans 2/3.

3^o L'inclinaison du plan de l'orbite lunaire varie elle-même. Elle est en moyenne de 5° 8' 48", mais elle subit un balancement qui tantôt l'abaisse à 5° 0' 1" et tantôt l'élève à 5° 17' 35", le tout se renouvelant tous les 173 jours.

Il n'est pas indispensable, pour notre instruction astronomique, de comprendre le mécanisme précis de toutes ces irrégularités; mais il est utile de savoir qu'elles existent. Ajoutons que le mouvement de notre petit satellite autour de nous est tourmenté par bien d'autres inégalités, telles que 4^o l'*équation du centre*, qui fait osciller la Lune chaque mois, à cause de l'excentricité de son orbite; 5^o l'*évection*, dont la période est de 32 jours; 6^o la *variation*, dont la période est de 15 jours; 7^o l'*équation annuelle*, dont la période est d'une année; 8^o l'*équation parallaxique* de 29 jours, qui permet de calculer

la distance du Soleil; sans compter les inégalités de 206 jours, 35 jours, 26 jours, etc., qui apportent encore de nouvelles perturbations.

L'analyse du mouvement de la Lune a même été jusqu'à constater que ce mouvement s'accélère de 12 secondes d'arc par siècle. La moitié de cette accélération est due à la diminution lente et progressive de l'excentricité de l'orbite terrestre, et la moitié à un ralentissement imperceptible du mouvement de rotation de la Terre, qui paraît devoir augmenter la durée du jour de 1 seconde en cent mille ans (1) et raccourcir en apparence la durée de la révolution de notre satellite. Si cette accélération continuait, la Lune finirait par tomber sur nos têtes! mais ce n'est là qu'une oscillation périodique... On voit combien ces mouvements ont été étudiés et à quelle précision la science moderne est parvenue; on voit aussi combien sont compliquées les fluctuations de cet astre en apparence si bénin, et devenu à cause d'elles le véritable désespoir des géomètres. L'analyse a déjà découvert à cet astre vagabond *plus de soixante irrégularités différentes!*...

On rencontre quelquefois aux examens de la Sorbonne des professeurs qui prennent un malin plaisir à embarrasser les élèves, et qui se donnent la victoire facile d'accabler de mauvaises notes les candidats auxquels ils ont adressé les questions les plus arbitraires. La complication des mouvements de la Lune a souvent servi de piège. Mais les examinateurs n'ont pas toujours le dessus. Arago raconte qu'à l'Ecole Polytechnique le professeur Hassenfratz avait perdu toute espèce de considération par suite de son caractère et de son insuffisance, et qu'un jour, bien préparé à embarrasser un élève, il l'avait appelé au tableau sur un air qui ne promettait rien de bon. Mais l'élève (c'était M. Leboullenger) se tenait sur ses gardes, et savait qu'il importait de couper nette la réplique pour ne pas être vaincu.

— M. Leboullenger, lui dit le professeur, vous avez vu la Lune ?

— *Non*, Monsieur !

— Comment !... vous dites que vous n'avez jamais vu la Lune !

— Je ne puis que répéter ma réponse : *Non*, Monsieur. »

Hors de lui, et voyant sa proie lui échapper à cause de cette réplique inattendue, M. Hassenfratz s'adressa à l'inspecteur chargé ce jour-là de la police, et lui dit : « Monsieur, voilà M. Leboullenger qui prétend n'avoir jamais vu la Lune. — Que voulez-vous que j'y fasse ? » répondit stoïquement celui-ci. Repoussé de ce côté, le professeur se retourna encore une fois vers M. Leboullenger, qui restait calme et sérieux au milieu de la gaieté indicible de tout l'amphithéâtre, et il s'écria avec une colère non déguisée : « Vous persistez à soutenir que vous n'avez jamais vu la Lune ? — Monsieur, repartit l'élève, je vous tromperais si je vous disais que je n'en ai pas entendu parler, mais je ne l'ai jamais vue ! — Monsieur, retournez à votre place. »

Après cette comédie (1), Hassenfratz n'était plus professeur que de nom, son enseignement ne pouvait plus avoir aucune utilité.

Cette petite scène nous a distraits un instant de l'analyse si compliquée des mouvements de la Lune. Pour compléter l'exposé de ces mouvements, et surtout pour nous former une idée exacte de la marche de notre satellite, voyons quel effet produit la combinaison du mouvement mensuel de la Lune au-

(1) On en connaît de plus fortes encore. A une séance de baccalauréat, l'irascible Léfébure de Fourcy avait intimidé un candidat au point de lui interdire toute réponse convenable. Lassé d'interroger inutilement, il se retourne vers le garçon de bureau en s'écriant : « Qu'il est bête ! Apportez-lui donc une botte de foin. — Faites-en apporter deux, répliqua l'élève furibond : nous déjeunerons ensemble ! » Il va sans dire que le diplôme fut renvoyé aux calendes grecques.

tour de la Terre avec le mouvement annuel de la Terre autour du Soleil.

Si la Terre était immobile, la Lune reviendrait au bout de sa révolution au point où elle était au commencement, et son orbite serait une courbe fermée, mais elle ne reste pas immobile. Pendant que la Lune, par exemple, est nouvelle et va à son premier quartier, la Terre se déplace vers la droite, et sept jours après s'est transportée avec la Lune à huit fois 643 000 lieues dans l'espace.

Elle devra donc suivre une courbe sinueuse, mais cette courbe sinueuse est si allongée, qu'elle diffère à peine de celle que la Terre décrit annuellement autour du Soleil, et qu'au lieu d'être (comme on le dessine toujours dans les traités d'astronomie) convexe vers le Soleil à l'époque de chaque nouvelle lune, elle est *toujours concave* vers le Soleil !

Notre lecteur attentif ajoute de lui-même à ce mouvement de la Lune autour du Soleil le mouvement du Soleil dans l'espace, dont nous avons déjà parlé, en vertu duquel la Lune accompagne la Terre dans sa chute oblique vers la constellation d'Hercule, en compliquant encore, par les mouvements que nous venons de reconnaître, la courbe que nous avons indiquée.

Ainsi le mouvement perpétuel emporte le monde... Le Soleil court dans l'espace; la Terre court en tournant autour de lui et en se laissant emporter dans son essor; la Lune court en tournant autour de nous pendant que nous tournons autour du radieux foyer qui se précipite lui-même dans le vide éternel. Comme une pluie d'astres, les mondes tourbillonnent emportés par les vents du ciel et pleuvent à travers l'immensité; soleils, terres, satellites, comètes, étoiles filantes, humanités, berceaux, tombes, atomes de l'infini, secondes de l'éternité, métamorphose perpétuelle des êtres et des choses, tout marche, tout s'envole sous le souffle divin, — pendant que le

commerçant ou le rentier compte son or et l'entasse en croyant que l'univers entier tient dans sa cassette.

Mais l'astre des nuits nous rappelle...

Doux reflet d'un globe de flamme,
 Charmant rayon, que me veux-tu ?
 Viens-tu dans mon sein abattu
 Porter la lumière à mon âme ?

Descends-tu pour me révéler
 Des mondes le divin mystère ?..

Ainsi chantait le poète des *Harmonies*, pour lequel l'astre des nuits n'était qu'un rayon céleste destiné à l'illumination providentielle des nuits de la Terre. Pour nous, ce rayon nous attire, nous détache du sol grossier, et nous transporte vers l'astre auquel il appartient. C'est la Lune elle-même que nous voulons connaître.

Déjà nous connaissons sa distance, sa grandeur, ses mouvements. Nous allons bientôt mettre pied à terre sur son sol si accidenté. Il nous reste encore, avant d'entreprendre ce voyage, un point intéressant à élucider : c'est le poids de ce globe, et par là la densité des matériaux qui le constituent, et la force de la pesanteur à sa surface.

Comment a-t-on pesé la Lune ?

On peut faire comprendre les procédés employés sans entrer dans des détails trop techniques.

Le poids de la Lune se détermine par l'analyse des effets attractifs qu'elle produit sur la Terre. Le premier et le plus évident de ces effets est offert par *les marées*. L'eau des mers s'élève deux fois par jour sous l'appel silencieux de notre satellite. En étudiant avec précision la hauteur des eaux ainsi élevées, on trouve l'intensité de la force nécessaire pour les soulever, et par conséquent la puissance, le poids (c'est identique) de la cause qui les produit. Voilà une première méthode.

Une autre méthode est fondée sur l'influence que la Lune

exerce dans les mouvements du globe terrestre : quand elle est en avant de la Terre, elle attire notre globe et le fait marcher plus vite ; quand elle se trouve en arrière, elle le retarde. C'est sur la position du Soleil que cet effet se lit au premier et au dernier quartier : il paraît déplacé dans le ciel des trois quarts de sa parallaxe ou de la 290^e partie de son diamètre. Par ce déplacement, on calcule de la même façon la masse de la Lune.

Une troisième méthode est établie sur le calcul de l'attraction que la Lune exerce sur l'équateur, et qui produit la nutation et la précession dont nous avons parlé plus haut (p. 43 et 50).

Toutes ces méthodes se vérifient l'une par l'autre, et s'accordent pour prouver que la masse de la Lune est 81 fois plus petite que celle de la Terre.

Ainsi la Lune pèse 81 fois moins que notre globe. Son poids est d'environ 72 sextillions de kilogrammes. Les matériaux qui la composent sont moins denses que ceux qui constituent la Terre ; environ les 7 dixièmes de la densité des nôtres. Comparée à la densité de l'eau, la Lune pèse 3, 27, c'est environ 3 fois un quart plus qu'un globe d'eau de même dimension.

Poids de la Terre	5875 000 000 000 000 000 000
Poids de la Lune.	72 500 000 000 000 000 000

La pesanteur à la surface de la Lune est la plus faible que nous connaissions ; si l'on représente par 1000 celle qui fait adhérer les objets autour du globe terrestre, celle de la Lune sera représentée par 164. Ainsi les choses y pèsent six fois moins qu'ici, y sont attirées six fois moins fortement. Une pierre pesant un kilogramme, transportée là, n'y pèserait plus que 164 grammes. Un homme pesant 70 kilogrammes sur notre planète n'y pèserait plus que 11 kilogrammes et demi.

Si donc on imaginait un homme transporté dans notre satellite, si l'on supposait en outre que ses forces musculaires restassent les mêmes dans ce nouveau séjour, il y pourrait soulever sans plus d'efforts des poids cinq à six fois plus lourds que sur la Terre, et son propre corps lui semblerait cinq à six fois plus léger. Le moindre effort musculaire lui suffirait pour sauter à des hauteurs prodigieuses ou courir avec la vitesse d'une locomotive. Nous verrons plus loin quel rôle considérable cette faiblesse de la pesanteur a joué dans l'organisation topographique du monde lunaire, en permettant aux volcans d'entasser des montagnes géantes sur des cirques cyclopéens, et de lancer d'une main formidable des Alpes sur des Pyrénées.

On peut même remarquer à ce propos un fait assez curieux : c'est que si la Lune, tout en ayant la même masse, était aussi grosse que la Terre, comme l'attraction décroît en raison du carré de la distance, et que le rayon de la sphère lunaire est presque quatre fois plus petit que le globe terrestre, l'attraction serait diminuée de 16 fois, et, au lieu d'être réduite seulement au sixième de la pesanteur terrestre, n'en serait plus que le 90°. Un kilogramme ne pèserait plus que 11 grammes ; un homme du poids de 70 kilogrammes terrestres ne pèserait plus qu'une livre et demie environ ! L'effort musculaire que nous faisons pour sauter sur un tabouret nous ferait atteindre d'un bond la hauteur d'une montagne, et la moindre force de projection volcanique lancerait les matériaux assez loin dans le ciel lunaire pour qu'ils ne puissent plus jamais retomber.

Il peut exister des mondes dont la masse soit si faible et le mouvement de rotation si rapide, que la pesanteur n'existe pas à leur surface et que les choses n'y pèsent *rien*. En revanche, il peut exister des mondes d'une densité si prodigieuse, que les objets aient un poids effrayant et vraiment inimaginable. Supposons par exemple, que, sans changer de volume, la Terre devienne aussi lourde que le Soleil. Dès lors, un kilo-

gramme actuel pèserait désormais 324 000 kilos, et une jeune fille svelte et gracieuse, dont le poids est en ce moment de 50 kilogrammes, se trouverait peser *seize millions* de kilogrammes ! Autrement dit, fût-elle de bronze, elle serait par son seul poids aplatie en un nombre indéfini de molécules répandues sur le sol. Malgré sa puissance infinie, la nature serait-elle capable d'organiser des êtres assez énergiques pour résister à une pareille pesanteur ?

Quelle merveilleuse diversité doit exister par ce seul fait entre les mondes variés qui peuplent l'infini !..

Avant d'aller plus loin, formons-nous une idée exacte de ces curieuses différences dans l'intensité de la pesanteur sur les terres du monde solaire. Nous calculerons plus loin les poids et les volumes.

Intensité comparative de la pesanteur à la surface des mondes.

Le Soleil	27,474	Uranus.	0,883
Jupiter.	2,581	Vénus	0,864
Saturne	1,404	Mercure	0,521
La Terre	1,000	Mars.	0,382
Neptune	0,983	La Lune	0,164

Ainsi, c'est sur la Lune que l'intensité de la pesanteur est la plus faible et c'est sur le Soleil qu'elle est la plus forte. Tandis que, transporté sur le premier de ces astres, un kilo terrestre ne pèserait que 164 grammes, il pèserait plus de 27 kilos sur le Soleil, 2 kilos et demi sur Jupiter, etc. Mais nous apprécierons mieux ces différences d'intensité si nous les traduisons par le chemin que parcourait un corps, une pierre par exemple, qu'on laisserait tomber du haut d'une tour. Voici le chemin qui serait parcouru dans la première seconde de chute sur chacun des mondes que nous considérons :

Espace parcouru par un corps qui tombe, pendant la première seconde de chute.

Sur la Lune.	0 ^m ,80
Sur Mars.	1 ^m ,86
Sur Mercure.	2 ^m ,55
Sur Vénus.	4 ^m ,21
Sur Uranus.	4 ^m ,30
Sur Neptune.	4 ^m ,80
Sur la Terre.	4 ^m ,90
Sur Saturne.	5 ^m ,34
Sur Jupiter.	12 ^m ,49
Sur le Soleil.	134 ^m ,62

Imaginons donc que nous laissons tomber une pierre du haut d'une tour, et supposons que cette tour ait treize mètres de hauteur. Au bout de la première seconde de chute, la pierre serait presque arrivée au pied de la tour, sur Jupiter, où les corps sont attirés avec une grande densité. Dans le même temps, elle ne serait pas au milieu sur Saturne. Elle aurait parcouru 0^m,90 sur la Terre, dix centimètres de moins sur Neptune, 4^m,30 sur Uranus, 4^m,21 sur Vénus, 2^m,55 sur Mercure, 1^m,86 sur Mars, et seulement 80 centimètres sur la Lune, tant l'attraction y est faible. Quant au Soleil, pour représenter la même force à sa surface, il nous faudrait supposer la tour bâtie au sommet d'une montagne escarpée et dominant la plaine à 134 mètres de hauteur. En une seconde, notre bloc de pierre attiré par une force prodigieuse, se serait, d'un bond rapide, précipité de toute la hauteur.

Ces calculs sont faits sans tenir compte de la résistance de l'atmosphère, qui atténue plus ou moins, suivant sa densité, la vitesse de la chute. Mais la gravitation, la pesanteur, est réglée par les mêmes lois dans tout l'univers. Peut-être, cependant, existe-t-il, dans la nature, des forces que nous ne connaissons pas, et qui jouent en certains mondes un rôle analogue à la pesanteur, en différenciant les effets de celle-ci. Par exemple, si nous ignorions l'existence de l'aimant, nous ne

pourrions jamais imaginer qu'un aimant puisse attirer à soi, contrairement à la pesanteur, des objets de fer. Il n'est pas interdit d'imaginer que le fer, qui entre pour une faible quantité dans notre sang et dans notre chair, puisse exister en proportions plus grandes chez des organismes constitués autrement que nous, et que, sous des influences analogues à celles de l'aimant, ces êtres soient attirés avec une force spéciale, indépendante de la pesanteur. Il n'est pas interdit non plus d'imaginer la possibilité de l'existence de forces naturelles autres que celles de l'aimant, qui, en certains mondes, modifieraient les effets de la pesanteur... Mais la science expérimentale ne peut jusqu'à présent calculer que les masses, les volumes, les densités et la pesanteur, comme nous venons de le faire.

IV. — Description physique de la Lune. — Les montagnes, les volcans, les plaines appelées mers. — Séléno-graphie. — Cartes de la Lune. — Les antiques révolutions lunaires.

La Lune n'a pas cessé d'être un problème pour la Terre. L'esprit humain est insatiable de connaissances; il est dans son essence de pénétrer la nature des choses et de faire des conjectures sur tous les points qu'il n'aura pu approfondir. Combien il lui serait agréable de savoir ce qui se passe dans un monde aussi voisin de nous que la Lune! Car, qu'est-ce que la distance de quatre-vingt-seize mille lieues qui nous en sépare, en comparaison de l'éloignement des astres, qui s'évalue par millions et par milliards de lieues dans les espaces célestes?

La plupart des philosophes de l'antiquité ont dit leur mot sur la Lune; n'ayant pas de moyens d'observation suffisants, ils en ont raisonné d'après le simple bon sens. Les uns avaient deviné qu'elle n'a point de lumière propre et qu'elle brille d'un éclat emprunté aux rayons du Soleil. Tel était le sentiment de Thalès, d'Anaximandre, d'Anaxagore et d'Empédocle. Ce dernier philosophe, au dire de Plutarque, en concluait que c'était en raison de sa réflexion que la lumière de la Lune nous arrive moins vive et sans produire de chaleur sensible. Proclus, dans son *Commentaire sur Timée*, rapporte trois vers attribués à Orphée, dans lesquels il est dit que : « Dieu bâtit une autre terre immense, que les immortels appellent *Séléné* et que les hommes appellent *Lune*, dans laquelle s'élèvent un grand nombre de montagnes, un grand nombre de villes et d'habitations. » La doctrine de Xénophane était exactement semblable à celle d'Orphée. Anaxagore parlait des campagnes, des montagnes et des vallées de la Lune, mais sans faire mention de villes ni d'habitations.

Pythagore et ses disciples ont été beaucoup plus explicites sur cette question, car ils assuraient que « la Lune est une terre semblable à celle que nous habitons, avec cette différence qu'elle est peuplée d'animaux plus grands et d'arbres plus beaux, les êtres lunaires l'emportant par leur taille et par leur force de quinze fois sur ceux de la Terre. » Diogène de Laërce attribue à Héraclide de Pont une assertion bien singulière : selon cet historien, Héraclide aurait affirmé avoir eu connaissance qu'un habitant de la Lune serait descendu sur la Terre ! mais il s'abstient d'en donner la description. Une tradition ajoutait que le Lion de Némée était tombé de la Lune.

D'autres philosophes anciens prenaient la Lune pour un miroir réfléchissant la Terre du haut du ciel. Toutefois, la grande question de l'atmosphère et des eaux à la surface de la Lune, qui se débat encore aujourd'hui, était déjà agitée au

temps de Plutarque. Cet écrivain rapporte en ces termes l'opinion de ceux qui soutenaient la négative : « Est-il possible que ceux qui sont dans la Lune puissent supporter, longues années, le soleil dardant en plein, pendant quinze jours, chaque mois, ses rayons sur leur tête? Il n'est pas supposable qu'avec une aussi grande chaleur, au milieu d'un air si raréfié, il y ait des vents, des nuages et des pluies, sans lesquelles les plantes ne peuvent ni naître, ni durer lorsqu'elles sont nées, quand nous voyons que les plus terribles ouragans ne s'élèvent pas, au sein de notre atmosphère, même jusqu'à atteindre les sommets de nos hautes montagnes. L'air de la Lune est par lui-même si raréfié et si mobile, en raison de sa grande légèreté, que chacune de ses molécules échappe à l'agrégation, et que rien ne peut les condenser en nuages. » Cet argument est peu différent de celui que font encore valoir les modernes qui soutiennent que la Lune est inhabitable.

Les dissertations à propos de la Lune et de ses habitants étaient alors si fort à la mode, que ce philosophe a fait un traité spécial (*De facie in orbe Lunæ*), dans lequel il consigne la plupart des opinions émises de son temps, et que Lucien de Samosate a écrit, comme critique, un voyage lunaire aussi amusant que ses spirituels dialogues des morts.

Pendant tout le moyen âge et jusqu'à l'invention du télescope, il y eut à peu près trêve de dissertations sérieuses à propos de notre satellite. Galilée, en 1609, se servit de la première lunette qu'il avait appropriée aux observations astronomiques pour étudier la nature de la Lune; il reconnut en elle un globe rempli de sinuosités considérables, où des vallées extraordinaires et profondes sont dominées par des montagnes très élevées.

Le premier dessin qu'on ait fait de la Lune fut certainement une représentation grossière de la figure humaine, attendu que la position des taches correspond suffisamment à celle des

yeux, du nez et de la bouche pour justifier cette ressemblance. Aussi voyons-nous partout et dans tous les siècles cette face humaine reproduite. Cette ressemblance n'est due qu'au hasard de la configuration géographique de notre satellite; elle est d'ailleurs fort vague et disparaît aussitôt qu'on analyse la Lune au télescope. D'autres imaginations ont vu, au lieu d'une tête, un corps tout entier, qui pour les uns représente Judas Iscariote, et pour les autres Caïn portant un fagot d'épines.

Les principales taches de la Lune s'aperçoivent à l'œil nu, mais le nombre de celles qu'on distingue avec des lunettes est infiniment plus considérable.

Pour saisir à l'œil nu l'ensemble du disque lunaire, c'est l'époque de la pleine Lune qu'il faut choisir de préférence. Il importe d'abord de bien s'orienter. Supposons pour cela que nous regardions la Lune à cette époque, vers minuit, c'est-à-dire au moment où elle passe au méridien, et trône en plein sud. Les deux points extrêmes du diamètre vertical du disque donnent les points nord et sud de la Lune; le nord étant en haut et le sud en bas. A gauche se trouve le point est, et à droite le point ouest. Si l'on observe à l'aide d'une lunette astronomique, l'image est *renversée* : le sud se trouve en haut et le nord en bas, l'ouest à gauche et l'est à droite. *Cette dernière orientation est celle de toutes les cartes de la Lune.*

Les astronomes sont parvenus à faire des cartes de la Lune, comme les géographes à faire des cartes de la Terre, et l'on peut même dire que les premières ont toujours été plus précises que les secondes. Cela se comprend : nous voyons la Lune, nous ne voyons pas l'ensemble de la Terre.

La première carte de la Lune a été dessinée en 1647 par l'astronome Hévelius. Il la fit avec une exactitude si scrupuleuse, qu'il s'imposa même le soin de la graver lui-même. Lorsqu'il fallut donner des noms aux taches diverses que sa carte ren-

fermait. il hésita entre les noms des personnages célèbres et ceux des diverses contrées du monde connues alors. Il avoue ingénument qu'il renonça à prendre les noms d'homme, « de crainte de se faire des ennemis de ceux qui auraient été totalement oubliés ou qui auraient trouvé qu'on leur faisait une trop petite part. » Il se décida donc à transporter dans la Lune nos mers, nos villes, nos montagnes. Riccioli, qui fit une seconde carte quelque temps après Hévélius, montra plus de hardiesse, et, dans la carte qui fut le fruit des observations de son collaborateur et ami, Grimaldi, il adopta la nomenclature à laquelle Hévélius avait renoncé. On a adressé à cet astronome le reproche d'avoir fait une trop grande part à ses confrères de la compagnie de Jésus et de s'être placé lui-même parmi les savants favorisés. Mais la postérité n'a pas tenu compte de cette insignifiante inconvenance, et la nomenclature de Riccioli a prévalu.

Depuis cette époque, la surface de la lune a été étudiée par un grand nombre d'astronomes, notamment, en notre siècle, par Beer et Maedler, Lohrmann, Schmidt, Nelson, qui en ont construit des cartes de plus en plus détaillées et complètes. Pour nous y reconnaître facilement dans ce voyage, il ne faut pas nous servir d'une carte aussi compliquée, et la plus claire que nous puissions choisir est encore la petite carte française de Leccouturier et Chapuis, que je reproduis ici, légèrement modifiée par suite de mes propres observations (V. p. 138 et 139).

Commençons par placer cette carte sous nos yeux. Les grandes plaines grises y sont désignées sous leurs noms de mers, qu'elles portent depuis plus de deux siècles, et les principales montagnes y sont marquées par des chiffres correspondant aux noms inscrits de chaque côté. La géographie lunaire est divisée par latitudes (lignes horizontales) et par longitudes (lignes verticales) comme la géographie terrestre.

Examinons rapidement cette surface générale. Remarquons

d'abord que les grandes taches grises et sombres occupent surtout la moitié boréale ou inférieure du disque, tandis que les régions australes ou supérieures sont blanches et montagneuses; cependant, d'un côté, cette teinte lumineuse se retrouve sur le bord nord-ouest, ainsi que vers le centre, et, d'autre part, les taches envahissent les régions australes du côté de l'orient, en même temps qu'elles descendent, mais moins profondément, à l'ouest. Suivons d'abord sur la carte la distribution des plaines grises ou mers, et esquissons la géographie lunaire.

Commençons notre description par la partie occidentale du disque lunaire, celle qui est éclairée la première après la nouvelle lune, lorsqu'un mince croissant se dessine dans le ciel du soir et s'élargit de jour en jour, pour devenir le premier quartier au septième jour de la lunaison (c'est la droite pour l'œil nu, et c'est la gauche sur la carte). Là, non loin du bord, on distingue une petite tache, de forme ovale, isolée de toutes parts au milieu d'un fond lumineux. On lui a donné le nom de *mer des Crises*.

Il ne faut attacher à ce nom de *mer* aucun sens spécial; c'est la dénomination commune sous laquelle les premiers observateurs ont désigné toutes les grandes taches grisâtres de la Lune; ils prenaient ces espaces pour de grandes étendues d'eau. Mais, aujourd'hui, nous savons qu'il n'y a pas plus d'eau là que dans les autres régions lunaires. Ce sont de vastes plaines.

La situation de la mer des Crises, sur le contour occidental de la Lune, permet de la reconnaître à l'œil nu dès les premières phases de la lunaison, et jusqu'à la pleine Lune; pour la même raison, elle est la première à disparaître à l'origine du décours.

A droite de la mer des Crises, un peu au nord, se dessine une tache plus grande et de forme irrégulièrement ovale, que

l'on reconnaît facilement aussi à l'œil nu : c'est la *mer de la Sérénité*.

Entre ces deux plaines grises, au-dessus, on en remarque une autre dont les rivages sont moins réguliers, qui se nomme la *mer de la Tranquillité*. Elle jette vers le centre du disque un golfe qui a reçu le nom de *mer des Vapeurs*.

La mer de la Tranquillité se sépare en deux branches, qui représentent les jambes du corps humain que l'on imagine quelquefois. La branche la plus voisine du bord forme la *mer de la Fécondité*; la plus rapprochée du centre est la *mer du Nectar*.

On distingue encore, au-dessous de la mer de la Sérénité, et dans le voisinage du pôle boréal, une tache droite, allongée de l'est à l'ouest, et connue sous le nom de *mer du Froid*.

Entre les mers de la Sérénité et du Froid s'étendent le *lac des Songes* et le *lac de la Mort*, lugubre écho de l'astrologie. Les marais de la *Putréfaction* et des *Brouillards* occupent la partie occidentale de la mer des Pluies, dont la rive septentrionale forme un golfe arrondi, désigné sous le nom de *golfe des Iris*.

Toute la partie du disque lunaire située à l'est est uniformément sombre. Les bords de l'immense tache disparaissent en se confondant avec les parties lumineuses de l'astre. La partie nord de cette tache est formée par la *mer des Pluies*, laquelle donne naissance à un golfe débouchant dans l'*océan des Tempêtes*, où brillent deux grands cratères *Képler* et *Aristarque*. Les parties les plus méridionales de cet océan mal délimité sont désignées, vers le centre, par le nom de *mer des Nuées*, et, vers le bord, par celui de *mer des Humeurs*.

Il est très curieux de remarquer que *la plupart de ces plaines ont des contours arrondis*; exemples : la mer des Crises, la mer de la Sérénité, et même la vaste mer des Pluies, bordée au sud par les Karpathes, au sud-ouest par les Apen-

nus, à l'ouest par le Caucase et au nord-ouest par les Alpes.

En dehors de ces taches, qui occupent environ le tiers du disque lunaire, l'observateur ne distingue à l'œil nu que des points lumineux confus. Cependant, dans la région supérieure, on peut reconnaître à l'œil nu la principale montagne de la Lune : le cratère *Tycho*, qui brille d'une vive lumière blanche, et envoie des rayons à une grande distance autour de lui.

N'oublions pas la recommandation faite plus haut : les cartes de la Lune sont dessinées renversées, comme on voit l'astre dans une lunette ; pour comparer la Lune vue à l'œil nu à notre carte, il faut donc retourner celle-ci, mettre le nord en haut et l'ouest à droite.

On a exactement mesuré tous ces terrains lunaires. La superficie de l'hémisphère que nous voyons au moment d'une pleine Lune est de 1 182 500 lieues carrées. La partie montagneuse, qui est la plus générale, s'étend sur 830 000 lieues carrées, et la région occupée par les taches grises embrasse 352 500 lieues carrées.

On se représentera exactement les grandeurs par l'échelle kilométrique tracée au bas de la carte. Le diamètre angulaire de la Lune étant de 31' 24" (*voy.* p. 94) et son diamètre réel étant de 3484 kilomètres (p. 99), une seconde d'arc représente 1849 mètres, et une minute représente 111 kilomètres. La proportion diminue du centre à la circonférence, puisque la Lune n'est pas plate, mais sphérique, et que la perspective de la projection s'accroît à mesure qu'on approche des bords.

Tel est le premier aspect général de la géographie lunaire, ou de la *sélénographie*.

Preons maintenant une idée générale des montagnes. La carte reproduite ici donne les noms des 266 principales.

Il suffit d'observer la Lune avec une lunette d'un faible grossissement, pour reconnaître tout de suite que sa surface présente des aspérités très prononcées. Vue dans une petite

lunette, l'avant-veille du premier quartier, l'irrégularité du bord intérieur met bien en évidence la rugosité de la surface. On voit, en outre, jusqu'à une certaine distance de ce bord, des cavités circulaires éclairées obliquement et des ombres très caractéristiques. Ces ombres, observées plusieurs jours de suite, augmentent ou diminuent d'étendue et d'intensité, suivant que l'obliquité des rayons solaires, sur la partie correspondante de la surface de la Lune, varie dans un sens ou dans un autre. On a donc su, dès l'origine des observations, que la Lune est un globe solide, recouvert de cratères.

J'ai dessiné en 1866 une région lunaire fort curieuse (la mer de la Sérénité et ses alentours) qui donne une idée bien exacte de la diversité qui existe entre les pays de plaines et les pays de montagnes sur ce petit monde voisin. Comme nous le verrons plus loin, l'attention des astronomes avait été spécialement appelée sur cette région par un changement probable arrivé dans le petit cratère de Linné (sur la rive droite de la mer); mais l'aspect montre avec évidence d'une part la nature sablonneuse, rugueuse, accidentée, du sol des « mers » lunaires, d'autre part la nature cratéiforme de toutes les montagnes.

Si nous voulons apprécier au point de vue géologique l'ensemble des formations montagneuses, considérons la contrée australe de notre satellite.

On distingue à l'œil nu, dans la partie inférieure de la Lune (en haut sur la carte), un point blanc très brillant, d'où partent des rayonnements. Une simple jumelle le découvre admirablement. C'est la fameuse montagne de *Tycho*. Elle occupe, avec les chaînons qui en rayonnent en tout sens, le centre de la région australe du disque lunaire, et c'est par elle qu'il est naturel de commencer la description des montagnes de la Lune. C'est la plus colossale et la plus majestueuse de toutes ces montagnes. Elle présente un cratère béant en forme de

cirque, qui a près de vingt-trois lieues de diamètre, et qu'on distingue à l'aide d'une lunette astronomique de moyenne puissance.

Cette montagne, au reste, paraît être le grand centre où l'action volcanique a eu le plus d'intensité à la surface du globe lunaire; là, les bouillonnements des laves, au lieu de s'unir pour former des couches, se sont maintenus tels qu'ils étaient à l'époque où se faisait sentir la force volcanique.

Au moment de la pleine Lune, Tycho est entouré d'une auréole lumineuse, tellement rayonnante, qu'elle éblouit les yeux et empêche d'observer les curiosités géologiques du cratère.

Si nous voulons nous former une idée de l'aspect des montagnes lunaires, examinons en détail une montagne annulaire typique, telle, par exemple, que celle de Copernic (n° 91, côté est), qui est l'une des plus belles et des plus intéressantes de la Lune entière. Ce vaste cirque mesure 90 kilomètres de diamètre. A la pleine Lune, des rayonnements s'élancent de lui comme de Tycho. Quand le Soleil ne l'éclaire pas en plein, on peut distinguer les montagnes centrales qui s'élèvent du fond de son cratère, et les deux versants du cirque annulaire qui en forme l'enceinte. L'intérieur du cratère, assez escarpé d'ailleurs, présente lui-même une triple enceinte de rochers brisés et un grand nombre de gros fragments amoncelés au pied de l'escarpement, comme s'ils étaient des masses détachées du haut de la montagne, et roulées en bas. Le cratère présente deux grandes échancrures ou plutôt deux grandes crevasses, aux extrémités du diamètre nord et sud. Le fond du cirque est à peu près plat; mais au centre se voient encore les ruines du pic central et une multitude de débris d'éboulements. Voyez la belle gravure anglaise originale (*fig. 7*) de Chambers (from the Glarendon press, Oxford).

A l'extérieur du grand cratère, une multitude de lignes rayonnantes, formées, pour la plus grande partie, de petits

monticules aux cônes alignés, alternent avec des ravines assez profondes.

C'est vraiment là le type de toutes les montagnes lunaires. Elles sont toutes creuses. Les flancs de la montagne qui en-



Fig. 7. — La montagne lunaire de Copernic. Type des grands cratères.

tourne chaque cirque sont taillés presque à pic jusqu'à une profondeur qui varie de trois à quatre mille mètres. Il y a, dans les Alpes lunaires, montagnes qui le cèdent en hauteur au Caucase et aux Apennins du même astre, une vallée trans-



Fig. 8. — Les Apennins lunaires, les rainures et les trois cratères d'Archimède, d'Aristillus et d'Autolycus.

versale, remarquablement large, qui coupe la chaîne dans la direction du sud-est au nord-ouest. Elle est bordée de sommets plus élevés au-dessus du sol de la vallée que le Pic de Ténériffe ne l'est au-dessus du niveau de la mer. Remarquons que la hauteur de ce pic est déjà de trois mille sept cent mètres.

On a compté sur la Lune plus de cinquante mille cratères, grands et petits.

Les hauteurs de toutes les montagnes de la Lune sont mesurées à quelques mètres près (on ne pourrait pas en dire autant de celles de la Terre). Voici les plus élevées :

Monts Leibnitz . . .	7610 mètres.	Cratère de Curtius.	6769 mètres.
Monts Doerfel . . .	7603 —	Calippus (Caucase).	6216 —
Cratère de Newton.	7261 —	Cratère de Tycho. .	5151 —
Cratère de Clavius.	7091 —	Huygens (Apennins)	5560 —
Cratère de Casatus.	6955 —	Short, près Newton.	5500 —

Les monts Leibnitz et Doerfel se trouvent près du pôle sud de notre satellite. Ces deux chaînes se voient quelquefois en profil pendant les éclipses de Soleil; c'est ce que j'ai observé et dessiné récemment encore pendant l'éclipse du 10 octobre 1874. Aux pôles lunaires (où l'on ne voit d'ailleurs ni neiges ni glaces), il y a des montagnes si étrangement situées, que leur cime ne connaît pas la nuit : *jamais* le Soleil ne s'est couché pour elles! On peut les appeler *les montagnes de l'éternelle lumière*.

Quelle étendue que celle des cratères lunaires! Les plus vastes volcans terrestres en activité n'atteignent pas mille mètres de diamètre. Si l'on considère les anciens cirques dûs aux éruptions antérieures, on voit qu'au Vésuve, le cirque extérieur de la Somma mesure 3600 mètres, et qu'à l'Etna, celui du Val del Bove, mesure 5500 mètres. Quelques cirques, formés par des volcans éteints, offrent de plus vastes dimensions; tels sont, par exemple, le cirque du Cantal, dont la lar-

geur est de 10 000 mètres; celui de l'Oisans, en Dauphiné, qui n'a pas moins de 20 000 mètres, et enfin celui de l'île de Ceylan, le plus vaste du globe, dont le diamètre est évalué à 70 000 mètres.

Mais qu'est-ce encore qu'une pareille étendue auprès de celle de plusieurs cirques de la Lune? Ainsi, le cirque de Clavius offre un diamètre de 210 000 mètres; celui de Schickard, de plus de 200 000; celui de Sacrobosco, de 160 000; celui de Petau dépasse 150 000, etc. On compte sur notre satellite une vingtaine de cirques dont le diamètre est de plus de 100 kilomètres. Et la Lune est 49 fois plus petite que la Terre!

Quant à la hauteur des montagnes, les plus élevées du satellite sont, il est vrai, de mille mètres inférieures à celles de la planète, mais cette faible différence rend les montagnes lunaires prodigieuses par rapport aux petites dimensions de l'astre qui les supporte. Proportions gardées, le satellite est beaucoup plus montagneux que la planète, et les géants pluto-niens sont en bien plus grand nombre là qu'ici. S'il y a chez nous des pics, comme le Gaurisankar, le plus élevé de la chaîne de l'Himalaya et de toute la Terre, dont la hauteur, de 8 837 mètres, est égale à la 1 440^e partie du diamètre de notre globe, on trouve dans la Lune des pics de 7 600 mètres, comme ceux de Doerfel et de Leibnitz, dont la hauteur équivaut à la 470^e partie du diamètre lunaire.

Pour que la comparaison soit exacte toutefois, il faut supposer l'eau des mers disparue et prendre le relief des terrains à partir du fond des mers; la hauteur des Alpes au-dessus du fond de la Méditerranée, ou celle des Pyrénées au-dessus de l'Atlantique, est ainsi singulièrement augmentée. D'après les sondages maritimes, on peut estimer que les plus hauts sommets du globe sont doublés. Le relief de l'Himalaya au-dessus du fond du lit des mers représente donc, non la 1440^e, mais la 720^e partie du diamètre du globe.

Cette correction faite n'empêche pas les montagnes lunaires d'être relativement beaucoup plus élevées encore que les montagnes terrestres. Pour que nos montagnes fussent dans le même rapport de hauteur, il faudrait que les cimes de l'Himalaya s'élevassent à une hauteur perpendiculaire de 43 kilomètres. Il est donc aussi étonnant de voir sur la Lune des sommets de plus de 7 kilomètres qu'il serait d'en voir sur la Terre d'une hauteur de trois lieues et plus.

Les montagnes de la Lune sont d'origine volcanique.

C'est là un fait capital qui ressort directement de la forme arrondie, annulaire, des grandes vallées, des cirques et de toutes les cavités plus petites, auxquelles on a donné, nous l'avons vu, le nom de cratères.

L'existence de ces cratères, la forme tourmentée de ces cirques volcaniques, leur grandeur énorme et leur nombre prodigieux, prouvent que la Lune a été anciennement, comme la Terre, et plus encore que notre monde, le siège de révolutions formidables. Elle aussi a commencé par l'état fluide, puis s'est refroidie et couverte d'une écorce solide.

Cette écorce a été le siège des phénomènes géologiques, dont les traces subsistent aujourd'hui sous la forme d'aspérités de dimensions très différentes; les causes de cette série de productions sont, sans aucun doute, les forces expansives des gaz et des vapeurs que la haute température du noyau développait incessamment.

A l'origine, l'écorce solide de la Lune, m'ins épaisse, était, par cela même, moins résistante, et comme elle n'avait point encore été bouleversée par des secousses antérieures, elle devait présenter en tous ses points à peu près la même homogénéité et la même épaisseur. La force expansive des gaz, agissant alors perpendiculairement aux couches superficielles et suivant les lignes de moindre résistance, dut briser l'enveloppe et produire des soulèvements de forme circulaire. C'est

sans doute à cette période primitive qu'il faut rapporter la formation des immenses circonvallations dont l'intérieur est aujourd'hui occupé par les plaines appelées mers. Nous avons déjà fait ressortir la forme circulaire de la mer des Crises et de celles de la Sérénité, des Pluies et des Humeurs. Leurs enceintes, à demi ruinées par des révolutions postérieures, forment encore aujourd'hui les plus longues suites d'aspérités du sol lunaire, les chaînes de montagnes des Karpathes, des Apennins, du Caucase et des Alpes, les monts Hémus et Taurus.

Puis vinrent de nouveaux soulèvements, mais qui, survenus à une époque où la croûte du globe lunaire avait acquis une plus grande épaisseur, ou encore provenant de forces élastiques moins puissantes, donnèrent lieu aux plus grands cirques, déjà bien inférieurs en dimensions aux formations primitives. Tels paraissent être les cirques de Shickardt, de Grimaldi, de Clavius.

Apparurent ensuite les innombrables cratères de dimensions moyennes qui pullulent sur le sol tout entier de la Lune, et dont un grand nombre se sont formés au sein même des circonvallations primitives. On comprend aisément la raison de la diminution successive de ces anneaux géologiques. Chacun d'eux est dû à un soulèvement en bulle; or, les dimensions de ces boursoufflements durent être en rapport avec l'intensité de la force interne qui les produisait, et avec la résistance de la croûte solide, ou plutôt pâteuse, du globe lunaire. Il est probable que ces deux causes ont concouru pour produire les effets signalés plus haut, de sorte qu'en général ce sont les plus grandes circonvallations qui furent formées les premières.

Remarquons aussi que le sol lunaire offre deux aspects bien distincts. Le premier, plus blanc, représente ce qu'on a nommé dès le début le sol continental; c'est celui des régions montagneuses qui recouvrent presque toute la région australe. Sa

structure poreuse, son grand pouvoir réflecteur et surtout son élévation au-dessus des plaines, l'ont fait distinguer nettement du sol nivelé, auquel la couleur sombre, la surface lisse, donnent toutes les apparences de plaines d'alluvion. De véritables mers ont dû recouvrir celui-ci. Les rivages rappellent encore à nos yeux l'action des eaux. Que sont devenues ces mers? Elles ont dû, dans tous les siècles, être beaucoup moins importantes et beaucoup moins lourdes que les océans terrestres, et il est probable qu'elles ont été lentement absorbées par le sol poreux sur lequel elles reposaient. Peut-être restait-il encore quelques liquides et quelque humidité dans les bas-fonds.

Notre *fig. 8* représente l'une des régions lunaires les plus remarquables, la chaîne des *Apennins*, qui borde la vaste mer des Pluies dont ce quartier porte le nom peu élégant et bien mérité de « marais de la Putréfaction. » Cette vaste chaîne de montagnes ne mesure pas moins de 720 kilomètres de longueur, et ses plus hauts sommets dépassent cinq mille mètres. Ces altitudes illuminées par le soleil et projetant leurs grandes ombres noires sont vraiment merveilleuses à voir, la veille, le jour et le lendemain du premier quartier! Le grand cratère béant qui s'ouvre au-dessous est Archimède, dont le diamètre est de 83 kilomètres et la hauteur de 1 900 mètres. A côté de lui, on remarque deux autres cratères : le premier, à l'ouest (le supérieur), est Aristillius; le second, au-dessous, est Autolyeus. — Comparer cette région sur notre carte de la Lune (V. pp. 138 et 139).

Cette même gravure montre les rainures bizarres qui se sont ouvertes à travers certaines plaines lunaires. L'une commence au rempart sud d'Archimède et s'étend à près de 150 kilomètres, d'abord large d'un kilomètre et demi, puis s'amincissant; l'autre commence de l'autre côté du même cratère et descend en serpentant vers le nord. Ces fissures ont plusieurs

kilomètres de profondeur, et, en certains endroits, des éboulements en ont obstrué le fond ; leur chute est presque à pic. Deux autres rainures considérables filent le long des Apennins, au soleil et à l'ombre des montagnes géantes, bordées de précipices d'une effrayante profondeur : les pics projettent leur silhouette à une distance de plus de 130 kilomètres (1).

On voit qu'il y a une différence essentielle de forme entre les montagnes lunaires et les montagnes terrestres. Toutes les montagnes lunaires sont creuses ! et leur fond descend presque toujours au-dessous du niveau moyen extérieur, la hauteur des remparts mesurée extérieurement n'étant que la moitié ou le tiers de la profondeur véritable du cratère. Quelques districts terrestres offrent cependant une ressemblance apparente avec certaines parties de la surface lunaire, ressemblance qui paraîtrait encore plus sensible, si ces régions pouvaient être observées au télescope. L'exemple que l'on cite le plus ordinairement est le Vésuve avec le pays avoisinant, désigné sous le nom de *champs phlégréens*. Cette ressemblance est même si frappante, que l'on pourrait appeler la Lune un vaste champ phlégréen.

Le Vésuve est comme on le sait un des plus grands volcans européens ; il ne serait cependant, dans la Lune, qu'un de ces petits cratères à peine visibles autour de Copernic et des autres géants lunaires. Cette disproportion pourrait même faire douter du caractère volcanique des cratères de la Lune, si l'on n'y avait observé, comme sur la Terre, ce cône central qui est incontestablement produit par les derniers efforts de la bouche volcanique projetant dans ses derniers soupirs les émissions affaiblies d'un foyer qui s'éteint.

On rencontre, du reste, en certaines formations volcaniques

(1) Voir, dans mon ouvrage *Les Terres du Ciel*, la photographie de cette région, ainsi que la photographie directe de la Lune faite le lendemain du premier quartier.

terrestres, des aspects tout à fait lunaires. Quelquefois, dans les Alpes, la Yungfrau, vue d'Interlaken, est éclairée de telle sorte, au coucher du Soleil, qu'elle rappelle singulièrement certaines Alpes lunaires. L'illusion est presque complète dans le cratère éteint, près du mont Hécla (Islande). Nous voici tout à fait transportés sur la Lune à l'époque qui a précédé la disparition des eaux.

Sans aller aussi loin, du reste, nous avons au centre même de notre France, sur les plateaux antiques de l'Auvergne, des cônes de volcans éteints qui représentent en petit ce que le monde lunaire nous offre en grand sur sa surface presque tout entière.

On le voit, entre la Terre et la Lune, ce n'est qu'une différence de degré, due à la nature spéciale de notre satellite, et principalement à la faiblesse de la pesanteur à sa surface.

Les paysages lunaires dans les montagnes doivent offrir un caractère véritablement grandiose et tout à fait spécial. Les cimes succèdent aux cimes, illuminées par le soleil, dans une perspective aérienne à peine sensible, et dans un jour étrange, qui éclaire sans les éteindre les étoiles d'un ciel constamment crépusculaire. On sent déjà là un autre monde.

Les descriptions topographiques que nous venons de faire et les considérations qui en résultent s'appliquent seulement à l'hémisphère lunaire que nous voyons. Tout le monde sait, en effet, que nous voyons toujours la même face de la Lune et qu'il y a un côté du globe lunaire que nul habitant de la Terre n'a jamais vu et que nul ne verra jamais. En tournant autour de nous, notre satellite nous présente constamment sa même moitié, comme s'il était resté attaché à la Terre par une barre de fer. Il ne s'est pas complètement libéré de notre attraction, et il tourne simplement autour du globe terrestre comme nous le ferions nous-mêmes si nous nous mettions en route pour accomplir le tour du monde. De même que nous avons tou-

jours les pieds contre la Terre, ainsi ses pieds, ou son hémisphère inférieur, sont-ils toujours tournés vers la Terre. Un ballon faisant le tour du monde nous donne une image exacte du mouvement de la Lune autour de la Terre : il accomplit lentement un tour sur lui-même pendant son voyage, puisque, lorsqu'il passe aux antipodes, sa situation est diamétralement contraire à ce qu'elle était au point de départ, de même que nos antipodes ont une position diamétralement opposée à la nôtre. Ainsi, la Lune accomplit une rotation sur elle-même juste dans le temps qu'elle accomplit sa révolution. Autrement, si elle ne tournait pas du tout sur elle-même nous verrions successivement tous ses côtés pendant sa révolution.

De ce fait que la Lune nous présente toujours la même face, on a conclu qu'elle est allongée comme un œuf dans le sens de la Terre. L'un des astronomes qui se sont le plus occupés de la théorie mathématique de la Lune, Haussen, était même arrivé à conclure que le centre de gravité doit être situé à la distance de 59 kilomètres au delà du centre de figure.

Nous avons dit que la Lune nous présente toujours la même face, mais c'est seulement en gros, car, comme elle marche tantôt un peu plus vite, tantôt un peu plus lentement, et qu'elle est tantôt un peu plus bas, tantôt un peu plus haut, elle nous laisse voir parfois un peu de son côté gauche, parfois un peu de son côté droit, un jour un peu au delà de son pôle supérieur, un autre jour un peu au delà de son pôle inférieur. C'est ce qu'on appelle ses balancements, ou *librations*. Il en résulte que nous en voyons ainsi, par surprise, un peu plus de la moitié : la partie toujours cachée est à la partie visible dans le rapport de 42 à 58. (L'évaluation d'Arago, 43 à 57, est un peu trop faible; nous en voyons un peu plus).

La topographie lunaire est la même sur ces huit centièmes de l'autre hémisphère que sur toute la surface de celui-ci. Il est donc probable que cet autre hémisphère ne diffère pas

essentiellement du nôtre comme géologie. Sans doute il serait beaucoup plus agréable de savoir vraiment comment cet hémisphère est constitué; mais nous ne pouvons guère y aller vivants, à notre grand désappointement. Ce desideratum astronomique rappelle la préoccupation persistante de ce pauvre astrologue qui avait beaucoup aimé la Lune pendant sa vie, mais avait moins honoré l'un des seigneurs de son temps, descendant d'un voleur de grands chemins, fort bourru et fort irascible. Le pauvre homme fut condamné à être pendu. Pour lui adoucir sa dernière heure, un prêtre lui parlait du bonheur futur dont il allait bientôt jouir au ciel. « Croyez-vous, de- » manda le patient, que parmi les bonheurs dont je pourrai » jouir se trouvera celui de voir la Lune par derrière? »

V. — L'atmosphère de la Lune. — Conditions d'habitabilité du monde lunaire.

Nous venons de voir que le monde lunaire offre avec le nôtre, au point de vue géologique, de remarquables ressemblances d'analogie, avec des différences essentielles, néanmoins, par l'exagération de son caractère volcanique. Pénétrons maintenant un peu plus loin dans l'examen de sa constitution physique. Et d'abord, l'atmosphère aérienne qui enveloppe notre globe et baigne sa surface entière dans son fluide azuré est intimement liée à la vie : c'est elle qui orne le sol aride d'un somptueux tapis végétal, de forêts sombres et animées, de prairies verdoyantes, de plantes multipliées enrichies de fleurs et de fruits. C'est en elle que descend le rayon fécondant du soleil, que se forme le nuage aux flocon-

neux contours, que la pluie verse son urne, que l'orage éclate et que l'arc-en-ciel lance sa brillante couronne au-dessus du paysage transparent et parfumé. C'est elle qui glisse en vivifiant fluide à travers nos poumons qui respirent, ouvre la frêle existence de l'enfant qui vient de naître, et reçoit le dernier soupir du moribond étendu sur son lit de douleur. L'atmosphère est certainement, de tous les éléments dont se compose ce qu'on nomme la constitution physique d'un astre, le plus important. Sans atmosphère, sans cette enveloppe gazeuse où les êtres organisés puisent incessamment de quoi alimenter leur propre existence, il nous est impossible de concevoir autre chose que l'immobilité et le silence de la mort. Ni animaux, ni végétaux, même de l'organisation la plus infime, ne nous semblent susceptibles de vivre et de se développer ailleurs que dans un milieu fluide, élastique et mobile, dont les molécules soient en continuel échange de force avec leurs propres organismes. Sans doute, nous sommes bien éloignés de connaître tous les modes sous lesquels se manifeste la vie, mais, à moins de sortir du domaine des faits observés, pour entrer dans celui de l'imagination pure, nous sommes bien obligés de convenir que l'atmosphère nous semble une des conditions les plus essentielles à l'existence des êtres organisés.

Je dis *nous semble*, car il n'est pas démontré que la nature soit incapable de produire des êtres organisés pour vivre sans air. Il en est qui le nient absolument. Nous ne les contredirons pas. Mais la raison de notre réserve n'est pas moins aisée à comprendre. Si, avant d'avoir observé aucun des innombrables êtres vivants qui peuplent les eaux de notre planète et avant d'avoir entendu parler de leur existence, quelqu'un apprenait tout à coup qu'il est possible de naître, de respirer et de se mouvoir au sein des eaux, s'il s'en rapportait à sa seule expérience, qui lui enseigne que l'immersion pro-

longée dans un liquide est mortelle, cette nouvelle lui causerait la surprise la plus profonde. Tel serait notre étonnement si l'on venait jamais à démontrer par d'irrécusables preuves l'existence d'êtres vivants à la surface de la Lune. Mais la Providence est si variée dans ses modes d'action, si multiple dans les manifestations de sa puissance, que nous ne voyons rien là d'absolument impossible.

Aucune question n'a été plus vivement et plus diversement controversée que celle de l'existence d'une atmosphère autour de la Lune. La solution devait, sans équivoque, faire savoir si notre satellite peut être habité par des êtres animés, doués d'une organisation *analogue* à la nôtre.

L'observation attentive de ce globe voisin n'a pas tardé à démontrer que, s'il existe une atmosphère autour de la Lune, cette atmosphère ne donne jamais naissance à aucun nuage, comme celle au milieu de laquelle nous vivons, car ces nuages voileraient pour nous certaines portions de la surface de l'astre, et il en résulterait des variations d'aspect, des taches blanches, plus ou moins étendues et douées de divers mouvements. Mais ce disque se présente toujours à nous avec le même aspect, et rien ne s'oppose jamais à ce que nous en apercevions constamment les mêmes détails.

Ainsi nous savons déjà par là que l'atmosphère de la Lune, si elle existe, reste toujours entièrement transparente. Mais nous pouvons aller plus loin. Toute atmosphère produit des crépuscules. Une moitié de la Lune recevant directement la lumière du Soleil, les rayons solaires qui éclaireraient les hauteurs de cette atmosphère au-dessus des régions encore dans la nuit, répandraient, le long du bord obscur, une certaine clarté s'accroissant graduellement jusqu'à l'hémisphère éclairé. La Lune, vue de la Terre, devrait donc présenter une dégradation insensible de lumière le long du cercle terminateur. Or, il n'en est rien : la partie éclairée et la partie obscure sont séparées

l'une de l'autre par une ligne nettement tranchée. Cette ligne est plus ou moins sinuëuse et irrégulière, à cause des montagnes, mais elle ne présente aucune trace de cette dégradation de lumière. On voit donc que, si la Lune a une atmosphère, elle doit être très faible, puisque le crépuscule auquel elle donne lieu est tout à fait insensible.

Signalons encore un autre moyen plus précis d'apprécier l'existence de cette atmosphère. Lorsque la Lune, en vertu de son mouvement propre sur la sphère céleste, vient à passer devant une étoile, on peut constater l'instant précis de la disparition de l'étoile, et aussi l'instant précis de sa réapparition, et en conclure la durée de l'occultation de l'étoile. D'un autre côté, on peut parfaitement déterminer par le calcul quelle ligne l'étoile suit derrière le disque lunaire pendant son occultation, et en déduire le temps que la Lune emploie à s'avancer dans le ciel d'une quantité égale à cette ligne. Or, si les rayons de l'étoile étaient tant soit peu dérangés de leur route par la réfraction d'une atmosphère, au lieu de disparaître à l'instant précis où la Lune vient la toucher, l'étoile resterait visible encore quelque temps après, parce que les rayons seraient infléchis par l'atmosphère lunaire; par la même raison, l'étoile commencerait à reparaitre du côté opposé quelque temps avant que l'interposition eût complètement cessé : la durée de l'occultation serait donc nécessairement diminuée par cette cause. Mais on trouve généralement une égalité complète entre le calcul et l'observation. De plus, la lumière de l'étoile ne subit aucun affaiblissement. On a pu reconnaître par là que l'atmosphère de la Lune, s'il en existe une, est moins dense, au bord de l'hémisphère lunaire, que l'air qui reste sous le récipient des machines pneumatiques, lorsqu'on y a fait le vide.

D'un autre côté encore, lorsque la Lune passe devant le Soleil et l'éclipse, son contour se présente toujours absolument net et sans pénombre.

J'ai observé avec soin, dans ce but, plusieurs éclipses et occultations, notamment l'occultation de la planète Vénus produite par la Lune, le 14 octobre 1874, à 3 heures de Vaprès-midi, par un ciel très pur et en plein soleil. La belle planète offrait au télescope un mince croissant, du même ordre que celui de la Lune alors à son quatrième jour, un peu plus large relativement, très visible et nettement dessiné. La Lune a employé 1 heure 14 minutes à passer devant elle. Il n'y a pas eu la plus légère pénombre ni la plus légère déformation indiquant la présence de la moindre atmosphère lunaire.

L'analyse spectrale, dont nous exposerons bientôt le principe et les procédés, a été appliquée avec un soin tout particulier à la recherche des traces de l'atmosphère lunaire. Si cette atmosphère existe, il est évident que les rayons solaires la traversent une première fois avant d'atteindre le sol lunaire, et une seconde fois en se réfléchissant vers la Terre. Le spectre formé par la lumière de la Lune devrait donc présenter les raies d'absorption ajoutées au spectre solaire par cette atmosphère. Or, toutes les observations faites prouvent que la Lune renvoie simplement la lumière solaire comme un miroir, sans que la moindre atmosphère sensible la modifie en quoi que ce soit.

Un autre moyen encore de découvrir l'existence d'une atmosphère quelconque de vapeurs, brouillards, etc., sur le bord de la Lune, c'est d'examiner le spectre d'une étoile au moment d'une occultation. Le moindre gaz modifierait la couleur de ce spectre, ainsi que certaines lignes, et il ne disparaîtrait pas instantanément sans avoir éprouvé la plus légère modification. On a eu là une nouvelle preuve que, si l'atmosphère lunaire existe, elle n'est pas sensible au bord de la Lune.

Tels sont les faits qui militent contre une existence d'une atmosphère lunaire. Après les avoir exposés, il importe maintenant de déclarer qu'ils ne sont pas suffisants pour *prouver*

l'absence totale d'air à la surface de notre satellite, et de faire connaître certaines observations qui tendent, au contraire, à montrer qu'il pourrait bien exister là quelque atmosphère, faible et basse, mais réelle. On se croit généralement en droit d'enseigner qu'il ne peut y avoir là même l'ombre d'une atmosphère, et qu'il ne peut s'y produire aucune manifestation vitale analogue aux nôtres. Cette proposition est beaucoup trop générale.

En effet, c'est au bord du disque lunaire que se font les occultations d'étoiles, et ce bord est formé par les sommets de toutes les montagnes projetées les unes sur les autres; il est rare qu'une plaine basse arrive au bord de la Lune sans être masquée. Or, c'est précisément dans les bas-fonds qu'il faudrait chercher cette atmosphère, et non sur les hauteurs.

Dès la fin du siècle dernier, Schroeter a observé que les cimes des montagnes lunaires, qui se présentent sur le bord non éclairé comme des points détachés, sont d'autant moins lumineuses qu'elles se trouvent à une grande distance de la ligne de séparation d'ombre et de lumière, ou, ce qui revient au même, suivant que les rayons éclairants ont rasé le sol lunaire sur une grande étendue.

Pendant qu'il observait, un soir, le mince croissant de la Lune deux jours et demi après la nouvelle lune, il s'avisa de rechercher si le contour obscur de cet astre, celui qui ne pouvait recevoir la lueur cendrée, se montrerait tout à la fois, ou seulement par parties, devant l'affaiblissement de notre crépuscule; or, il arriva que le limbe obscur se montra d'abord dans le prolongement de chacun des deux cornes du croissant, sur une longueur de 1' 20" et une largeur d'environ 2", avec une teinte grisâtre très faible, qui perdait graduellement de son intensité et de sa largeur en s'avancant vers l'est. Au même moment, les autres parties du limbe obscur étaient totalement invisibles, et, cependant, comme plus éloignées de la portion

éblouissante du croissant, on aurait dû les voir les premières. Une lueur rejetée de l'atmosphère de la Lune sur la portion de cet astre que les rayons solaires n'atteignaient pas encore directement, une véritable lueur crépusculaire, semble seule pouvoir expliquer ce phénomène.

Schrøeter trouva, par le calcul, que l'arc crépusculaire de la Lune, mesuré dans la direction des rayons solaires tangents, serait de $2^{\circ} 34'$, et que les couches atmosphériques qui éclairent l'extrémité de cet arc devraient être à 452 mètres de hauteur. Cette observation a été renouvelée plusieurs fois depuis.

D'autre part, en discutant attentivement 295 occultations soigneusement observées, l'astronome Airy en a conclu que le demi-diamètre lunaire est diminué de $2'' 0$ dans la disparition des étoiles derrière le côté obscur de la Lune, et $2'' 4$ dans leur réapparition également au limbe obscur. Les observations relatives aux occultations près du limbe lumineux donnent de plus fortes valeurs pour le demi-diamètre qu'on ne l'eût attendu *a priori*, tant à cause de l'extrême délicatesse de ces constatations que de l'irradiation du bord lunaire, qui éteint la lumière de l'étoile avant le contact.

Cet excès du diamètre télescopique est généralement attribué à l'irradiation, qui l'agrandit à la vue. « Cependant, rien ne prouve que l'atmosphère lunaire n'entre pas pour quelque chose dans la différence, dit, avec raison, M. Neison; et si l'on compare le diamètre si sûr déterminé par Hansen à celui qui est conclu des occultations observées de 1861 à 1870, on trouve une correction de $1'' 70$, qui ne paraît pas devoir être raisonnablement attribuée à l'irradiation. Il serait plus satisfaisant d'admettre que la réfraction horizontale d'une atmosphère lunaire entre dans cet effet pour $1''$. Les demi-diamètres lunaires, calculés dans les éclipses totales de Soleil, où l'irradiation de la Lune est nulle, et, au contraire, où la lumière solaire diminue la largeur de la Lune noire, s'accordent avec

cette hypothèse en montrant que l'effet de l'irradiation n'est pas supérieur à une demi-seconde. » Telle est aussi l'opinion du directeur de l'Observatoire royal d'Angleterre.

D'un autre côté, l'absence de réfraction, que nous avons exposée tout à l'heure, n'est pas absolue. Que, dans les occultations, on ait vu des étoiles se projeter sur le disque de la Lune, c'est un fait incontestable, et la meilleure explication est celle qui attribue le fait à une atmosphère existant surtout sur l'hémisphère que nous ne voyons pas, et qui serait amenée de temps en temps vers les bords de la Lune par la libration : dans ce cas, et ce cas seulement la projection des étoiles occultées se produirait. Lors d'une occultation de Jupiter, le 2 janvier 1857, une ligne sombre, qui pourrait fort bien avoir été produite par une atmosphère, longeait le bord lunaire et se projetait sur le disque de Jupiter.

Le bord lunaire ne se présente pas toujours dans les mêmes conditions, à cause des librations de la Lune, dont nous avons parlé : ce ne sont pas toujours les mêmes points que l'on voit, et il y a, de plus, d'énormes variations de température, qui doivent avoir une grande influence sur l'état de l'atmosphère.

Maintenant, quelle serait l'étendue d'une atmosphère lunaire qui produirait une réfraction horizontale de 1" ? Notre satellite est dans une condition singulière de densité, de pesanteur et de température. Sa surface passe tour à tour d'une chaleur torride à un froid glacial, comme nous l'avons vu. La température maximum du bord occidental arrive vers le huitième jour de la lunaison, et sa température minimum environ deux jours après la pleine lune, tandis que la température maximum du bord oriental arrive le lendemain du dernier quartier, et sa température minimum deux jours avant la pleine lune.

La hauteur de l'atmosphère lunaire pourrait être d'environ 32 kilomètres, d'après les calculs de M. Neison ; sa densité, à la surface, à 0 degré de température et à la pression ordinaire,

serait de $\frac{2^5}{10000}$ comparativement à la densité de l'atmosphère terrestre au niveau de la mer et à zéro. Cette atmosphère donnerait une réfraction de 1" 27 sur le bord lunaire non éclairé, en supposant une température de 30 degrés de froid, 1" 03 à zéro, et 0" 86 sur le bord éclairé, à la température de 30 degrés centigrades.

Un tel état de choses serait d'accord avec les différentes observations faites dans les occultations, et aucun fait ne contredit cette hypothèse. L'étendue de cette atmosphère sera mieux comprise si nous remarquons que son poids, sur une surface d'un mille anglais carré (1609 mètres de côté), serait d'environ 409 millions de kilogrammes. Elle serait, en proportion de la masse de la Lune, un huitième de ce qu'est l'atmosphère terrestre en proportion de la Terre.

Une telle atmosphère n'est pas insignifiante, et elle peut exister.

La densité de l'air sur une planète quelconque dépend de l'attraction de la planète. Tout poids sur la Terre serait doublé si l'attraction terrestre était doublée, et diminuée de moitié si cette attraction était diminuée de moitié, et ainsi de suite : or, ce fait s'applique aussi bien à l'atmosphère qu'à toute autre substance. Si la gravité terrestre était réduite à celle de la Lune, la pression atmosphérique et la densité de l'air seraient réduites au sixième de leur état actuel ; une quantité donnée d'air au niveau de la mer, occuperait plus d'espace et l'atmosphère entière se dilaterait dans une proportion correspondante ; elle s'élèverait six fois plus haut. Si donc il y avait sur la Lune une atmosphère constituée comme la nôtre, cette atmosphère serait six fois plus élevée que la nôtre ; au niveau moyen des plaines lunaires, la pression serait égale au sixième de celle de notre air au niveau de la mer. Ainsi, lors même que les Sélénites auraient autant d'air par mètre carré que nous, ils auraient néanmoins une atmosphère irrespirable pour nous.

Si nous supposons maintenant qu'elle soit différemment constituée et d'une densité six fois plus grande que la nôtre, elle n'aurait, à cause de la faiblesse de la pesanteur lunaire, que la densité de celle que nous respirons, et s'élèverait aussi haut.

J'ai maintes fois observé, notamment sur la région si bouleversée qui s'étend au nord de la rainure d'Hylginus, une teinte grise variable, qui, si elle n'est pas un simple effet d'optique, pourrait être produite, soit par un brouillard, soit par des végétaux. D'autre part, il m'est fort souvent arrivé d'avoir l'impression d'un effet de crépuscule en observant la vaste plaine orientale de la mer de la Sérénité le sixième jour de la lunaison. Au nord, le cirque ovale irrégulier du Caucase, et, au sud, la chaîne de Ménélas, ressortent comme deux pointes lumineuses visibles dans une simple jumelle. Le bord éclairé de la plaine ne finit pas brusquement par une ligne abrupte séparant nettement la lumière de l'ombre, mais se dégrade doucement, *comme si le niveau s'abaissait*. C'est une véritable pénombre. Le calcul montre que le disque solaire doit produire par sa largeur une pénombre de 32' d'un arc de grand cercle sur la Lune, ce qui fait une largeur d'environ 16 kilomètres. Mais j'ai souvent remarqué là une pénombre beaucoup plus large.

En résumé donc, il peut (et il doit) exister sur la Lune *une atmosphère de faible densité*, et probablement de composition très différente de la nôtre. Peut-être existe-t-il aussi certains liquides, comme l'eau, mais s'il en existe, ce qui est fort douteux, c'est en minime quantité. S'il n'y avait pas d'air du tout, il ne pourrait pas subsister là une seule goutte d'eau, attendu que c'est la pression atmosphérique seule qui maintient l'eau à l'état liquide, et que, sans elle, toute eau s'évaporerait immédiatement. Il est possible, enfin, que l'hémisphère lunaire que nous ne voyons jamais soit plus riche que celui-ci en fluides. Mais on voit, dans tous les cas, qu'il serait contraire

à l'interprétation sincère des faits d'affirmer, comme on le fait trop souvent, qu'il n'y a absolument aucune atmosphère ni aucun liquide ou fluide à la surface de la Lune.

Ajoutons maintenant que ce monde, tout voisin qu'il est, se trouve dans des conditions d'habitabilité bien étranges pour nous. Nous avons déjà vu qu'à sa surface les corps vivants ou autres n'ont presque pas de poids et que tout doit y être de la plus facile mobilité. L'atmosphère y étant, d'autre part, extrêmement légère elle-même, il n'y a pas de voûte céleste comme ici, pas de ciel, azuré ou autre, jamais de nuages, mais un vide insondable et sans forme, dans lequel une multitude infinie d'étoiles brillent le jour comme la nuit. La lumière et la chaleur reçues du Soleil y sont de la même intensité qu'ici, puisque la Lune et la Terre tournent dans l'espace à la même distance du Soleil (qu'est-ce que 96 000 lieues sur 37 millions? — presque rien); mais leurs effets sont bien différents, parce que l'atmosphère n'est pas suffisante pour les tempérer. En plein soleil, la lumière est intense, crue et fatigante; à l'ombre, elle est presque nulle, non diffusée, sinistre reflet des roches illuminées. Dans la première situation, la chaleur est intolérable; dans la seconde, on éprouve un froid glacial. Ici l'atmosphère sert, au-dessus de nos têtes, de serre protectrice conservant la chaleur reçue pendant le jour, et les vents harmonisent les différences extrêmes de température; sur la Lune, au contraire, toute la chaleur reçue pendant le jour s'échappe sans obstacle dès que le Soleil est absent, et la nuit amène un froid glacial. Les organismes lunaires ne pourraient vivre qu'en étant constitués pour supporter sans douleur ces énormes contrastes, qui seraient si périlleux pour nous. Il est certain qu'un corps exposé en plein soleil doit soutenir sur la Lune la température de l'eau bouillante, et que la nuit suivante il doit supporter un froid polaire de plus de cinquante degrés au-dessous de zéro et capable de congeler le mercure.

Il est même probable que ces extrêmes sont plus exagérés encore.

Car, sur ce singulier petit monde, les jours et les nuits sont près de *quinze fois plus longs* que sur le nôtre. La révolution et la rotation de la Lune sur elle-même, relativement au Soleil, étant, comme nous l'avons vu, de 29 jours 12 heures 44 minutes, c'est-à-dire de 709 heures environ, telle est aussi la durée totale du jour et de la nuit sur ce monde étrange : le jour proprement dit, du lever au coucher du soleil, dure 354 heures, et la nuit autant ; le soleil n'emploie pas moins de 177 heures pour s'élever de l'horizon oriental jusqu'à son point culminant à midi, et autant pour continuer son cours en descendant jusqu'à l'occident. Quelle longueur de jour ! Et jamais un seul nuage pour tempérer l'ardeur de ce soleil sempiternel !

Nous ne connaissons pas, dans tout l'univers, de jours et de nuits aussi longs.

La rareté de l'atmosphère lunaire permet aux étoiles de briller pendant le jour comme pendant la nuit. On les voit donc tourner lentement autour du pôle lunaire, qui est voisin de notre pôle de l'écliptique et situé dans la tête du Dragon ; seulement, elles tournent un peu plus vite que le Soleil : en 27 jours 7 heures 43 minutes, au lieu de 29 jours 12 heures 44 minutes. Ici le jour solaire surpasse de 4 minutes le jour sidéral ; là-haut la différence est de 5^h heures.

Mais, tandis que le jour lunaire est beaucoup plus long que le nôtre, l'année lunaire est plus courte que la nôtre : elle se compose de 346 jours terrestres ou de moins de 12 jours lunaires : 11,74. Ainsi, sur ce petit monde voisin, il y a à peine *douze jours par an* !

Quel singulier séjour ce serait ! Longs jours, longues nuits, années de douze jours seulement, chaleur torride, froid glacial, absence constante de nuages, ciel noir et profond, tous jours étoilé, jamais ni vent ni pluie, respiration presque nulle,

légèreté surprenante des corps, paysages violemment accidentés, terrains rugueux, montagnes pyramidales, cratères gigantesques, crevasses profondes, ravins obscurs, lumière vive et rude, contraste énorme des lumières et des ombres, et par-dessus tout un silence éternel, voilà des conditions d'habitabilité à peine compréhensibles pour nous autres habitants de la Terre.

Un être marchant sur la Lune devrait se sentir extrêmement léger, courir avec la vitesse du vol de l'hirondelle, gravir sans effort les montagnes les plus escarpées, franchir des précipices, lancer des pierres ou des projectiles à d'étonnantes distances. Tandis qu'à la surface du Soleil la plus violente de nos pièces d'artillerie pourrait à peine lancer un boulet à quelques mètres, l'attraction solaire le saisissant presque immédiatement à la sortie de la gueule enflammée, un bon frondeur lunaire lancerait un boulet par-dessus les montagnes.

En faisant abstraction de la résistance de l'air, on trouve qu'un boulet lancé horizontalement de la gueule d'un canon placé sur le sommet de la plus haute montagne de la Terre *ne retomberait jamais*, s'il volait assez vite pour faire le tour du monde en 5000 secondes, c'est-à-dire en 1 heure 23 minutes 20 secondes, soit avec une rapidité 17 fois plus grande que le mouvement de rotation d'un point de l'équateur, autrement dit encore s'il était lancé avec une vitesse de 8000 mètres par seconde. La force tangentielle qu'il développerait dans cette course furibonde serait précisément égale à l'intensité de l'attraction de la Terre, et il demeurerait en équilibre. L'artilleur qui l'aurait lancé aurait ainsi créé un nouveau satellite à la Terre (1).

(1) Pour qu'un pareil projectile lancé horizontalement au-dessus de la surface solaire circulât également à l'état de satellite autour du Soleil, il faudrait qu'il fût lancé avec une rapidité 220 fois plus grande que celle de la rotation équatoriale de cet astre, de manière à parcourir

Pourrait-on, théoriquement, lancer un boulet verticalement avec une force assez grande pour qu'il ne puisse plus jamais retomber sur la Terre? La question est assurément originale et curieuse. Où s'arrête la sphère d'attraction de la Terre? Nulle part. L'attraction diminue en raison du carré de la distance, mais elle ne devient jamais égale à zéro. Sortir de la sphère d'attraction de la Terre n'est donc pas possible, à moins de pénétrer dans celle d'un autre corps céleste. Mais peut-on supposer un projectile animé d'une vitesse telle qu'il abandonne la Terre pour toujours? Oui. Il faudrait pour cela le lancer avec la vitesse initiale de 11 309 mètres par seconde. Un projectile ainsi lancé par un volcan terrestre ou autrement *ne retomberait jamais sur la Terre* et ne tournerait pas non plus autour d'elle. Il s'enfuirait dans les espaces interplané-

le tour entier en 2 heures 46 minutes 36 secondes. Le Soleil mesurant 4 350 000 kilomètres de circonférence, la vitesse de notre boulet serait donc de 430 000 mètres par seconde. Un point de l'équateur solaire court en raison de 2000 mètres par seconde.

C'est là (430 000 mètres) la plus petite vitesse que puisse avoir un corps passant contre la surface du Soleil sans être attiré par elle. En la multipliant par le chiffre 444, on obtient la plus grande qu'un corps puisse acquérir en arrivant d'une distance infinie sur le Soleil : c'est 608 000 mètres. Tout objet frôlant tangentiellement le Soleil et animé d'une vitesse supérieure à celle-là, volerait trop vite pour obéir à l'influence attractive de cet astre, et s'enfuirait pour jamais dans les déserts de l'espace. Si même le Soleil projetait verticalement au-dessus de lui, dans l'une de ses formidables éruptions, des matériaux animés de cette vitesse initiale, ils traverseraient les orbites planétaires et pourraient ne jamais revenir à leur source! Lancés avec une vitesse de 578 000 mètres, ils arriveraient jusqu'ici, et rencontreraient la Terre avec une vitesse de 2980 mètres par seconde.

Il est curieux de remarquer en passant, que la vitesse moyenne de la Terre sur son orbite étant de 29 450 mètres par seconde, si cette vitesse était augmentée dans le même rapport (1000 à 444) et était de 41 630 mètres (par l'influence d'un autre corps céleste ou par toute autre cause), notre pauvre planète s'éloignerait à jamais du Soleil pour ne jamais revenir en nos régions hospitalières; le froid, l'hiver éternel, la nuit, la mort, enseveliraient le monde avant que les astronomes aient eu le temps de terminer le calcul de la cause d'une pareille perdition...

tales, où l'attraction solaire lui ferait bientôt décrire quelque orbite étrange, nouveau voyageur de l'infini.

Mais nous oublions la Lune. Nous voulions, au contraire, donner une juste idée de la faiblesse de la pesanteur à sa surface en remarquant que le boulet de canon qui aurait besoin, sur le Soleil, d'une vitesse de 430 000 mètres par seconde pour tourner autour de l'astre sans jamais retomber. — et de 8000 mètres pour tourner indéfiniment autour de la Terre, également sans retomber, n'aurait besoin que d'une vitesse de 3200 mètres pour jouer le même rôle autour de la Lune. Tel serait le sort d'un projectile lancé horizontalement avec cette vitesse du sommet de la montagne lunaire de Leibnitz.

Les mêmes considérations nous montrent qu'une pierre lancée d'un volcan lunaire avec la vitesse de 4500 mètres dans la première seconde s'échapperait de l'attraction lunaire et ne retomberait jamais sur ce globe. Il va sans dire que, si elle était dirigée vers la Terre, elle nous arriverait directement. Dans ce cas particulier, elle n'aurait même pas besoin d'être lancée avec une pareille force pour nous atteindre. La sphère d'attraction lunaire est contiguë à celle de la Terre à la distance de 9244 lieues de la Lune et de 86 856 lieues de la Terre (pour la distance moyenne de 96 100 lieues). Un corps lancé de la Lune dans la direction de la Terre entrerait dans notre sphère d'attraction s'il était projeté avec la vitesse relativement médiocre de 2500 mètres par seconde. Cette force n'est pas supérieure aux vitesses de projection observées sur certains volcans terrestres, par exemple sur le Cotopaxi, et elle n'est pas non plus au-dessus de celles que la puissance humaine pourrait produire. Au commencement de ce siècle, Laplace, Olbers, Poisson, Biot, en avaient même conclu que les aéroolithes, pierres tombées du ciel, pourraient fort bien nous être envoyés par les volcans lunaires.

Pour atteindre la sphère d'attraction lunaire, un boulet ter-

reste devrait être lancé verticalement, vers la Lune au zénith, avec une vitesse de 10 900 mètres.

Si on arrivait à une domination universelle, ce que les découvertes modernes, qui la favorisent étrangement, font prévoir à une foule de bons esprits, et qu'il n'y eût plus place sur la terre à de nouvelles conquêtes, les conquérants auront encore la Lune pour solliciter leur ambition de balistique, et, en surexcitant suffisamment le patriotisme terrestre, ils parviendront sans doute à faire déclarer la guerre à la Lune. Notre ennemi serait alors dans une position bien supérieure à la nôtre. Tous ses projectiles nous arriveraient sûrement, tandis qu'une partie des nôtres nous retomberaient sur la tête. Ce n'en serait pas moins là la plus curieuse des batailles.

Quoi qu'il en soit, le fait qui doit le plus nous frapper dans les conditions physiques du monde lunaire, c'est la faiblesse de la pesanteur à sa surface, et la légèreté proportionnelle des organismes quelconques que la nature a dû engendrer sur ce globe (1).

VI. — La Lune est-elle habitée ?

Astre de la rêverie et du mystère, pâle soleil de la nuit, globe solitaire errant sous le firmament silencieux, la Lune, a dans tous les temps et chez tous les peuples, particulièrement attiré le regard et la pensée. Il y a près de deux mille ans, Plutarque a écrit un traité sous ce titre : *De la face que l'on*

(1) C'est là, en effet, un état de légèreté des plus curieux, et il est étrange que les romanciers qui ont fait tant de voyages imaginaires dans la Lune, n'aient pas mieux tiré parti de ce fait spécial.

voit dans la Lune, et Lucien de Samosate a fait un voyage imaginaire dans le royaume d'Endymion. Depuis deux mille ans, et surtout dans les années qui ont succédé aux premières découvertes astronomiques de la lunette d'approche, cent voyages (1) ont été écrits sur ce monde voisin par des voyageurs dont la brillante imagination n'a pas toujours été éclairée par une science suffisante. Le plus curieux de ces romans scientifiques est encore celui de Cyrano de Bergerac, qui trouva là des hommes comme sur la Terre, mais avec des mœurs singulières, qui n'offrent, comme on le pense, rien de commun avec les nôtres. Du temps de Plutarque, on avait déjà imaginé sur la Lune des êtres analogues à nous, mais, je ne sais pourquoi, quinze fois plus grands. Dans la première moitié de notre siècle, en 1835, on colporta dans l'Europe entière une prétendue brochure de sir John Herschel, représentant les habitants de la Lune munis d'ailes de chauves-souris et volant « comme des canards » au-dessus des lacs lunaires. Edgard Poë a fait faire le voyage de la Lune en ballon à un intéressant bourgeois de Rotterdam, et a fait redescendre un habitant de la Lune à Rotterdam pour donner des nouvelles du voyage. Plus récemment encore, Jules Verne a lancé un wagon-boulet vers la Lune; mais il est regrettable que ses voyageurs célestes n'aient pas même entrevu les Sélénites et n'aient rien pu nous apprendre des choses qui les concernent.

Cette Lune charmante a subi dans l'opinion humaine les vicissitudes de cette opinion elle-même, comme si elle eût été un personnage politique. Tantôt séjour admirable, paradis terrestre et céleste à la fois, région bénie du ciel, enrichie d'une vie luxuriante, habitée par des êtres supérieurs; tantôt séjour épouvantable, déshérité de tous les dons de la nature,

1) Voyez mon ouvrage *Les Mondes imaginaires et les Mondes réels*.

désert et taciturne, véritable tombeau ambulant oublié dans l'espace. Avant l'invention du télescope, les philosophes étaient naturellement portés à voir en elle une terre analogue à celle que nous habitons. Lorsque Galilée eut dirigé la première lunette vers ce globe et reconnu là des montagnes et des vallées analogues aux reliefs de terrain qui diversifient notre planète, et de vastes plaines grises que l'on pouvait facilement prendre pour des mers, la ressemblance entre ce monde et le nôtre parut évidente, et on le peupla aussitôt, non d'une humanité réelle, mais d'animaux variés. On dessina les premières cartes, et l'on s'accorda à baptiser les grandes taches des noms de mers qu'elles portent encore aujourd'hui.

Au temps d'Huygens, d'Hévélius, de Cassini, de Bianchini, on construisit des lunettes de plus de trente-trois mètres trente-trois centimètres, mais ces lunettes, non achromatiques, ne valaient pas nos lunettes actuelles de cinq mètres.

Les astronomes, les penseurs, le public intelligent lui-même, espéraient voir un progrès rapide dans l'agrandissement des télescopes, et on proposa même, sous Louis XIV, de construire une « lunette de dix mille pieds devant montrer des animaux dans la Lune. » Mais les opticiens avaient beau faire, les progrès de l'optique n'allaient pas au gré de l'imagination. Au contraire, plus les instruments se perfectionnaient, et plus s'effaçaient les analogies d'abord remarquées entre la Lune et la Terre. Les mers laissant distinguer nettement leur surface, on constatait que cette surface n'est ni liquide, ni unie, mais sablonneuse et rugueuse, accidentée de mille reliefs, collines, vallées, cratères, cirques, etc. L'observation attentive ne parvenait pas à découvrir sur cet astre, ni une seule vraie mer, ni un seul lac, ni aucune preuve certaine de la présence de l'eau sous quelque forme que ce fut : nuage, neige ou glace. L'observation non moins attentive des étoiles et des planètes, aux moments où la Lune

passé devant elles et les occulte, montrait en même temps que ces astres ne sont ni voilés ni réfractés lorsqu'ils touchent le bord du disque lunaire, et que, par conséquent, ce globe n'est environné d'aucune atmosphère sensible.

L'analogie qu'on avait cru saisir entre ces deux mondes s'évanouissait, la vie lunaire disparaissait en fumée, et l'on s'habitua peu à peu à écrire dans tous les livres d'astronomie, cette phrase devenue déjà traditionnelle : *La Lune est un astre mort.*

C'était conclure un peu vite. C'était surtout s'illusionner singulièrement sur la valeur du témoignage télescopique.

Mon ancien maître et ami, Babinet, prétendait que, s'il y avait sur la Lune des troupeaux d'animaux analogues aux troupeaux de buffles de l'Amérique ou des troupes de soldats marchant en ordre de bataille, ou des rivières, des canaux et des chemins de fer, ou des monuments comme Notre-Dame, le Louvre et l'Observatoire, le grand télescope de lord Rosse permettrait de les reconnaître. On disait, en effet, que ce télescope colossal, dont le miroir offre un diamètre de 1 mètre 83 centimètres, dont la longueur dépasse 16 mètres, et qui est encore le plus grand qu'on ait construit jusqu'à ce jour, pourrait supporter des grossissements de six mille fois. Or, comme grossir un objet lointain ou le rapprocher, c'est géométriquement la même chose, si, en effet, on pouvait rapprocher de six mille fois la Lune, on la verrait à 16 lieues. Mais le télescope de lord Rosse n'est pas parfait, et, loin de pouvoir supporter de tels grossissements de six mille, on ne peut pas, si l'on veut voir nettement, dépasser deux mille.

Le meilleur télescope, avec celui de lord Rosse, est le grand télescope de Lassell, de 1 mètre 22 de diamètre, et de 11 mètres de longueur. La meilleure lunette est le grand équatorial de l'Observatoire de Washington, à l'aide duquel on a découvert les deux satellites de Mars. Sa lentille mesure 66 centimètres

de diamètre et sa longueur est de 10 mètres. Or, les plus forts oculaires qu'on puisse appliquer à ces chefs-d'œuvre de l'art optique ne dépassent pas deux mille, et dans les conditions atmosphériques les plus favorables. A quoi sert de grossir démesurément une image qui cesse d'être pure et de pouvoir être utilement observée? Comme nous le faisons remarquer plus haut, la plus grande proximité à laquelle nous puissions amener la Lune, dans les meilleures conditions, c'est donc 44 lieues.

Or, je le demande, que peut-on distinguer et reconnaître à une distance pareille? L'apparition ou la disparition des pyramides d'Egypte y passerait probablement inaperçue. « On n'y voit rien remuer! » objecte-t-on assez souvent. Je le crois sans peine. Il faudrait un fameux tremblement de terre (ou tremblement de lune) pour qu'il fût possible de s'en apercevoir d'ici, et encore faudrait-il aussi que, justement à cet instant-là, il y eût un astronome terrestre favorisé d'un ciel pur et d'un puissant instrument, occupé à examiner précisément la région du cataclysme; nous ne serions prévenus par aucun bruit, et la catastrophe la plus épouvantable pourrait survenir, la Lune tout entière pourrait éclater en mille tonnerres, que le plus léger écho ne traverserait pas le ciel qui nous en sépare.

Lors donc qu'on déclare que la Lune est inhabitée, parce qu'on n'y voit rien remuer, on s'illusionne singulièrement sur la valeur du témoignage télescopique. A quelques kilomètres de hauteur, en ballon, par un ciel pur et un beau soleil, on distingue à l'œil nu les villes, les bois, les champs, les prairies, les rivières, les routes; mais on ne voit rien remuer non plus, et l'impression directement ressentie (je l'ai bien souvent éprouvée dans mes voyages aériens) est celle du silence, de la solitude, de l'absence de la vie. Aucun être vivant n'est déjà plus visible, et si nous ne savions pas qu'il

Il y a des moissonneurs dans ces campagnes, des troupeaux dans ces prairies, des oiseaux dans ces bois, des poissons dans ces eaux, rien ne pourrait nous le faire deviner. Si donc la Terre est un monde mort, vue seulement à quelques kilomètres de distance, quelle n'est pas l'illusion humaine d'affirmer que la Lune soit vraiment un monde mort, parce qu'elle le paraît, vue à cent lieues et plus ! Que peut-on saisir de la vie à une pareille distance ? Rien, assurément, car forêts, plantes, cités, tout disparaît.

Le seul moyen que nous ayons de nous former une opinion exacte de l'état du monde lunaire, c'est d'observer avec soin et de dessiner séparément certains districts, puis de comparer d'année en année ces dessins avec la réalité, en tenant compte de la différence des instruments employés. Il faut accorder une certaine cause de variété à la différence des yeux des observateurs ainsi qu'à la transparence de l'atmosphère. Il faut aussi tenir compte de la différence d'éclaircissement suivant la hauteur du soleil, attendu que plus le soleil est oblique et plus les reliefs du terrain sont visibles. Les différences observées sont même extraordinaires. On n'y croirait pas si on ne les voyait pas.

Or, cette méthode critique, appliquée depuis quelques années, ne confirme pas l'hypothèse de la mort du monde lunaire. Elle nous apprend, au contraire, que des changements géologiques et même météorologiques paraissent encore s'accomplir à la surface de notre satellite.

Et, d'abord, la surface lunaire ne peut guère faire autrement que de changer, aussi bien que la surface terrestre. Sur notre planète, il est vrai, nous avons encore de violentes éruptions volcaniques et de désastreux tremblements de terre ; nous avons les vagues de l'Océan, qui, rongant les rivages sous les falaises et pénétrant les embouchures des fleuves, modifient incessamment les contours des continents (comme je l'ai con-

staté de mes yeux par moins de quinze ans seulement d'observation le long des côtes françaises); nous avons les mouvements du sol, qui s'élève et s'abaisse au-dessous du niveau de la mer, comme chacun peut le voir à Pouzzoles, en Italie, et sur les digues des Pays-Bas; nous avons le soleil, la gelée, les vents, les pluies, les rivières, les plantes, les animaux et les hommes, qui modifient sans cesse la surface de la Terre. Néanmoins, sur la Lune, il y a deux agents qui suffisent pour opérer des modifications plus rapides encore : c'est la chaleur et le froid. A chaque lunaison, la surface de notre satellite subit des contrastes de température qui suffiraient pour désagrégér de vastes contrées, et, avec le temps, faire écrouler les plus hautes montagnes. Pendant la longue nuit lunaire, sous l'influence d'un froid plus que glacial, toutes les substances qui composent le sol doivent se contracter plus ou moins, selon leur nature. Puis, arrive une chaleur qui doit surpasser celle de l'eau bouillante, et tous les minéraux qui, quinze jours auparavant, étaient réduits à leurs plus petites dimensions, doivent se dilater dans des proportions diverses. Si nous considérons les effets que l'hiver et l'été produisent sur la Terre, nous concevrons ceux qui doivent être produits au centuple sur la Lune par cette succession de condensations et de dilatations dans des matériaux qui sont moins cohérents, moins massifs que ceux de la Terre. Et si nous ajoutons que ces contrastes sont répétés, non pas année par année, mais mois par mois, et que toutes les circonstances qui les accompagnent doivent les exagérer encore, il ne paraîtra certainement pas étonnant que *des variations topographiques se produisent actuellement* à la surface de la Lune, et que, loin de désespérer de les reconnaître, nous puissions au contraire nous attendre à les constater.

D'ailleurs, nous ne pouvons pas affirmer qu'indépendamment des variations dues au règne minéral, il n'y en ait pas

qui puissent être dues à un règne végétal, ou même à un règne animal, ou — qui sait? — à des formations vivantes quelconques, qui ne soient ni végétales, ni animales.

Mais des opérations volcaniques paraissent encore se manifester. Un volcan plus gros que le Vésuve a dû se former ou tout au moins s'agrandir de manière à devenir visible, dans le cours de l'année 1873, au milieu d'un paysage bien connu des sélénographes. Lorsque la Lune arrive à son premier quartier, le Soleil commence à éclairer la surface de la « mer des Vapeurs, » région fort heureusement située vers le centre du disque lunaire. On remarque là, parmi plusieurs beaux cratères, ceux qui ont reçu les noms d'Agrippa et d'Ukert. Autour de chacun d'eux, le terrain descend en pente, et une plaine s'étend entre les contre-forts de l'un et de l'autre. On distingue à travers cette plaine une sorte de fleuve, coupé presque au milieu du chemin par un petit cratère, nommé Hyginus. Bien souvent, j'ai observé cette curieuse région du monde lunaire, et j'en ai fait un grand nombre de dessins, dont les plus complets sont des 31 juillet 1873, 1^{er} août, 29 octobre, 27 novembre de la même année, 24 avril 1874. Or, au nord-ouest du cratère d'Hyginus, aucun des astronomes qui ont observé et dessiné cette région n'avait jamais vu ni décrit un cirque de 4500 mètres de diamètre, qui y est actuellement visible et que l'un de nos sélénographes contemporains les plus laborieux, M. J. Klein, de Cologne, a vu pour la première fois le 19 mai 1876. N'avoir pas vu une chose, même en regardant à la place où elle pouvait être, ne prouve pas qu'elle n'existait point; mais, lorsque les observateurs ont été nombreux et attentifs et lorsque l'objet est bien apparent, il n'est guère possible de douter. C'est le cas du nouveau cirque, et le doute qui reste provient des nombreuses irrégularités de ce terrain, fort difficiles à dessiner rigoureusement.

Il y a en Angleterre une société dont tous les membres

jurent fidélité à la Lune et s'engagent à ne pas l'oublier un seul mois : c'est la *Selenographical Society*; elle s'est empressée de publier dans son journal sélénographique les détails donnés par le professeur Klein et les observations qui ont confirmé sa découverte. Pour ma part, comme je le disais tout à l'heure, quoique je n'aie pas fait de notre satellite l'objet exclusif de mes observations, j'ai passé bien souvent de longues soirées à étudier au télescope sa curieuse topographie, et j'ai pris entre autres, en 1873 seulement, une trentaine de dessins de la vallée d'Hyginus, qui m'a toujours particulièrement attiré. Or, je ne puis reconnaître sur aucun de mes dessins le nouveau cratère, que j'ai plusieurs fois aperçu depuis.

Dans la mer du Nectar, on voit un petit cratère, dont le diamètre mesure environ 6000 mètres, s'élevant isolé au milieu d'une vaste plaine. Eh bien ! ce cratère est tantôt visible et tantôt invisible... De 1830 à 1837, il était certainement invisible, car deux observateurs, absolument étrangers l'un à l'autre, Mædler et Lorhmann, ont minutieusement analysé, décrit et dessiné ce pays lunaire, et vu, tout près de la position qu'il occupe, des détails de terrains beaucoup moins importants que lui-même, sans en avoir le moindre soupçon. En 1842 et 1843, Schmidt observa cette même contrée sans l'apercevoir. Il le vit pour la première fois en 1851. On le distingue fort bien sur une photographie directe de Rutherford, en 1865. Mais en 1875, le sélénographe anglais Neison examina, dessina et décrivit, avec les détails les plus minutieux et les mesures les plus précises, ce même endroit, sans apercevoir aucune trace de volcan. Actuellement (1879), on le voit fort bien... Il me semble que l'explication la plus simple à donner de ces changements de visibilité est d'admettre que ce volcan émet parfois de la fumée ou des vapeurs qui restent quelque temps suspendues au-dessus de lui et nous le

masquent, comme il arriverait pour un aéronaute planant à quelques lieues au-dessus du Vésuve, aux époques de ses éruptions.

Pour se défendre de ces conséquences nouvelles, il faudrait admettre que tous les observateurs de la Lune, bien connus pour les soins qu'ils ont apportés dans leurs études et pour la précision qu'ils ont toujours obtenue, aient mal vu toutes les fois que nous ne comprenons pas les faits observés. Ce serait là une autre hypothèse, moins soutenable que celle de variations parfaitement admissibles.

Des flammes de volcans seraient-elles visibles à la distance à laquelle nous voyons la Lune au télescope? Non, à moins d'être d'une violence et d'une lumière beaucoup plus intenses que celles des volcans terrestres.

Ces brumes, brouillards, vapeurs ou fumées, dont il devient de moins en moins possible de douter, avaient même conduit Schroeter à penser que leurs situations parfois singulières semblaient accuser quelque *origine industrielle*, fourneaux, usines, des habitants de la Lune! L'atmosphère des villes industrielles, remarquait-il, varie suivant les heures du jour et le nombre de feux allumés. On rencontre souvent dans l'ouvrage de cet observateur des conjectures « sur l'activité des Sélénites. » Il crut aussi observer des changements de couleur pouvant être dus à des modifications dans la végétation ou à des cultures. Gruythuisen croyait même avoir reconnu des traces non équivoques de fortifications et de « routes royales » (1).

(1) Sur le sol grisâtre de la mer de la Fécondité, plaine de sable, d'où l'eau paraît s'être retirée depuis longtemps, on voit un cratère double, formé de deux cirques jumaux, que Beer (frère de Meyerbeer) et Mædler ont examiné *plus de trois cents fois*, de 1829 à 1837. Ce double cratère présente derrière lui une traînée blanche singulière, qui rappelle la forme d'une queue de comète, et, à cause de cette ressemblance, les deux observateurs allemands lui ont donné le nom de l'as-

Ce sont là autant de faits qui montrent que l'observation attentive et persévérante du monde lunaire serait loin d'être

tronome français *Messier*, le plus infatigable chercheur de comètes. Ils ont étudié, décrit et dessiné avec un soin tout spécial cette formation lunaire, sur laquelle Schröter avait déjà appelé l'attention en 1796. « Les deux cirques, disent-ils, sont absolument pareils l'un à l'autre. Diamètres, formes, hauteurs, profondeurs, couleurs de l'arène comme de l'encinte, positions de quelques collines soudées aux cratères, tout se ressemble tellement, qu'on ne pourrait expliquer le fait que par un jeu étrange du hasard ou une loi encore inconnue de la nature. Cette double formation est encore plus remarquable par deux traînées de lumière, pareillement égales, rectilignes, dirigées vers l'orient. »

Cette description est si détaillée; l'assertion relative à la parfaite ressemblance des deux monts circulaires est si précise, qu'on peut partir de là pour faire des comparaisons absolues. Or, rien n'est plus curieux, je dirai même plus mystérieux, plus inexplicable, que le résultat de ces comparaisons. Gruythuisen, observateur très habile et très scrupuleux, a constaté, en 1825, que le cratère occidental était moitié moins grand que l'oriental, et allongé de l'est à l'ouest. Il croyait que c'étaient là des *fortifications* lunaires, avec des remparts et des tranchées parallèles. Le 13 février 1826, un fait étrange se manifesta dans la tranchée blanche : la bande obscure qui en traversait le milieu était entremêlée de points lumineux, « et je crus remarquer, écrit-il, *qu'ils ne restaient pas toujours dans la même position.* » Parfois, un voile, une brume, paraissaient s'étendre sur ces objets, tandis qu'en d'autres circonstances où ils eussent dû être moins visibles par l'effet de l'éclairement solaire, ils l'étaient plus

Autre observation. En 1855, Webb constata que le cratère oriental était le plus grand des deux, et que l'occidental, plus petit était allongé de l'est à l'ouest. Des observations ultérieures (1857) apprirent que la figure du cratère oriental n'avait pas changé, mais que celle du cratère occidental avait pris en réalité une forme elliptique rectangulaire, de 18 kilomètres de longueur sur 12 de largeur. De 1870 à 1875, différents observateurs, munis d'excellents télescopes, ont constaté que le grand diamètre avait 20 kilomètres et le petit 11. « La différence des deux cratères, en forme de grandeur, dit Neison en 1875, est aujourd'hui visible même avec la plus faible lunette astronomique. » Toutefois, Klein ajoute que, d'après ses propres observations, en 1877 et 1878, tel n'est plus le cas aujourd'hui. Que peuvent être ces bizarres variations ! Des illusions d'optique ? C'est ce qu'il y a de plus facile à répondre pour les astronomes qui n'aiment pas être embarrassés. Mais la moitié des observateurs ent-ils donc mal vu ? D'un autre côté, si ces changements sont réels, comment ont-ils pu échapper à Beer et à Mädler, alors qu'on les avait constatés dès l'année 1824 ! N'y aurait-il pas eu de changements de 1829 à 1837 ? On n'a rien appris de positif sur la cause qui a

aussi dépourvue d'intérêt qu'un grand nombre d'astronomes se l'imaginent. Sans doute, tout voisin qu'il est, ce monde diffère

changé la forme du cratère occidental. Quelle forme imaginer pour déplacer le grand axe d'un cratère? Ce le force est complètement inconnue. On pourrait admettre que le rempart s'est écroulé en dedans au nord et au sud, et en dehors à l'est et à l'ouest. C'est là l'explication la plus plausible, mais elle ne paraît pas suffire à expliquer tous les changements observés. Les deux cratères sont tantôt semblables l'un à l'autre, tantôt différents l'un de l'autre. Ici, le naturaliste à la recherche des causes premières se trouve dans un grand embarras. Le globe lunaire serait-il encore pâteux et mobile en certains points? L'attraction de la Terre y produirait-elle d'étranges marées? L'une et l'autre hypothèse paraissent absurdes, car, d'une part, notre satellite paraît aussi bien minéralisé que la Terre, et d'autre part, la Terre est fixe dans le ciel de la Lune; mais le soleil marche, et il y a des librations. Notre premier soin devrait être d'abord d'organiser une collaboration systématique d'un grand nombre d'observateurs pour suivre avec persistance ce point-là. — Sur notre carte, ce double cratère est tracé au sud-ouest de l'intersection du 50° de latitude occidentale avec l'équateur.

Un peu moins énigmatique que l'incessante variabilité du double cratère Messier est celle du cirque Linné, dans la mer de la Sérénité. Ce cratère a d'abord été très visible, car on le trouve déjà sur la carte lunaire de Riccioli, en 1651. Schröter l'observa en 1783, et l'a décrit comme « très petite tache blanche, offrant une vague dépression. » Au temps de Lohrmann et de Mädler, ce cratère avait un diamètre de 10 000 mètres, et son intérieur noir, ombreux, était visible par un éclairage oblique; au contraire, quand le soleil était élevé, le tout avait l'apparence d'une tache bleuâtre. En octobre 1866, Schmidt remarqua que, même par un éclairage oblique, le cratère n'était plus visible. L'attention générale des observateurs se porta sur ce point, et la conclusion définitive est qu'il y a eu là quelque éruption ou quelque affaissement.

Mais voici une série d'observations plus curieuses encore :

Plusieurs observateurs ont vu sur la Lune des clartés énigmatiques, qu'ils ont attribuées à des aurores boréales. Ainsi, par exemple, le 20 octobre 1824, à 5 heures du matin, Gruythuisen aperçut dans la région obscure de la Lune, sur la mer des Nuées, une clarté qui s'étendit jusqu'au mont Copernic, sur la longueur de près de 400 kilomètres et une largeur de 20. Quelques minutes après, elle disparut; mais, six minutes plus tard, une lumière pâle brilla quelques instants pour disparaître ensuite; puis des palpitations électriques se succédèrent depuis 5 heures et demi du matin jusqu'à l'aurore, qui mit fin aux observations. L'observateur attribua ces lumières vacillantes à une aurore boréale lunaire, et cette explication n'a rien d'anti-scientifique. Un phénomène analogue a été vu par un ami de l'astronome Lambert, le 25 juillet 1774.

plus du nôtre que la planète Mars, dont l'analogie avec la Terre est si manifeste, et qui, si elle est habitée, peut l'être par des êtres différant fort peu de ceux qui constituent l'histoire naturelle terrestre et notre humanité même; mais, quoique très différent de la Terre, il n'en a pas moins sa valeur propre et son originalité. Et d'ailleurs, pourquoi supposer qu'il n'y ait pas sur ce petit globe une végétation comparable à celle qui décore le nôtre? Des forêts épaisses comme celles de l'Afrique centrale et de l'Amérique du Sud pourraient couvrir de vastes étendues de terres sans que nous puissions encore les reconnaître. Il n'y a point sur la Lune de printemps et d'automne, et nous ne pouvons nous fier aux variations de nuances de nos plantes boréales, à la verdure de mai ni à la chute des feuilles jaunies par octobre, pour nous figurer étroitement que la végétation lunaire doit offrir les mêmes aspects ou ne pas exister. Là, l'hiver succède à l'été de quinze en quinze jours : la nuit, c'est l'hiver; le jour, c'est l'été. Le Soleil reste au-dessus de l'horizon pendant quinze fois vingt-quatre heures : telle est la durée de la journée lunaire et de l'été; pendant quinze jours aussi le Soleil reste sous l'horizon : telle est la durée de la nuit lunaire et de l'hiver. Ce sont là des conditions climatologiques absolument différentes de celles qui régissent la végétation terrestre. Dans les climats inter-tropicaux, où il n'y a ni hiver ni été, les arbres ne changent pas de couleur. Nous avons aussi dans nos climats des plantes à feuillage persistant, des arbustes qui ne varient pas davantage avec les saisons; et quant au type même de la verdure végétale, à l'herbe des prairies, elle reste aussi verte en hiver qu'en été. Or, il se présente ici une série de questions qui restent sans réponse : Existe-t-il sur la Lune des êtres passifs analogues à nos végétaux? S'ils existent, sont-ils verts? S'ils sont verts, changent-ils de couleur avec la température, et, s'ils varient d'aspect, ces variations peuvent-elles être aperçues d'ici?

Quelle lumière l'observation téléscopique nous apporte-t-elle sur ces points obscurs? Assurément, il n'y a dans toute la topographie lunaire aucune contrée aussi verte qu'une prairie ou une forêt terrestre, mais il y a sur certains terrains des nuances distinctes, et même des nuances changeantes. La plaine nommée mer de la Sérénité présente une nuance verdâtre traversée par une zone blanche invariable. L'observateur Klein a conclu de ses observations que la teinte générale, qui est quelquefois plus claire, est due à un tapis végétal, lequel d'ailleurs pourrait être formé de plantes de toutes les dimensions, depuis les mousses et les champignons jusqu'aux sapins et aux cèdres, tandis que la trainée blanche invariable représenterait une zone déserte et stérile. Les astronomes qui se sont le plus occupés des photographies lunaires sont aussi d'opinion que la teinte foncée des taches nommées mers, teinte si peu photogénique qu'elle impressionne à peine la plaque sensible (de sorte qu'il faut un temps de pose plus long pour photographier les régions sombres que pour les régions claires) doit être causée par une absorption *végétale*. Cette nuance verdâtre de la mer de la Sérénité varie légèrement, et parfois elle est très marquée. La mer des Humeurs offre la même teinte, entourée d'une étroite bordure grisâtre. Les mers de la Fécondité, du Nectar, des Nuées, ne présentent pas cet aspect et restent à peu près incolores, tandis que certains points sont jaunâtres, comme par exemple le cratère Lichtenberg et le marais du Sommeil. Est-ce là la couleur des terrains eux-mêmes, ou bien ces nuances sont-elles produites par des végétaux?

Remarque assez singulière, il y a des vallées et des plaines qui changent de teinte avec l'élévation du Soleil au-dessus d'elles. Ainsi, l'arène du grand et admirable cirque de Platon *s'assombrit à mesure que le Soleil l'éclaire davantage, ce qui paraît contraire à tous les effets optiques imaginables.*

Après la pleine lune, époque qui représente le milieu de l'été pour cette longitude lunaire, la surface apparaît au télescope beaucoup plus foncée qu'aucun autre point du disque lunaire. Il y a 99 à parier contre un que ce n'est pas la lumière qui produit cet effet, et que c'est la chaleur solaire, dont on ne tient pas assez souvent compte lorsqu'on s'occupe des modifications de teintes observées sur la Lune, quoiqu'elle soit tout aussi intimement liée que la lumière à l'action du Soleil. Il peut paraître probable que ce changement périodique de teinte de la plaine circulaire de Platon, visible chaque mois pour tout observateur attentif, est dû à une modification de nature végétale causée par la température. La contrée du nord-ouest d'Hyginus, dont nous avons déjà parlé à propos du nouveau volcan, présente des variations analogues. On voit aussi, dans la vaste plaine fortifiée baptisée du nom d'Alphonse, trois taches qui sortent pâles, le matin, de la nuit lunaire, s'obscurcissent à mesure que le Soleil s'élève, et redeviennent pâles le soir, au coucher du Soleil.

Loin donc d'être en droit d'affirmer que le globe lunaire soit dépourvu d'aucune vie végétale, nous avons des faits d'observation qui sont difficiles à expliquer, si l'on admet un sol purement minéral, et qui, au contraire, s'expliquent facilement en admettant une couche végétale, de quelque forme qu'elle soit d'ailleurs. Il est regrettable qu'on ne puisse pas analyser d'ici la composition chimique des terrains lunaires, comme on analyse celle des vapeurs qui enveloppent le Soleil et les étoiles; mais nous ne devons pas désespérer d'y parvenir, car, avant l'invention de l'analyse spectrale, on n'eût point imaginé la possibilité d'arriver à d'aussi merveilleux résultats. Quoi qu'il en soit, nous sommes fondés à admettre actuellement que le globe lunaire a été autrefois le siège de mouvements géologiques formidables dont toutes les traces restent visibles sur son sol si tourmenté, et que ces mouvements géologiques

ne sont pas éteints; que ces mers ont été couvertes d'eau, et que cette eau n'a probablement pas encore absolument disparu; que son atmosphère paraît réduite à sa dernière expression, mais n'est pas anéantie, et que la vie n'est pas entièrement éteinte.

Les êtres et les choses lunaires diffèrent inévitablement des êtres et des choses terrestres. Le globe lunaire est 49 fois plus petit que le globe terrestre et 81 fois moins lourd. Un mètre cube de lune ne pèse que les six dixièmes d'un mètre cube de terre. Nous avons vu aussi que la pesanteur à la surface de ce monde est six fois plus faible qu'à la surface du nôtre; et qu'un kilogramme transporté là et pesé à un dynamomètre n'y pèserait plus que 164 grammes. Les climats et les saisons y diffèrent essentiellement des nôtres. L'année est composée de douze jours et douze nuits lunaires, durant chacun 354 heures, le jour étant le maximum de température et l'été, la nuit étant le minimum et l'hiver avec une différence thermométrique de plusieurs centaines de degrés peut-être, si l'atmosphère est partout extrêmement rare. Voilà plus de divergences qu'il n'en faut pour conclure que s'il y a de la vie sur ce globe, elle doit être absolument distincte de celle qui existe sur le nôtre.

Il pourrait se faire que nous eussions sous les yeux des cultures, des plantations, des chemins, des villages, des cités populeuses, et, si la vision télescopique devenait assez perçante, des édifices, des habitations même, sans que l'idée pût nous venir de voir dans ces objets des œuvres dues à la main des Sélénites, — si toutefois encore ils ont des mains... Nous ne les *reconnaitrions* pas. Ce qu'il faudrait voir, c'est du *mouvement*, ne fût-ce que celui d'un troupeau.

Répétons-le, nos meilleurs télescopes ne rapprochent pas la Lune à moins de quarante lieues. Or, à une pareille distance, il est non seulement impossible de distinguer les habitants

d'un monde, mais les œuvres matérielles de ces habitants eux-mêmes restent invisibles; chemins, canaux, villages, cités populeuses même, restent cachés par l'éloignement. On prend, il est vrai, d'admirables photographies, et ces photographies possèdent à l'état latent tout ce qui existe à la surface de la Lune. *S'il y a des habitants, ils y sont*, eux, leurs demeures, leurs travaux, leurs cultures, leurs édifices, leurs cités! Oui, ils y sont! et il est difficile de se défendre d'une certaine émotion, lorsqu'on tient une de ces photographies entre les mains, et qu'on se dit que les habitants de la Lune sont là (s'ils existent), et qu'un grossissement suffisant pourrait permettre de les apercevoir, comme on voit au microscope l'étrange population d'une goutte d'eau! Malheureusement ces photographies, tout admirables qu'elles sont ne sont, pas parfaites; on les agrandit bien un peu, cinq fois, dix fois, mais on agrandit en même temps le grain du collodion et les défauts de l'image, et tout devient bientôt vague et diffus, moins utile et moins agréable à analyser que le cliché primitif. Nous ne pouvons donc que nous restreindre à étudier avec soin les plus petits détails visibles de certaines régions lunaires, à les dessiner aussi exactement que possible, à les réobserver d'année en année, et à constater les variations, changements ou mouvements qui pourraient s'y produire.

Ceux qui s'appuient sur la différence réelle et absolue qui existe entre la Lune et la Terre pour nier la possibilité de toute espèce de vie lunaire; qui, par exemple, affirment doctoralement que la Lune est inhabitable parce que son atmosphère est trop légère, font là, non pas un raisonnement de philosophe, mais (qu'ils me pardonnent cette expression!) un raisonnement de poisson... Tout poisson raisonneur est naturellement convaincu que l'eau est l'élément exclusif de la vie, et qu'il n'y a personne de vivant hors de l'eau. D'autre part, un habitant de la Lune se noierait sûrement en descendant

dans notre atmosphère si lourde et si épaisse (chacun de nous en supporte 15 000 kilogrammes). *Affirmer* que la Lune soit un astre mort parce qu'elle ne ressemble pas à la Terre, serait le fait d'un esprit étroit, s'imaginant tout connaître et osant prétendre que la science a dit son dernier mot.

Cette vie lunaire n'ayant pu être formée sur le même plan que la vie terrestre, tout ce que nous pouvions assurer sur cette question, si ancienne et si débattue, c'est que les habitants de la Lune, s'ils existent, doivent être absolument différents de nous comme organisation et comme sens, et certainement bien plus différents de nous par leur origine que ne le sont les habitants de Vénus ou de Mars, s'il y en a aussi.

Il est très curieux de penser que, quoique la Lune soit beaucoup plus petite que la Terre, les habitants de ce monde, s'ils existent, doivent être d'une taille plus élevée que la nôtre, et leurs édifices, s'ils en ont construit, de dimensions plus grandes que les nôtres. Des êtres de notre taille et de notre force, transportés sur la Lune, pèseraient six fois moins, tout en étant six fois plus forts que nous ; ils seraient d'une légèreté et d'une agilité prodigieuses, porteraient dix fois leur poids et remueraient des masses pesant mille kilogrammes sur la Terre. Il est naturel de supposer que, n'étant pas cloués au sol comme nous par le boulet de la pesanteur, ils se sont élevés à des dimensions qui leur donnent en même temps plus de poids et plus de solidité ; et sans doute que, si la Lune était environnée d'une atmosphère assez dense, les Sélénites voleraient comme des oiseaux ; mais il est certain que leur atmosphère est insuffisante pour ce fait organique. De plus, non seulement il serait *possible* à une race de Sélénites égale aux races terrestres en force musculaire de construire des monuments beaucoup plus élevés que les nôtres, mais encore il leur serait *nécessaire* de donner à ces constructions des proportions

gigantesques, et de les asseoir sur des bases considérables et massives, pour assurer leur solidité et leur durée (1).

Ne quittons pas ce monde voisin sans chercher à nous rendre compte de l'effet que produit *la Terre vue de la Lune*, et sans nous former une idée de l'astronomie des habitants de la Lune, en supposant, pour un moment qu'ils existent en réalité.

Supposons que nous arrivions au milieu de ces steppes sauvages vers le commencement du jour. Si c'est avant le lever du Soleil, l'aurore n'est plus là pour l'annoncer, car, dans une atmosphère nulle ou rare, il n'y a aucune espèce de crépuscule; là « l'Aurore craintive n'ouvre pas au Soleil son palais enchanté; » mais la lumière zodiacale, que l'on distingue, si rarement chez nous, est constamment visible là-haut, et c'est

(1) Cette intéressante question des habitants de la Lune pourrait être résolue de nos jours en même temps qu'un grand nombre d'autres, par un puissant télescope dont la construction ne dépasserait certainement pas un milli m. Des études faites dans ce but établissent qu'on pourrait dès maintenant, dans l'état actuel de l'optique, construire un instrument capable de rapprocher la Lune à quelques lieues, et même essayer d'établir avec nos voisins du ciel une communication qui ne serait ni plus hardie ni plus extraordinaire que celle du télégraphe et du phonographe.

En effet, quel est l'objet de la plus petite dimension qu'il soit possible de distinguer sur la Lune? Le diamètre de ce globe est de 3475 kilomètres et mesure géométriquement 31 minutes 24 secondes. Un kilomètre sur la Lune mesure donc 0",51, et une seconde représente 1850 mètres. Or, actuellement, d'après les calculs de M. Hall, auquel la science est redevable de la curieuse découverte des satellites de Mars, on distingue un angle de 3 centimètres de seconde, c'est-à-dire une longueur de 53 mètres. On pourrait aller plus loin et distinguer un objet de 30 mètres de large. Au lever et au coucher du soleil, l'ombre allongée met en relief des hauteurs de dix mètres.

Nous touchons au but. Resterons-nous encore longtemps arrêtés devant la terre promise sans résoudre les intéressants problèmes offerts à la curiosité humaine? Un bon mouvement, un mouvement inspiré par la plus merveilleuse des sciences, suffirait pour nous doter actuellement du plus puissant télescope du monde... Qui sait! pendant que nous discutons ainsi, peut-être les habitants de la Lune sont-ils là, au fond des vallées, dans la plaine veloutée de Platon, nous contemplant de leur séjour, et préparés depuis longtemps à entrer en correspondance avec nous!

elle qui est l'avant-courrière de l'astre-roi. Tout d'un coup, de l'horizon noir s'élancent les flèches rapides de la lumière solaire, qui viennent frapper les sommets des montagnes, pendant que les plaines et les vallées restent dans la nuit. La lumière s'accroît lentement; tandis que chez nous, sur les latitudes centrales, le Soleil n'emploie que deux minutes un quart pour se lever, sur la Lune il emploie près d'une heure, et, par conséquent, la lumière qu'il envoie est très faible pendant plusieurs minutes et ne s'accroît qu'avec une extrême lenteur. C'est une espèce d'aurore, mais qui est de courte durée, car, lorsqu'au bout d'une demi-heure le disque solaire est déjà levé de moitié, la lumière paraît presque aussi intense à l'œil que lorsqu'il est tout entier au-dessus de l'horizon. Ces levers de soleil lunaires sont loin d'égaliser les nôtres en splendeur. L'illumination si douce et si tendre des hauteurs de l'atmosphère, la coloration des nuées d'or et d'écarlate, les éventails de lumière qui projettent leurs rayons à travers les paysages et par-dessus tout, cette rosée lumineuse qui baigne les vallées d'une si moelleuse clarté au commencement du jour, sont des phénomènes inconnus à notre satellite. Mais d'autre part, l'astre radieux s'y montre avec ses protubérances et son ardente atmosphère. Il s'élève lentement comme un dieu lumineux au fond du ciel toujours noir, ciel profond et sans formes, dans lequel *les étoiles continuent de briller pendant le jour* comme pendant la nuit, car elles ne sont cachées par aucun voile. Là, le ciel ne se réfléchit dans le miroir d'aucune mer ni d'aucun lac.

La perspective aérienne n'existe pas dans les paysages lunaires. Les objets les plus éloignés sont aussi nettement visibles que les plus rapprochés, et l'on peut presque dire que, dans un tel paysage, il n'y a qu'un seul plan. Plus de ces teintes vaporeuses qui, sur la Terre, agrandissent les distances en les estompant d'une lumière décroissante; plus de

ces clartés vagues et charmantes qui flottent sur les vallées baignées par le Soleil; plus de cet azur céleste qui va en pâlis-
sant du zénith à l'horizon et jette un transparent voile bleu sur les montagnes lointaines : une lumière sèche, homogène, éclatante, éclaire durement les rochers des cratères; l'air absent ne s'éclaire pas; tout ce qui n'est pas exposé directement aux rayons du Soleil reste dans la nuit.

De même que nous ne voyons jamais qu'un côté de la Lune, ainsi il n'y a jamais qu'un côté de ce globe qui nous voit. Les habitants de l'hémisphère lunaire tourné vers nous admirent dans leur ciel un astre brillant ayant un diamètre environ quatre fois plus grand que celui de la Lune vue de notre globe, et une superficie quatorze fois plus considérable. Cet astre, c'est la Terre, qui est « la Lune de la Lune. » Elle plane presque immobile dans le ciel. Les habitants du centre de l'hémisphère visible la voient constamment à leur zénith; sa hauteur diminue avec la distance des pays à ce point central, jusqu'au contour de cet hémisphère, d'où l'on voit notre monde posé comme un disque énorme sur les montagnes. Au delà, on ne nous voit plus.

Astre immense du ciel lunaire, la Terre offre aux Sélénites les mêmes phases que celles que la Lune nous présente, mais dans un ordre inverse. Au moment de la nouvelle lune, le Soleil éclaire en plein l'hémisphère terrestre tourné vers notre satellite, et l'on a la *pleine terre*; à l'époque de la pleine lune, au contraire, c'est l'hémisphère non éclairé qui est tourné vers notre satellite, et l'on a la *nouvelle terre*; lorsque la Lune nous offre un premier quartier, la Terre donne son dernier quartier, et ainsi de suite.

Indépendamment de ses phases, notre globe se présente à la Lune en tournant sur lui-même en 24 heures, ou pour mieux dire en 24 heures 48 minutes, puisque la Lune ne revient devant chaque méridien terrestre qu'après cet intervalle. Il y a

des variations, dans cette rotation apparente de la Terre, de 24 heures 42 minutes à 25 heures 2 minutes. Mais si les astronomes lunaires ont su calculer leur mouvement, comme nous l'avons fait pour nous, ils savent que la Lune tourne autour de la Terre et que notre planète tourne sur elle-même en 23 heures 56 minutes. Nous n'oserions cependant pas affirmer comme le fait Képler (*Astronomia lunaris*), que les habitants de la Lune aient donné à la Terre le nom de *Volva* (de *volvere* tourner); ce qui lui fournit l'occasion de désigner sous le nom de *Subvolves* (sous la Tournante) les habitants de l'hémisphère qui nous fait face, et sous celui de *Privolves* (privés de la Tournante) ceux qui habitent l'hémisphère opposé. Ce nom de *Volva*, néanmoins, était fort bien imaginé; car il peint à merveille le phénomène terrestre qui dut le premier frapper l'esprit des habitants de notre satellite.

Dans l'hémisphère lunaire visible, on doit observer de curieuses éclipses de Soleil, parmi lesquelles des éclipses totales qui peuvent durer deux heures. L'énorme disque noir de la Terre, entouré d'un nimbe lumineux produit par la réfraction de la lumière dans notre atmosphère, passe devant le disque éblouissant du Soleil. On remarque aussi quelquefois de très petites *ellipses de Terre*, c'est-à-dire des disparitions de certaines parties de notre globe éclairées par le Soleil dans l'ombre que la Lune projette dans l'espace.

On dit doctoralement sur notre planète : « Déshéritée de tout liquide et d'enveloppe aérienne, la Lune n'est sujette à aucun des phénomènes météoriques que nous éprouvons sur la Terre; elle n'a ni pluie, ni grêle, ni vent, ni orage. C'est une masse solide, aride, déserte, silencieuse, sans le plus petit vestige de végétation et où *il est évident* qu'aucun animal ne peut trouver à subsister. Si, cependant, on veut, à toute force, qu'elle ait des habitants, nous y consentirons volontiers, pourvu qu'on les assimile aux êtres privés de toute impres-

sionnabilité, de tout sentiment, de tout mouvement, qu'on les réduise à la condition des corps bruts, des substances inertes, des roches, des pierres, des métaux, qui, à notre avis, sont les seuls Sélénites possibles. »

Les académiciens de la Lune disent sans doute à leur tour, avec une assurance non moins convaincue : « La Terre est un composé d'éléments dissemblables et fort extraordinaires. L'un qui forme le noyau de l'astre et qui donne naissance aux taches fixes, paraît avoir quelque consistance, mais (en parlant de l'atmosphère qui nous entoure) il est recouvert d'un autre élément d'une constitution bizarre, qui semble n'avoir ni corps, ni fixité, ni durée; il n'a ni couleur ni densité; il prend toutes les formes, marche dans toutes les directions, obéit à tous les chocs, subit toutes les impulsions, s'allonge, se raccourcit, se condense, paraît et disparaît sans qu'on puisse imaginer la raison de si étranges métamorphoses. C'est le monde de l'instabilité, la planète des révolutions; elle éprouve tour à tour tous les cataclysmes imaginables: elle semble être une matière en fermentation qui tend à se dissoudre. On n'y voit qu'orages, trombes, tourbillons et violences de toutes sortes. On prétend qu'il y a des habitants sur cette planète, mais sur quel point pourraient-ils vivre? Est-ce sur l'élément solide de l'astre? Ils y seraient écrasés, étouffés, asphyxiés, noyés par cet autre élément qui pèse sur lui de toutes parts. Est-ce à travers les trouées qui se forment dans ce rideau mobile qu'ils pourraient jouir comme nous de l'éther pur des cieux? Eh qui pourrait croire qu'ils ne seraient pas à chaque instant arrachés de ce sol par la violence des bouleversements qui en tourmentent la surface. Veut-on les placer sur la couche mobile et légère qui nous cache si souvent l'aspect du noyau central? Comment les maintenir debout sur cet élément sans solidité?... Il n'est pas besoin de si longues considérations pour *prouver avec évidence* que cette planète est très vaste, mais

qu'elle n'a pas place pour des êtres animés. Si cependant on veut, à toute force, qu'elle ait des habitants, nous y consentirons volontiers, pourvu qu'on les assimile à des êtres fantastiques, flottant au gré de toutes les forces qui se combattent sur cette planète aériforme. Il ne peut donc exister là que des animaux assez grossiers. Tels sont, à notre avis, les seuls habitants que puisse posséder la Terre. »

Les savants de la Lune ont, comme on le voit, le talent de prouver de la façon la plus catégorique, aux ignorants qui les entourent, que la Terre, n'étant pas habitable, ne saurait être habitée, et qu'elle est faite uniquement pour servir d'horloge à la Lune et pour l'éclairer pendant la nuit.

Les diverses parties de la surface terrestre sont loin de jouir d'un éclat uniforme aux yeux de l'observateur lunaire. Aux deux pôles de l'astre, il remarque deux vastes taches blanches qui varient périodiquement de grandeur. A mesure que l'une s'agrandit, l'autre diminue; on croirait que l'une conquiert toujours une portion de terrain égale à celle qui est perdue par l'autre, de telle sorte que l'une s'avance d'autant plus que l'autre recule, et réciproquement; celle du pôle austral offre toujours une étendue beaucoup plus considérable que celle du pôle boréal. On fait dans la Lune mille suppositions sur ces taches blanches, mais on n'en devine pas la cause.

La terre est toujours en très grande partie enveloppée de nuages. Cependant, des observations attentives ont dû permettre de constater comme il suit son mouvement de rotation.

Considérons notre planète à l'heure où l'Amérique commence à disparaître sur le bord oriental du disque terrestre : on voit alors, de la Lune, se dessiner sur la partie obscure le relief des hauts sommets des Cordilières, figurés par une longue ligne d'ombres et de lumières dont quelques points ont une éclatante blancheur. Puis se déroule pendant quelques heures, sur le bord opposé, une énorme tache obscure qui descend en s'élar-

gissant vers la partie méridionale du disque jusqu'à ce qu'elle en occupe presque tout l'hémisphère; c'est le grand Océan, parsemé d'une multitude de petites îles figurées par des points grisâtres.

L'arrivée de deux taches grises qui semblent n'en faire qu'une très allongée (les deux îles de la Nouvelle-Zélande), non loin des glaces australes, annonce la prochaine apparition d'une grande tache verte, mais avec des nuances qui présentent presque toutes les couleurs du prisme : c'est le continent de l'Australie, au nord duquel on voit poindre les archipels.

Depuis longtemps on aperçoit au nord, non loin des glaces boréales, une tache grisâtre qui a commencé par faire, dans la direction du sud, une pointe (la presqu'île du Kamtschatka) sur le fond obscur du vaste Océan; elle se déroule ensuite vers l'occident en descendant presque jusqu'à l'équateur; ses côtes découpées offrent l'aspect le plus varié. C'est l'Asie, la partie de l'Ancien-Monde la plus reculée vers l'extrême orient. Sa teinte est loin d'être uniforme; elle présente au nord la tache sibérienne, les neiges, les glaces et les frimas.

Tout le centre de la tache continentale est occupé par une large bande d'une blancheur éclatante, qui paraît encadrée, au nord et au sud, par de très hautes montagnes (les chaînes de l'Altaï et de l'Himalaya). Cette zone commence au grand désert de Gobi, occupe presque tout le plateau central de la Haute-Asie, et se prolonge à travers le Caboul et la Perso jusqu'aux plaines sablonneuses de l'Arabie. Le désert de Nubie et le Sahara, qui traversent l'Afrique, n'en sont même que la continuation. Ainsi, cette grande zone déserte coupe tout l'Ancien-Monde en deux parties presque égales, par une bande de sable faisant miroiter la lumière solaire au loin dans les espaces célestes : c'est la voie lactée de la Terre.

Au-dessous de la région des sables est une notable portion de la terre d'Asie, enserrée, pour ainsi dire, entre les monta-

gnes et l'Océan, et qui reflète sur la Lune une lumière vert clair ; elle comprend les magnifiques contrées de la Chine et de l'Inde situées au sud des montagnes de la Mongolie et du Thibet.

Au-dessus du désert saharien, on distingue une petite tache, déchirée dans tous les sens et fort ramifiée, elle est d'une teinte obscure, comme la grande tache du disque qui entoure tous les continents : c'est la Méditerranée, qui sert de limite méridionale à une région de couleur indécise, tenant du gris et du vert. Cette région, découpée en presqu'îles et en îles, et qui paraît aux habitants de la Lune si peu digne d'attention, c'est notre Europe, dont la civilisation, enviée de tous les peuples, est assez puissante pour dicter des lois au reste du monde. Quant à la France, il faut de bons yeux pour la distinguer. Des télescopes de la puissance des nôtres reconnaîtraient toutefois la forme de nos rivages, les Pyrénées, les Alpes, la botte de l'Italie, la Manche, l'embouchure de la Gironde, celle de la Seine et même l'existence de Paris et celle de nos principales villes.

L'Europe marque l'extrême limite occidentale de l'ancien continent. Que le globe planétaire tourne encore de quelques degrés sur son axe et toute terre aura disparu ; l'œil des Sélénites n'apercevra plus que la tache obscure de l'océan Atlantique, et la première terre qui apparaîtra sera l'Amérique, par laquelle nous avons commencé.

Les savants du monde lunaire, pour reconstituer notre mappe-monde comme nous venons de la voir, n'ont eu qu'à rapprocher leurs observations et à faire l'assemblage des fragments qu'ils avaient péniblement recueillis à diverses époques ; de la sorte, les taches fixes de la Terre se sont trouvées rétablies dans leur intégrité. C'est ce que nous avons déjà pu faire nous-mêmes pour la planète Mars.

Dans leur station éloignée, ils ont même eu sur nos géogra-

phes un grand avantage : c'était de pouvoir observer avec facilité tous les points de notre globe et de plonger leurs regards au milieu des mystères de nos contrées les plus inaccessibles, telles que les régions polaires, qui sont peut-être à jamais fermées devant nos pas, et celles de l'Afrique centrale, qui commencent seulement à se révéler. D'indifférents spectateurs, placés sur la Lune ou sur Vénus, contemplant peut-être le soir, au clair de terre, avec le regard d'une nonchalante rêverie, ces régions inhospitalières, sans se douter des fatigues et des dangers auxquels courent volontairement les Terriens pour se procurer les mêmes connaissances. Peut-être en voyant chaque méridien terrestre pénétrer dans l'ombre à la fin du jour, songent-ils aussi que ses instants marquent successivement l'heure du repos et du sommeil pour tous les indigènes de notre monde.

Ainsi notre globe est pour la Lune une *horloge céleste* permanente. Le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même remplace l'aiguille qui fait le tour du cadran ; chaque tache fixe, située à une longitude différente, est le chiffre qui marque l'heure lorsqu'elle passe sous tel ou tel méridien de la Lune.

Il doit paraître aux habitants de la Lune, s'ils existent, que la Terre est faite en vue de la Lune. La Lune, au reste, remplit très mal sa fonction à notre égard, et, aidée par les nuages, nous laisse les trois quarts du temps dans l'obscurité. La Terre au contraire, brille toutes les nuits dans le ciel lunaire toujours pur, et la pleine-terre arrive constamment à minuit. Osez donc prouver à un Lunarien que nous ne sommes pas ses esclaves !

La longueur du jour et de la nuit, l'absence de saisons et d'années, la mesure du temps par périodes de 29 jours, partagées en un jour et une nuit de quatorze jours et demi, et la présence permanente de l'astre Terre dans le ciel, constituent pour les habitants de la Lune les différences essentielles qui

distinguent leur monde du nôtre au point de vue cosmographique. Les constellations, les étoiles, les planètes s'y présentent telles que nous les observons d'ici, mais avec une lumière plus vive, une plus grande richesse de tons, et en nombre beaucoup plus considérable, à cause de la pureté constante du ciel lunaire. L'hémisphère invisible, qui ne reçoit jamais de clair de terre, serait surtout un observatoire exceptionnel pour les études astronomiques.

Tel est ce monde lunaire, si proche de nous, et pourtant si différent. La connaissance que nous en avons n'atteint pas encore notre ambition scientifique. Quand donc la science comptera-t-elle des amis assez dévoués pour oser essayer une conquête plus complète, pour sacrifier à des essais optiques, dont les résultats seraient assurément prodigieux et inattendus, des sommes analogues à celles que l'on jette en pure perte dans les fonderies de canons et ailleurs?... Des spectacles merveilleux attendent les héros de l'astronomie future.

VII. — Les Marées.

Les eaux de l'Océan s'élèvent et s'abaissent chaque jour par le mouvement régulier du *flux* et du *reflux*. Ce mouvement avait si désespérément intrigué les anciens qu'on l'avait appelé le tombeau de la curiosité humaine. Néanmoins, il offre à l'examen attentif un rapport si manifeste avec le mouvement de la Lune, que plusieurs astronomes de l'antiquité avaient reconnu et affirmé ce rapport. Ainsi Cléomède, écrivain grec du siècle d'Auguste, dit positivement, dans sa *Cosmographie*, que « la Lune produit les mariées. » Il en est de même de Pline et de Plutarque. Mais le fait n'était pas démontré.

Plusieurs le niaient. Dans les temps modernes, Galilée et Képler eux-mêmes n'y croyaient pas. C'est Newton qui commença la démonstration mathématique, et c'est Laplace qui la termina, en prouvant que les marées sont causées par l'attraction de la Lune et par celle du Soleil.

La surface de la Terre est recouverte en partie par les eaux de la mer, qui, en raison de leur fluidité, peuvent facilement se mouvoir sur cette surface, en vertu de l'attraction de la Lune. Or, les diverses parties de ces eaux répandues tout autour du globe, et par conséquent placées à d'inégales distances de la Lune, ne sont pas également attirées par elles. Directement au-dessous d'elle, les eaux de la mer sont plus fortement attirées par la partie solide de la Terre considérée dans son ensemble; dans la région opposée, les eaux de la mer sont au contraire moins fortement attirées puisqu'elles sont plus éloignées. Il en résulte que les eaux situées du côté de la Lune sont élevées par suite de cet excès d'attraction, et que, du côté opposé de la Terre, les eaux tendent à rester en arrière, relativement à la masse du globe, qui est plus fortement attirée qu'elles. En conséquence, elles viennent s'accumuler du côté de la Lune, et y forment une proéminence qui n'existerait pas sans la présence de cet astre; de même elles s'accumulent du côté opposé à la Lune et y forment une proéminence pareille. Joignez à cela que la Terre tournant sur elle-même en vingt-quatre heures amène successivement les diverses parties de son contour dans la direction de la Lune (ce qui fait que les deux protubérances liquides dont nous venons de parler, pour occuper toujours la même position par rapport à la Lune, changent continuellement de place sur la surface du globe terrestre), et vous y verrez qu'en un même point de cette surface, en un même port, on doit observer successivement deux hautes mers, et, par conséquent aussi, deux basses mers, pendant que la Terre fait un tour entier relativement à la Lune, c'est-à-dire en vingt-quatre heures quarante-huit minutes.

Le Soleil produit un effet analogue sur les eaux de la mer, mais la masse énorme de cet astre est plus que compensée par la grande distance à laquelle il se trouve de la Terre, de sorte qu'en définitive la marée due à l'action du Soleil est beaucoup plus faible que celle dont nous venons de parler, et qui est due à l'action de la Lune. Le phénomène, dans ses allures générales, se règle donc sur la position de la Lune par rapport à la Terre; l'action du Soleil ne fait que la modifier, tantôt en avançant, tantôt en retardant l'heure de la pleine mer, tantôt en augmentant, tantôt en diminuant l'intensité du phénomène, suivant que l'astre du jour occupe dans le ciel telle ou telle position par rapport à l'astre des nuits.

En tenant compte de ces deux circonstances relatives à la masse et à la distance, on trouve que l'effet produit par le Soleil doit être à celui produit par la Lune dans le rapport de 1 à 2,05, c'est-à-dire que, dans le phénomène général des marées, la Lune entre pour les deux tiers, et le Soleil pour le tiers seulement. La Lune élève à l'équateur la surface de la mer de 50 centimètres, et, l'action du Soleil s'y ajoutant, l'élévation arrive à 74. La hauteur va en décroissant jusqu'aux pôles, où l'amplitude des oscillations se réduit à zéro et où la surface de la mer reste complètement immobile.

Les plus grandes marées sont par conséquent celles qui arrivent aux nouvelles lunes et aux pleines lunes, puisque alors les actions du Soleil et de la Lune se réunissent, tandis qu'aux quadratures elles s'exercent à angle droit l'une de l'autre.

L'intervalle de temps compris entre deux hautes mers consécutives est égal, en moyenne, à 12 heures 24 minutes; mais la haute mer, au lieu d'arriver à l'instant même où la Lune passe au méridien, n'arrive qu'un certain temps après ce passage. L'oscillation de la surface de la mer est bien toujours réglée dans son ensemble sur le mouvement diurne de la Lune

autour de la Terre, mais chacune des phases de cette oscillation est en retard sur l'instant auquel elle devrait se produire, d'après les considérations théoriques qui viennent d'être exposées, et ce retard est d'ailleurs très différent d'un lieu à un autre lieu.

Dans nos ports, les plus grandes marées suivent d'un jour et demi la nouvelle et pleine lune.

La quantité dont la surface de la mer s'élève et s'abaisse successivement est en général beaucoup plus grande que celle que nous avons trouvée, en admettant que cette surface prend à chaque instant la figure d'équilibre qui convient à la grandeur et à la direction des attractions du Soleil et de la Lune. Nous avons vu que la plus grande différence de niveau qui puisse exister, dans cette hypothèse, entre une haute mer et la basse mer qui la suit, est seulement de 0^m,74 à l'équateur, si le Soleil et la Lune sont à leurs moyennes distances : or, il existe certaines localités où, dans le sens vertical, la même différence surpasse 13 mètres. Sur les rivages en pente insensible, la différence entre la haute mer et la basse mer est de plusieurs kilomètres : vous vous couchez à l'heure où la mer arrive à vos pieds et vous vous endormez au bruit des vagues ; le lendemain matin, à votre réveil, la mer a disparu et vous vous promenez à pied sec sur la plage.

En réalité, pourtant, l'intensité de cette force, qui, sur une masse aussi considérable que celle des eaux de l'Océan, produit des mouvements aussi violents que ceux des grandes marées, ne diminue pas le poids des corps de plus de la seize millionième partie ! Ainsi donc, un corps qui pèse 16 kilogrammes exerce, quand la Lune vient à passer à son zénith, une pression moindre qu'au moment où l'astre est à l'horizon, mais de combien ? D'un milligramme au maximum. Ce chiffre permet de se faire une idée de ce que peut devenir la force la plus insignifiante, lorsqu'elle se multiplie et s'incorpore dans une

masse aussi immense que celle des eaux de la mer, et s'accumule incessamment à chaque instant de la durée. — Pour faire encore mieux comprendre le peu d'action de la Lune sur les objets placés ici-bas, je dirai que, sur un corps pesant 90 kilogrammes, la diminution de poids ne serait que de 1 centigramme. Ainsi, un homme qui marche ayant la Lune au-dessus de sa tête n'a pas son poids diminué de cette quantité. C'est la centième partie du poids d'une pièce d'argent de 20 centimes.

Mais, pour se représenter tout ce qu'une action de ce genre a pu produire sur le globe terrestre ce n'est pas par jour, ni par année, mais par siècles et par milliers de siècles qu'il faut compter. Alors, on pourra comprendre comment la structure des continents, la configuration des côtes, a pu être lentement, mais irrésistiblement modifiée par ce bélier aux têtes multiples qui bat deux fois par jour de son choc impitoyable les dunes et les falaises.

Les eaux de la mer, contenues dans un espace limité de part et d'autre par les continents, oscillent dans cet espace, qui forme une sorte de vase de peu de profondeur eu égard à sa surface; leurs oscillations sont entretenues par les actions perturbatrices de la Lune et du Soleil, dont la densité et la direction changent à chaque instant. Lorsque, par suite de ces actions, la surface de la mer doit monter d'un certain côté du bassin qui la renferme, les eaux se portent de ce côté, la vitesse avec laquelle s'effectue ce mouvement de transport fait que les eaux ne s'arrêtent pas lorsque leur surface a pris l'équilibre, et qu'elles continuent à se mouvoir dans le même sens, jusqu'à ce que leur vitesse soit complètement détruite par l'action de la pesanteur et par les frottements contre le fond; de sorte que le mouvement oscillatoire, dans le sens vertical, prend ainsi, sur les bords de la mer, des proportions beaucoup plus grandes que si la mer se mettait à chaque ins-

tant en équilibre sous l'action des forces qui lui sont appliquées. On comprend par là, non seulement pourquoi la mer s'élève et s'abaisse beaucoup plus qu'elle ne semblerait devoir le faire sous les actions de la Lune et du Soleil, mais encore pourquoi, lors des syzygies, la haute mer n'arrive pas à l'instant du passage de la Lune au méridien ; à cet instant, les actions du Soleil et de la Lune sont dans les conditions convenables pour soutenir les eaux de la mer à la plus grande hauteur ; mais les eaux, qui ont monté sous ces actions avec le passage de la Lune au méridien, continuent encore à monter pendant quelque temps après ce passage, en vertu de leur vitesse acquise.

La forme de certains rivages en carrefours engouffre l'eau qui arrive et la force à s'élever à une hauteur considérable.

Les marées de l'Atlantique occasionnent, par exemple, des marées dérivées très intenses dans la Manche, avec laquelle il communique librement. Lorsque la mer devient haute à l'ouest de la France, dans les environs de Brest, le flot de la pleine mer s'avance peu à peu dans la Manche. Cette petite mer se trouvant resserrée brusquement, le flot monte contre la barrière qui s'oppose ainsi à sa marche, et il en résulte des marées très élevées sur les côtes de la baie de Cancale, et notamment à Granville. De là le flot continue à s'avancer, et la pleine mer a lieu successivement à Cherbourg, au Havre, à Dieppe, à Calais, etc. Cette marche du flot de la marée est rendue sensible par le tableau suivant, qui donne, pour divers ports des côtes de France, le retard de la pleine mer sur l'instant du passage de la Lune au méridien à l'époque de la nouvelle et de la pleine lune, retard qu'on nomme *l'établissement du port*. Le même tableau contient en outre l'indication de la hauteur moyenne de la marée aux mêmes époques. C'est la différence entre la haute mer et la basse mer. On appelle *unité de hauteur* la moitié de cette différence, c'est-à-dire l'élévation au-

dessus du niveau moyen. Cette hauteur peut être augmentée par l'influence du vent, comme force et comme direction.

NOMS DES PORTS.	ÉTABLISSEMENT	HAUTEUR
	DU PORT.	MOYENNE DE LA MARÉE AUX SIZYGES
	h. m.	mètres.
Bayonne (embouchure de l'Adour)	4 05	2,80
Royan (embouchure de la Gironde)	4 01	4,70
Bordeaux	7 45	4,50
Saint-Nazaire (embouchure de la Loire)	3 45	5,36
Lorient	3 32	4,48
Brest	3 46	6,42
Saint-Malo	6 10	11,36
Granville	6 40	12,30
Cherbourg	7 58	5. 4
Le Havre (embouchure de la Seine)	9 50	7,14
Dieppe	11 05	8,80
Boulogne	11 25	7,92
Calais	11 49	6,24
Dunkerque	12 13	5,35

Cette marche successive de la marée est très curieuse à suivre, et notre *fig. 9* en trace le tableau d'ensemble pour notre pays. Par suite du retard qu'éprouve la vague de la marée, l'*établissement*, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre le passage de la Lune au méridien et le moment de la pleine mer varie singulièrement suivant les différents ports. Ainsi, tandis qu'à Gibraltar la pleine mer arrive presque juste au moment du passage de la Lune au méridien, le retard est déjà d'une heure quinze minutes à Cadix et de trois heures sur la côte d'Espagne. Il marche ensuite comme on le voit sur cette petite carte. La forme générale de ces courbes démontre d'une manière frappante que la vitesse de propulsion des marées est en raison de la profondeur de la mer.

Dans les embouchures des grands fleuves et surtout dans la Seine, la marée produit un effet bien curieux et fort pittores-

que, justement admiré des touristes. Elle remonte avec impétuosité le courant du fleuve, se précipite en cascade, roale



Fig. 9. — Marche successive de la marée pour les différents ports avec fureur une nappe d'eau qui a parfois plusieurs mètres de hauteur et qui endommage toutes les constructions des rives

en même temps qu'elle culbute tous les navires qui ne sont pas à flot. Cette singulière accumulation se produit dans les parties de la rivière où le fond va graduellement en s'élevant. Alors, les premières vagues se propageant dans une eau moins profonde sont devancées par celles qui les suivent et qui finissent par retomber par-dessus les premières, car c'est une loi mécanique que l'onde marche d'autant plus vite que l'eau est plus profonde. C'est ce qu'on appelle la *Barre* ou le *Mascaret*.

Si la Lune, qui est 81 fois moins puissante que la Terre produit ici de telles marées, quelle influence n'exercerait pas la Terre sur la Lune, si celle-ci était liquide et pâteuse? C'est à cette influence que ce globe doit d'être allongé dans notre sens, et de ne pas pouvoir tourner librement sur lui-même : en retardant avec persistance son antique mouvement de rotation, la Terre a fini par l'annuler pour elle en maintenant toujours le même hémisphère de notre côté. C'est regrettable pour tout le monde.

Il est naturel de nous demander ici si le Soleil, et surtout la Lune, en agissant sur l'atmosphère de la Terre, y produisent un effet analogue à celui que ces astres produisent sur la mer et que nous venons d'analyser. Il ne peut pas y avoir le moindre doute à ce sujet. Le Soleil et la Lune exercent leurs actions sur l'air atmosphérique tout aussi bien que sur l'eau de la mer, et il doit en résulter dans l'atmosphère de véritables marées. Mais il reste à voir comment nous pourrions nous apercevoir de ces marées atmosphériques, et si les effets par lesquels elles peuvent se manifester ne sont pas trop faibles pour nous permettre d'en constater l'existence.

Nous ne sommes pas placés de manière à voir la surface extérieure de l'atmosphère terrestre, comme nous voyons la surface de la mer. Ce n'est donc pas par l'observation du mouvement, tantôt ascendant tantôt descendant, de cette surface extérieure, que les marées atmosphériques peuvent nous être

rendues sensibles. Nous trouvant au fond de l'atmosphère, nous ne pouvons nous apercevoir de l'existence des marées atmosphériques, que comme nous nous apercevons des marées de l'Océan, si nous étions placés au fond de la mer. Or, il est clair que le seul effet que nous éprouvons dans ce cas serait un changement périodique dans la pression de l'eau en raison de l'augmentation et de la diminution alternatives de l'épaisseur du liquide situé au-dessus de nous. Les marées atmosphériques ne peuvent donc nous être rendues sensibles que par des variations périodiques de la pression exercée par l'atmosphère dans le lieu où nous nous trouvons, c'est-à-dire par des augmentations et diminutions alternatives de la hauteur de la colonne barométrique qui sert de mesure à cette pression. Le calcul montre qu'il n'y aurait que quelques dixièmes de millimètres de différence sur le baromètre.

Réduite à ces termes, la question est bien nette. Les observations journalières montrent que la hauteur de la colonne barométrique éprouve en un même lieu des variations accidentelles qui peuvent éventuellement aller à 40, 50 et même 60 millimètres, et qui habituellement s'élèvent à plusieurs millimètres sans qu'il y ait pour cela de grandes perturbations atmosphériques. Si les marées produites dans l'atmosphère par l'action de la Lune ont une part dans ces variations, il faut convenir que cette part est bien faible, et qu'on n'est pas autorisé à voir là une des causes principales de ces changements de temps que nous aurions tant d'intérêt à pouvoir prédire et qui déjouent si bien, quoi qu'on fasse, toutes les tentatives faites en vue d'arriver même à une grossière ébauche de cette prédiction.

Peut-être la Lune ne produit-elle pas seulement des marées océaniques et atmosphériques, mais encore des marées souterraines. Le noyau de la Terre étant liquide, selon toutes les probabilités, serait périodiquement soulevé par l'attraction

lunaire, et cette masse, d'une grande densité, venant à heurter la croûte solide extérieure, serait la cause de la plupart des tremblements de terre. Des recherches statistiques ont été faites dans le but de contrôler l'exactitude de cette thèse, et leur auteur, M. Perrey, mon savant collègue de l'Académie de Dijon, a trouvé, en classant tous les tremblements de terre par ordre de date, qu'il en arrive davantage à la nouvelle et à la pleine lune, ainsi qu'aux jours où la Lune est au périgée, à sa plus petite distance de la Terre.

Nous arrivons ici à la question si controversée des influences de la Lune.

VIII. — Les influences de la Lune.

La Lune aurait, dans l'opinion populaire, une action sur les changements de temps, sur l'état de l'atmosphère, sur les plantes, les animaux, les hommes, les femmes, les œufs, les graines, sur tout au monde. Qu'y a-t-il de vrai dans ces traditions? Tout n'est certainement pas exact, mais tout n'est peut-être pas faux non plus.

« Je suis charmé de vous voir réunis autour de moi, disait un jour Louis XVIII aux membres composant une députation du Bureau des Longitudes qui étaient allés lui présenter la *Connaissance des temps* et l'*Annuaire*, car vous allez m'expliquer nettement ce que c'est que LA LUNE ROUSSE et son mode d'action sur les récoltes. » Laplace, à qui s'adressaient plus particulièrement ces paroles, resta comme atterré; lui qui avait tout écrit sur la Lune, n'avait en effet jamais songé à la lune rousse. Il consulta tous ses voisins du regard, mais, ne voyant personne disposé à prendre la parole, il se détermina à répondre lui-même. « Sire, la lune rousse n'occupe aucune

place dans les théories astronomiques; nous ne sommes donc pas en mesure de satisfaire la curiosité de Votre Majesté. » Le soir, pendant son jeu, le roi s'égayait beaucoup de l'embarras dans lequel il avait mis les membres de son Bureau des Longitudes. Laplace l'apprit et vint demander à Arago s'il pouvait l'éclairer sur cette fameuse lune rousse qui avait été le sujet d'un si désagréable contre-temps. Arago alla aux informations auprès des jardiniers du Jardin des Plantes et d'autres cultivateurs, et voici le résultat de la discussion qu'il fit à ce sujet.

Les jardiniers donnent le nom de « lune rousse » à la lune qui, commençant en avril, devient pleine, soit à la fin de ce mois, soit plus ordinairement dans le courant de mai. Dans l'opinion populaire, la lumière de la Lune, en avril et mai, exerce une fâcheuse action sur les jeunes pousses des plantes. On assure avoir observé que la nuit, quand le ciel est serein, les feuilles, les bourgeons exposés à cette lumière, roussissent, c'est-à-dire se gèlent, quoique le thermomètre, dans l'atmosphère, se maintienne à plusieurs degrés au-dessus de zéro. Ils ajoutent encore que, si un ciel couvert arrête les rayons de l'astre, les empêche d'arriver jusqu'aux plantes, les mêmes effets n'ont plus lieu sous des circonstances de température d'ailleurs parfaitement pareilles. Ces phénomènes semblent indiquer que la lumière de notre satellite serait douée d'une certaine vertu frigorifique; cependant, en dirigeant les plus larges lentilles, les plus grands réflecteurs, vers la Lune, et plaçant ensuite à leur foyer des thermomètres très délicats, on n'a jamais rien aperçu qui puisse justifier une aussi singulière conclusion. Aussi, d'une part, les savants ont relégué la lune rousse parmi les préjugés populaires, tandis que, d'autre part, les agriculteurs sont restés convaincus de l'exactitude de leurs observations.

Le physicien Wells a constaté le premier que les objets peuvent acquérir la nuit une température différente de celle de

l'atmosphère dont ils sont entourés. Ce fait important est aujourd'hui démontré. Si l'on place en plein air de petites masses de coton, d'édredon, etc., on trouve souvent que leur température est de 6, de 7 et même de 8 degrés centigrades au-dessous de la température de l'atmosphère ambiante. Les végétaux sont dans le même cas. Il ne faut donc pas juger du froid qu'une plante a éprouvé la nuit par les seules indications d'un thermomètre suspendu dans l'atmosphère. La plante peut être fortement gelée, quoique l'air se soit constamment maintenu à plusieurs degrés au-dessus de zéro.

Ces différences de température ne se produisent que par un temps parfaitement serein. Si le ciel est couvert, la différence disparaît tout à fait ou devient insensible.

Eh bien! dans les nuits d'avril et de mai, la température de l'atmosphère n'est souvent que de 4, 5 ou 6 degrés au-dessus de zéro. Quand cela arrive, les plantes exposées à la lumière de la Lune, c'est-à-dire à un ciel serein, peuvent se geler malgré le thermomètre. Si la Lune, au contraire, ne brille pas, si le ciel est couvert, la température des plantes ne descendant pas au-dessous de celle de l'atmosphère, il n'y aura pas de gelée, à moins que le thermomètre n'ait marqué zéro. Il est donc vrai, comme les jardiniers le prétendent, qu'avec des circonstances thermométriques toutes pareilles, une plante pourra être gelée ou ne l'être pas, suivant que la Lune sera visible ou cachée derrière les nuages; s'ils se trompent c'est seulement dans les conclusions: c'est en attribuant l'effet à la lumière de l'astre. La lumière lunaire n'est ici que l'indice d'une atmosphère sereine; c'est par suite de la pureté du ciel que la congélation nocturne des plantes s'opère; la Lune n'y contribue aucunement; qu'elle soit couchée ou sur l'horizon, le phénomène a également lieu.

C'est ainsi que se produit la *rosée*. Par l'effet du rayonnement nocturne, les corps exposés en plein air se refroidissent,

et ce refroidissement condense sur eux la vapeur d'eau répandue dans l'atmosphère. La rosée ne descend pas du ciel ni ne s'élève pas de la Terre. Un léger abri, une feuille de papier, un nuage suffit pour s'opposer au rayonnement et empêcher la rosée comme la gelée.

On attribue aussi à la Lune le pouvoir de dévaster les vieux édifices. Le clair de lune semble préférer les ruines et les solitudes, et l'esprit lui associe les dévastations causées par la pluie et par le Soleil. Examinez les tours Notre-Dame de Paris et comparez avec soin le côté du sud au côté du nord, vous constaterez que le premier est incomparablement plus usé, plus vermoulu que le second. Les gardiens vous diront que « c'est la Lune. » Or, comme cet astre suit dans le ciel le même chemin que le Soleil, il serait assurément fort difficile de faire la part de chacun; mais si l'on réfléchit que la pluie et le vent arrivent précisément du même côté, on ne pourra pas douter un seul instant que ce sont là les agents destructeurs, joints à la chaleur solaire, et que la Lune en est fort innocente.

Autre point maintenant. *La Lune mange les nuages*; tel est le dicton fort répandu en France parmi les habitants de la campagne, et surtout parmi les gens de mer. Ce dicton, exprimé en termes plus précis, peut se formuler ainsi : Les nuages tendent à se dissiper quand les rayons de la Lune les frappent. Est-il permis de regarder cette opinion comme un préjugé indigne d'examen, lorsqu'on voit un savant tel que sir John Herschel se porter garant de son exactitude?

On a dit que la lumière lunaire n'est pas absolument dans le même état à la surface de la Terre où se sont fait généralement les expériences des lentilles et des miroirs réfléchissants, et dans les hauteurs aériennes où planent les nuages. Quand la Lune est pleine, elle a éprouvé depuis plusieurs jours, sans interruption, l'action calorifique du Soleil. Sa température est

très élevée. La vapeur d'eau qui constitue les nuées peut être dans cet état d'équilibre instable où la plus légère influence peut transformer les globules visibles en globules invisibles. Il n'y a pas moins d'eau pour cela dans l'atmosphère, je l'ai maintes fois constaté en ballon; mais les nuages disparaissent, parce que la vapeur passe de l'état visible à l'état invisible. Il n'est donc pas impossible que les observations des marins et de plusieurs savants ne soient pas dues à de simples coïncidences, mais soient basées sur un fait réel. Mais j'ai souvent observé en plein soleil que les nuages légers diminuent et disparaissent en quelques minutes, par suite de leur changement d'altitude. Dans ce cas la Lune n'y serait pour rien, et servirait seulement à faire voir le fait.

Ajoutons que la lumière lunaire émet des rayons chimiques. Depuis la découverte de la photographie, on sait que la Lune agit sur les plaques sensibilisées, et se peint elle-même avec la plus grande fidélité.

Quant à l'*influence de la Lune sur le temps*, l'action lumineuse ou calorifique de notre satellite est si faible, qu'elle n'explique nullement les préjugés populaires sur les phases, avec lesquelles elle se trouve nécessairement en relation. A l'époque de la nouvelle lune, le globe lunaire ne nous envoie ni rayons de lumière ni rayons calorifiques; à la pleine lune, au contraire, correspond le maximum des effets de ce genre. Et, entre ces deux périodes, c'est par gradations insensibles que l'action augmente ou diminue; de sorte qu'on ne voit pas quelle pourrait être la cause des changements brusques supposés. D'ailleurs, avant de chercher les raisons de ces changements, il faudrait que l'observation les eût constatés, ce qui n'a été encore clairement établi par personne.

Arago a trouvé qu'à Paris le maximum des jours pluvieux arrive entre le premier quartier et la pleine lune et le minimum entre le dernier quartier et la nouvelle lune. Schübler a trouvé

le même résultat pour Stuttgart. Mais A. de Gasparin a trouvé le contraire pour Orange, et Poitevin encore autre chose pour Montpellier. Il est donc probable que ces résultats dépendent uniquement de la variation du temps, quelle qu'elle soit, et ne prouvent rien pour la Lune.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut encore rien baser sur les phases de la Lune. Ce qui fait qu'un grand nombre de cultivateurs et de marins donnent la première place aux quatre phases de la Lune pour la réglementation du temps, c'est qu'ils n'y regardent pas à un ou deux jours près, avant ou après, remarquent une coïncidence, et n'en remarquent pas dix qui n'arrivent pas.

La prévision du temps à longue échéance ne saurait donc inspirer aucune confiance, en tant que basée sur les mouvements de la Lune. Cette prévision du temps ne peut, du reste, être basée davantage sur d'autres documents. Actuellement, il est absolument stérile d'aventurer des conjectures sur le beau ou le mauvais temps, une année, un mois, une semaine même à l'avance.

L'esprit humain, l'esprit populaire surtout, est ainsi fait, qu'il a besoin de croire, lors même que l'objet de sa croyance n'est démontré ni réel ni rationnel, et il semble que les savants devraient toujours être en état de répondre à toutes les questions. On connaît l'histoire de cette dame qui, au milieu d'un élégant salon, demandait à un académicien : Qu'y a-t-il donc derrière la Lune? — Madame, je ne sais pas. — Mais à quoi est due la persistance des pluies cette année? — Madame, je l'ignore. — Et pensez-vous qu'il y ait des habitants dans la planète Jupiter et qu'ils soient faits comme nous? — Madame, je n'en sais rien. — Comment, Monsieur, vous plaisantez! à quoi cela sert-il donc d'être si savant? — Madame, à répondre quelquefois qu'on ne sait rien.

Il n'y a assurément aucune fausse honte à avouer son igno-

rance sur les questions auxquelles personne ne peut dire . *Je le sais*. A quoi tient le grand succès des almanachs de Mathieu Laensberg, qui dure depuis l'an 1636? Evidemment aux prédictions banales qui y sont insérées. Lorsqu'on spéculé sur la crédulité humaine, on est toujours sûr de réussir; les prédictions ont beau être démenties, le public n'en continue pas moins à consulter le fameux almanach. D'ailleurs, en fait de proverbes, de prédictions et de superstitions, la mémoire reste frappée d'un cas sur cent dans lequel prédictions ou proverbes se réalisent, et on laisse passer inaperçus les quatre-vingt-dix-neuf autres cas. La situation des personnages sur lesquels portent la prédiction joue aussi un rôle important. Ainsi, dans l'almanach pour 1774, Mathieu Laensberg avait annoncé que, d'après la position de Vénus, une dame des plus favorisées jouerait son dernier rôle dans le mois d'avril. Précisément ce mois-là Louis XV fut atteint de la petite vérole, et la Dubarry fut expulsée de Versailles. Il n'en fallut pas davantage pour donner à l'almanach de Liège un redoublement de faveur.

L'Académie de Berlin avait anciennement pour principal revenu le produit de la vente de son almanach. Honteux de voir figurer dans cette publication des prédictions de tout genre, faites au hasard, ou qui, du moins, n'étaient fondées sur aucun principe acceptable, un savant distingué proposa de les supprimer et de les remplacer par des notions claires, précises et certaines, sur des objets qui lui semblaient devoir intéresser le plus le public; on essaya cette réforme, mais le débit de l'almanach fut tellement diminué, et, conséquemment, les revenus de l'Académie tellement affaiblis, qu'on se crut obligé de revenir aux premiers errements et de redonner des prédictions auxquelles les auteurs ne croyaient pas eux-mêmes.

Au surplus, le recueil astronomique de France, qui donne tous les ans, depuis deux siècles, les positions du Soleil, de la

Lune, des planètes et des principales étoiles dans le ciel, n'a-t-il pas eu, comme tous les almanachs, une origine plutôt météorologique qu'astronomique, et n'induit-il pas en erreur le public incompétent qui le juge sur son étiquette, puisqu'il s'appelle la *Connaissance des Temps*? Or, ce recueil de calculs ne s'occupe aucunement des temps, dans le sens général attaché à ce mot. Mais ce titre-là en impose.

C'est une jolie histoire, l'histoire de ce prédicateur qui parlait contre la loterie : « Parce qu'on aura rêvé, disait-il, trois numéros (et il les nommait), on prive sa famille du nécessaire et les pauvres de leur part pour mettre à la loterie. » Au sortir du sermon, une bonne femme s'approche de lui : « Mon père, dit-elle, j'ai entendu les deux premiers numéros; quel est donc le troisième?... »

Le public attache encore à la Lune des influences sur le système nerveux, sur les arbres, la coupe des bois, la semaille de certains légumes, la ponte des œufs, etc. De toutes les questions que j'ai faites aux partisans de cette influence, il résulte qu'*aucun* ne m'a jamais affirmé avoir fait lui-même *une seule expérience concluante*.

Sans que nous puissions nier d'une manière absolue la réalité à quelques-unes des influences qui ne sont pas démontrées, l'observation et la discussion ne nous autorisent pas à partager les croyances populaires. On accuse quelquefois les savants de ne pas vouloir se rendre à l'évidence; mais ici l'évidence est loin d'être réelle. Sans rien nier *a priori*, la science ne peut admettre que ce qui est *constaté*.

IX. — Les Éclipses.

Nous arrivons ici à l'un des phénomènes célestes les plus frappants et les plus populaires. Lorsqu'au milieu d'un beau

jour, par un ciel pur et sans nuages, le disque éblouissant du Soleil, rongé par un dragon invisible, diminue peu à peu d'étendue, arrive à un mince filet de lumière blafarde et disparaît entièrement, comment ne serait-on pas impressionné de cette mystérieuse extinction? Si l'on ignore que ce fait est dû à l'interposition momentanée de la Lune devant l'astre lumineux, et qu'il est un résultat inévitable du mouvement régulier de notre satellite, comment ne craindrait-on pas la prolongation de cette nuit extraordinaire, comment n'imaginerait-on pas l'œuvre d'un génie malfaisant ou ne redouterait-on pas la manifestation de la colère divine? C'est en effet là l'impression générale que l'on remarque chez tous les peuples ignorants, et dans tous les siècles : pour la plupart d'entre eux un dragon invisible mange le Soleil. L'impression causée par une éclipse de Lune est du même ordre, en ce qu'elle semble aussi manifester quelque dérangement dans l'harmonieuse régularité apparente des mouvements célestes.

Rappelons par exemple ce qui se passa, en France même, à propos de l'annonce d'une éclipse de soleil pour le 21 août 1724. Pour l'un, elle présageait un grand bouleversement des États et la ruine de Rome ; pour l'autre, il s'agissait d'un nouveau déluge universel ; pour un troisième, il n'en devait résulter rien moins qu'un embrasement du globe ; enfin, pour les moins exagérés, elle devait empester l'air. La croyance à ces terribles effets était si générale que, sur l'ordre exprès des médecins, une multitude de gens épouvantés se renfermèrent dans des caves bien closes, bien échauffées et bien parfumées pour se mettre à l'abri de ces mauvaises influences. Petit raconte que le moment décisif approchait, que la consternation était à son comble, et qu'un curé de campagne, ne pouvant plus suffire à confesser ses paroissiens, qui se croyaient à leur dernière heure, se vit obligé de leur dire au prône « de ne pas tant se presser, attendu qu'en raison de l'affluence des pénitents

'éclipse avait été remise à quinzaine. » Ces bons paroissiens ne firent pas plus de difficulté pour croire à la remise de l'éclipse qu'ils n'en avaient fait pour croire à son influence néfaste.

L'histoire rapporte une foule de traits mémorables sur lesquels les éclipses ont eu la plus grande influence. Alexandre, avant la bataille d'Arbèles, faillit voir son armée mise en déroute par l'apparition d'un phénomène de ce genre. La mort du général athénien Nicias et la ruine de son armée en Sicile, qui commencèrent la décadence d'Athènes, eurent pour cause une éclipse de lune. On sait comment Christophe Colomb, menacé de mourir de faim, à la Jamaïque, avec sa petite armée, trouva le moyen de se procurer des vivres en menaçant les Caraïbes de les priver désormais de la lumière de la Lune. L'éclipse était à peine commencée qu'ils se rendaient à lui. C'est l'éclipse du 1^{er} mars 1504, observée en Europe par plusieurs astronomes et arrivée à la Jamaïque à six heures du soir. Nous ne rapporterons pas les autres faits de cette nature, dont les histoires fourmillent, et qui sont connus de tout le monde.

Les éclipses ne causent plus de frayeur à personne depuis que l'on sait qu'elles sont une conséquence naturelle et inévitable des mouvements combinés des trois grands corps célestes : le Soleil, la Terre et la Lune; depuis que l'on sait surtout que ses mouvements sont réguliers et permanents, et que l'on peut prédire, au moyen du calcul, les éclipses qu'ils produiront dans l'avenir, de même que l'on peut retrouver celles qu'ils ont produites dans le passé. Ainsi, un astronome de la fin du siècle dernier, Pingré, l'auteur de la *Cométographie*, a calculé les dates précises de toutes les éclipses qui sont apparues depuis trois mille ans.

Chacun sait aujourd'hui que c'est la Lune qui, en tournant autour de la Terre, produit tantôt une éclipse de soleil lors-

qu'elle s'interpose entre le Soleil et la Terre, tantôt une éclipse de lune lorsqu'elle se place derrière la Terre par rapport au Soleil. Ces deux phénomènes sont de nature différente. Dans une éclipse de soleil, la Lune masque le Soleil en totalité ou en partie, pour certains points de la surface de la Terre; l'éclipse se présente avec tel ou tel caractère, suivant qu'on est placé en tel ou tel lieu pour l'observer. Ici, elle est totale ou annulaire; là elle n'est que partielle, et la partie cachée du Soleil est plus ou moins grande; plus loin, on n'aperçoit pas de traces de l'éclipse. Dans une éclipse de lune, au contraire, notre satellite cesse en totalité ou en partie d'être éclairé par le Soleil, à cause de l'interposition de la Terre entre ces deux corps; et cette privation de lumière s'aperçoit de tous les points de l'hémisphère terrestre qui est tourné du côté de la Lune à ce moment.

On comprend tout de suite par là que l'annonce anticipée d'une éclipse de lune présente beaucoup moins de complications que celle d'une éclipse de Soleil, puisque, pour la première, on n'a qu'à indiquer les circonstances générales du phénomène, qui sont les mêmes pour tous les observateurs; tandis que, pour la seconde, l'indication des circonstances générales est loin de suffire, en raison des variétés d'aspect et du défaut de simultanéité de ce phénomène pour les divers observateurs répandus sur la Terre. Aussi les anciens, qui étaient extrêmement loin de connaître le mouvement de la Lune avec autant de précision que nous, n'avaient-ils pas le moyen de prédire exactement les éclipses de soleil. Ils prédisaient seulement les éclipses de lune, en se fondant sur ce qu'elles se reproduisent à très peu près périodiquement, présentant les mêmes caractères et le même espacement entre elles, tous les 18 ans 11 jours; en sorte qu'il suffisait d'avoir observé et enregistré toutes celles qui s'étaient produites dans une pareille période de temps, pour annoncer avec certitude celles qui devaient se produire dans la période suivante.

Maintenant, au contraire, avec la connaissance beaucoup plus précise que nous avons du mouvement de la Lune et aussi de celui du Soleil, nous sommes en mesure de calculer et d'annoncer, un grand nombre d'années et même de siècles à l'avance, non seulement les circonstances générales des éclipses de lune et aussi des éclipses de soleil, mais encore toutes les particularités que ces dernières éclipses doivent présenter dans un tel lieu qu'il nous plaira de choisir sur la Terre. Nous pouvons de même, par un examen rétrospectif, nous rendre compte de toutes les circonstances qu'une éclipse ancienne a dû présenter dans telle ou telle localité, et trouver la date précise de certains événements historiques dont l'époque est un sujet de discussion. Une éclipse *totale* de soleil est une véritable rareté pour un lieu déterminé. (Ainsi, par exemple, il n'y en a pas eu à Paris depuis l'an 1724). Hérodote raconte qu'au moment d'une bataille entre les Lydiens et les Mèdes, une éclipse totale de soleil arrêta net les combattants stupéfaits, et mit fin à la guerre. Eh bien ! les historiens hésitaient pour cette date depuis l'an 626 avant notre ère jusqu'à l'an 583 : le calcul astronomique prouve que cette bataille a eu lieu le 28 mai de l'an 585 avant J.-C.

Expliquons en quelques mots ces phénomènes.

Les éclipses de soleil arrivent toujours au moment de la nouvelle lune, et les éclipses de lune au moment de la pleine lune. Cette circonstance a depuis longtemps fait connaître la cause à laquelle on devait les attribuer. Au moment de la nouvelle lune, la Lune, passant entre la Terre et le Soleil, peut dérober à nos regards une portion plus ou moins grande de cet astre. Au moment de la pleine lune, au contraire, la Terre se trouve entre le Soleil et la Lune ; elle peut donc empêcher les rayons solaires d'arriver sur la surface de ce dernier corps. Tout s'explique facilement ainsi.

Si la Lune tournait autour de la Terre dans le même plan

LA LUNE.

que la Terre autour du Soleil, elle s'éclipserait dans notre ombre à chaque pleine lune, et éclipserait le Soleil à chaque nouvelle lune, comme on le voit sur cette figure. Mais elle passe quelquefois au-dessus et quelquefois au-dessous du cône d'ombre, et elle ne peut être éclipsée que lorsqu'elle pénètre dans cette ombre.

On se rendra très facilement compte de la production des éclipses par l'examen de cette figure. Le Soleil est représenté au sommet du dessin. On voit, dans la partie inférieure, la Terre accompagnée de la Lune. Celle-ci tourne, comme nous l'avons vu, autour de la Terre. Lorsqu'elle passe, au moment de la pleine lune (partie inférieure de son orbite), à travers l'ombre de notre globe, elle ne reçoit plus la lumière du Soleil : c'est une *éclipse de lune*, totale ou partielle, suivant que notre satellite est totalement ou partiellement immergé dans notre ombre. De chaque côté du cône d'ombre complète, il y a une pénombre (que l'on s'expliquera en suivant les lignes ponctuées) due à ce qu'une partie seule-

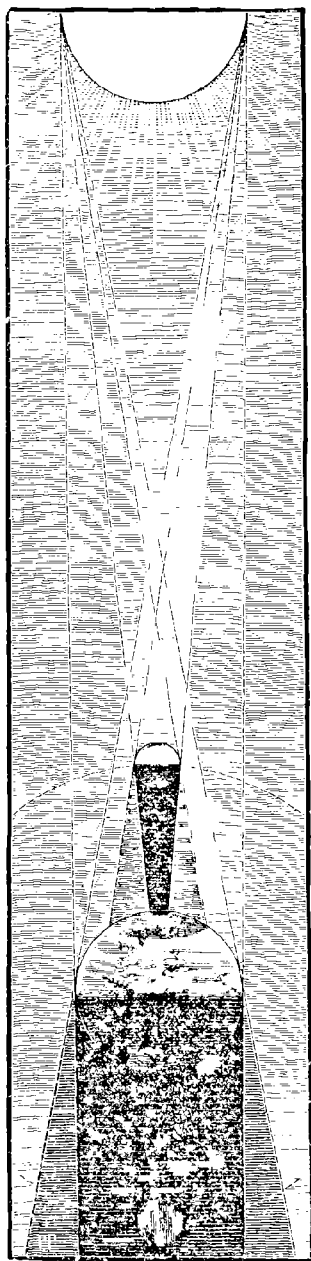


Fig. 10. — Théorie des éclipses.

ment de la lumière solaire pénètre dans cette région. Une seconde pénombre est produite par l'atmosphère qui entoure notre globe. D'autre part, lorsqu'au moment de la nouvelle lune, notre satellite passe juste devant le Soleil, son ombre descend sur nous et dessine sur notre globe un petit cercle qui voyage sur les différents pays, suivant le mouvement de rotation de la Terre. Tous les pays sur lesquels passe cette ombre ont le soleil masqué pendant un certain temps : c'est l'*éclipse de soleil, totale* si la Lune se trouve assez rapprochée de nous pour que son diamètre apparent surpasse celui du Soleil, *annulaire* si elle se trouve alors dans la région de son orbite la plus éloignée et est plus petite que le disque solaire, *partielle* si les centres de la Lune et du Soleil ne coïncident pas, et si la Lune ne masque le Soleil que par côté.

Telle est la théorie générale des éclipses. Examinons maintenant les détails du phénomène, et commençons par les ECLIPSES DE LUNE.

Quoique la Lune soit très petite comparativement au Soleil, elle sous-tend à peu près le même angle, parce qu'elle est beaucoup plus proche; il arrive même, à raison des changements de distance des deux astres à la Terre, qu'ils se surpassent successivement en grandeur apparente, et que la Lune offre un diamètre tantôt plus grand et tantôt plus petit que celui du Soleil.

Constatons maintenant que la Terre projette derrière elle, à l'opposite du Soleil, un cône d'ombre dont la longueur est de 108 fois le diamètre de notre globe, ou de 344 000 lieues. Là il finit en pointe. A la distance moyenne de la Lune, de 96 000 lieues, l'ombre de la Terre est un peu plus de deux fois (2,2) plus large que la Lune. Quand notre compagne nocturne traverse cette ombre, elle s'éclipse.

Au début d'une éclipse totale de lune, on remarque un affaiblissement de sa lumière d'abord léger, puis de plus en

plus marqué ; à ce moment, la Lune entre, ou est entrée depuis quelque temps dans la pénombre. Puis une petite échancrure se forme sur le bord, et peu à peu elle envahit la partie lumineuse du disque. La forme en est circulaire, et c'est une des premières preuves que l'on a eues de la sphéricité de la Terre, l'ombre ayant évidemment la même forme que le profil de l'objet qui la produit.

La couleur de l'ombre est d'abord celle d'un noir grisâtre, qui ne permet de rien voir de la partie éclipsée ; mais, à mesure que l'ombre envahit le disque lunaire, une teinte rouge le recouvre de plus en plus, et les détails des taches principales deviennent visibles. Entre le croissant lumineux et le centre rougeâtre de l'ombre s'étend une bande d'un gris bleu. Dès que l'éclipse est totale, le rouge devient plus intense et se répand aussitôt sur tout le disque. La Lune peut rester éclipsée près de deux heures. Après avoir traversé toute la largeur de l'ombre de la Terre, elle reparait en offrant d'abord un mince croissant lumineux, qui s'élargit insensiblement. Son mouvement propre autour de nous ayant lieu de l'ouest à l'est, c'est-à-dire de la droite vers la gauche, c'est par son côté gauche ou oriental qu'elle pénètre dans notre ombre et qu'elle commence à s'éclipser, et c'est également ce côté-là qui revient le premier au soleil.

La Lune ne disparaît presque jamais complètement dans les éclipses totales. La raison de ce fait est dans la réfraction des rayons solaires, qui, traversant les couches inférieures les plus denses de l'atmosphère de la Terre, se brisent et projettent jusqu'à la Lune les teintes empourprées de nos soleils couchants. Elle est pourtant devenue quelquefois complètement invisible ; on cite comme exemple de ce fait les éclipses de 1642, 1761 et 1816 : il était impossible de trouver dans le ciel la place de la Lune. D'autres fois, la visibilité, sans être nulle, est très imparfaite. Quelquefois, au contraire, comme en 1703

CYCLE COMPLET DES ÉCLIPSES DE LUNE

MOYEN FACILE D'EN CALCULER LE RETOUR



L'Éclipse du

	h. m.		h. m.
23 janvier	1842. Partielle, visible à Paris, à	7 février	1860. Partielle, visible à Paris, à
2 juillet	1842. Partielle, invisible à Paris.	1 ^{er} août	1 60. Partielle, invisible à Paris
7 décembre	1843. Partielle, visible à Paris.	17 décembre	1861. Partielle, en partie visible.
31 mai	1844. Totale, visible.	12 juin	1862. Totale, invisible.
24 novembre	1844. Totale, visible.	6 décembre	1862. Totale, en partie visible.
21 mai	1845. Totale invisible.	1 ^{er} juin	1863. Totale, visible.
14 novembre	1845. Partielle, visible.	25 novembre	1863. Partielle, en partie visible.
	1846. <i>Pas d'éclipse de lune.</i>		1864. <i>Pas d'éclipse de lune.</i>
31 mars	1847. Partielle, visible.	11 avril	1865. Partielle, en partie visible.
24 septembre	1847. Partielle, invisible.	4 octobre	1865. Partielle, visible.
19 mars	1848. Totale, visible.	31 mars	1866. Totale, en partie visible.
13 septembre	1848. Totale, en partie visible.	24 septembre	1866. Totale, invisible.

9 mars.	1849. Partielle, visible.	1 5 matin.	20 mars.	1867. Partielle, invisible.	8 55 matin.
2 septembre.	1849. Partielle, invisible.	5 19 soir.	13 septembre.	1867. Partielle, visible.	minuit 36
	1850. <i>Pas d'éclipse de lune</i>		1868. <i>Pas d'éclipse de lune</i>		
17 janvier.	1851. Partielle, en partie visible.	4 59 soir.	27 janvier.	1869. Partielle, visible.	1 48 matin.
13 juillet.	1851. Partielle, invisible.	7 30 matin.	23 juillet.	1869. Partielle, invisible.	2 12 soir.
7 janvier.	1852. Totale, en partie visible.	6 19 matin.	17 janvier.	1870. Totale, en partie visible.	2 56 soir.
1er juillet.	1852. Totale invisible.	3 35 soir.	12 juillet.	1870. Totale, visible.	10 44 soir.
20 décembre.	1852. Partielle, invisible.	1 12 soir.	6 janvier.	1871. Partielle, invisible.	9 26 soir.
21 juin.	1853. Partielle, invisible.	6 11 matin.	2 juillet.	1871. Partielle, invisible.	1 37 soir.
12 mai.	1854. Partielle, invisible.	8 55 soir.	22 mai.	1872. Partielle, visible.	11 28 soir.
4 novembre.	1854. Partielle, visible.	9 23 soir.	15 novembre.	1872. Partielle, visible.	5 29 matin.
2 mai.	1855. Totale, en partie visible.	4 44 matin.	12 mai.	1873. Totale, invisible.	11 30 matin.
25 octobre.	1855. Totale, en partie visible.	7 38 matin.	4 novembre.	1873. Totale, en partie visible.	4 0 soir.
21 avril.	1856. Partielle, invisible.	9 16 matin.	1er mai.	1874. Partielle, invisible.	4 12 soir.
13 octobre.	1856. Presque totale (99 cent.), vis. 11 3 soir.		25 octobre.	1874. Totale, en partie visible.	7 25 matin.
	1857. <i>Pas d'éclipse de lune.</i>		1875. <i>Pas d'éclipse de lune.</i>		
27 février.	1858. Partielle, visible.	10 23 soir.	10 mars.	1876. Partielle, en partie visible.	6 30 matin.
24 août.	1858. Partielle, invisible.	2 30 soir.	3 septembre.	1876. Partielle, visible.	9 32 soir.
17 février.	1859. Totale, invisible.	10 32 matin.	27 février.	1877. Totale, en partie visible.	7 26 soir.
13 août.	1859. Totale, invisible.	4 43 soir.	23 août.	1877. Totale, visible.	11 21 soir.
7 février.	1860. Partielle, visible.	2 38 matin.	17 février.	1878. Partielle, visible.	11 20 matin.
1er août.	1860. Partielle, invisible.	5 34 soir.	13 août.	1878. Partielle, invisible.	0 17 matin.

Et ainsi de suite, l'éclipe suivante, du 17 décembre 1861 (= 7 décembre 1843) est revenue le 28 décembre 1879, etc.

et 1848, la Lune est restée si éclairée, qu'on pouvait douter qu'elle fût éclipsée. L'explication de ces circonstances est dans l'état particulier de l'atmosphère sur toute la périphérie terrestre comprenant les lieux où le Soleil se lève et se couche au moment de l'éclipse.

Les éclipses de Lune étant uniquement dues aux dispositions que le Soleil et la Lune occupent, l'un par rapport à l'autre, dans le ciel, on conçoit que la connaissance des lois du mouvement de ces deux astres doit permettre, non seulement de calculer d'avance les époques auxquelles ces phénomènes doivent se produire, mais encore de prédire les diverses circonstances qu'ils doivent présenter. Nous allons donner une idée de la marche suivie par les astronomes pour atteindre ce but

Nous avons déjà vu qu'on appelle « ligne des nœuds » la ligne d'intersection où le plan de l'orbite lunaire coupe le plan de l'écliptique, et que ces deux plans font entre eux un angle de 5 degrés. Cette ligne tourne et revient dans la même direction relativement au Soleil au bout de 223 lunaisons, ou 6 585 jours, ou 18 ans et 11 jours. Comme les éclipses ne se produisent que lorsque la pleine lune et la nouvelle lune arrivent sur cette ligne, il faut et il suffit d'enregistrer toutes les éclipses qui se produisent pendant cette période pour connaître toutes celles qui peuvent se produire indéfiniment. Cette méthode de prédiction des éclipses était déjà connue, il y a plus de deux mille ans, par les Chaldéens, et désignée sous le nom *Saros*.

Cette période n'est pas absolument mathématique. Elle peut servir à prédire qu'une éclipse arrivera à telle époque, mais non à faire connaître avec précision l'importance ni la durée de cette éclipse, qui diffère réellement un peu de l'éclipse antérieure avec laquelle elle devrait être identique si la période était exacte. Il peut même arriver qu'une éclipse partielle, très faible, ne se reproduise pas du tout au bout de 18 ans 11

jours, et aussi qu'une éclipse partielle se présente 18 ans 11 jours après une époque où il n'y en a pas eu. Aussi, l'emploi de cette période, qui constituait le seul moyen employé par les anciens pour ces prédictions, ne peut-il plus suffire, maintenant que les théories astronomiques permettent d'atteindre une précision incomparablement plus grande pour obtenir une première notion de la série des éclipses qui doivent arriver.

Au point de vue de « l'Astronomie populaire, » cette périodicité remarquable n'en est pas moins intéressante à constater, et je me suis fait un plaisir d'offrir à mes lecteurs le tableau ci-contre du *cycle de toutes les éclipses de la lune*. Il n'est personne qui n'en ait observé plusieurs, auxquelles se rattachent des souvenirs plus ou moins intimes.

L'inspection de cette liste (pp. 218-219) montre à la fois la valeur et l'insuffisance de cette méthode. Comme on le voit, les mêmes éclipses reviennent après 18 ans 11 jours et 7 ou 8 heures environ (l'heure inscrite est celle du milieu de l'éclipse). La date est diminuée d'un jour, lorsque dans l'intervalle il y a une année bissextile en plus; exemple : 7 février 1860-17 février 1878. La quantité dont la Lune est éclipsee est à peu près la même aussi; cependant, une éclipse partielle peut devenir totale; ainsi, celle du 13 octobre 1856, qui était des 99 centièmes du disque lunaire, a été totale le 25 octobre 1874, étant alors de 105 centièmes, c'est-à-dire un peu supérieure au disque lunaire. Les différences d'heures font la plus grande différence apparente pour le public, attendu qu'elles peuvent rendre l'éclipse visible ou invisible pour un lieu déterminé, selon que la Lune est levée ou couchée.

Par ce même cycle, nous pouvons calculer que :

L'éclipse du 12 juin 1862 reviendra le 22 juin 1880;
 Celle du 6 décembre 1862 reviendra le 16 décembre 1880;
 Celle du 4^r juin 1863 reviendra le 12 juin 1881;
 Celle du 25 novembre 1863 reviendra le 5 décembre 1880;
 Il n'y en aura pas en 1882;

et ainsi de suite.

Mais nous donnerons plus loin la liste de toutes les éclipses de soleil et de lune qui arriveront d'ici au vingtième siècle.

Nous arrivons maintenant aux *éclipses de soleil*.

La méthode dont nous venons de parler peut aussi servir à indiquer à l'avance qu'à telle ou telle époque il y aura une éclipse de soleil ; mais elle ne peut nullement faire savoir si l'éclipse sera visible ou non dans un lieu déterminé ; et, dans le cas où l'éclipse serait visible, elle ne peut pas faire connaître le degré d'importance qu'elle doit avoir.

Cette différence tient à ce que les éclipses de soleil et les éclipses de lune ne sont pas des phénomènes de même nature. Celles-ci sont dues à ce que l'astre des nuits perd réellement sa lumière, et elles sont visibles pour tous les points où la Lune se trouve au-dessus de l'horizon. Dans une éclipse de soleil, au contraire, l'astre du jour ne perd nullement sa lumière ; la Lune, en venant se placer devant lui, dérobe une portion de son disque aux observateurs, et cette portion est plus ou moins grande, suivant que l'observateur occupe telle ou telle position sur la Terre, laquelle, de plus, tourne sur elle-même et fait varier ainsi la marche de l'ombre à sa surface.

En certaines occasions très rares, une éclipse peut même être totale dans un lieu et annulaire dans un autre, lorsque les diamètres apparents du Soleil et de la Lune sont presque égaux, parce que la Lune ne se trouve pas à la même distance de tous les points de la surface terrestre.

On voit quelquefois des nuages isolés projeter leur ombre au milieu des plaines dont le soleil éclaire directement toutes les autres parties. Ces nuages étant habituellement en mouvement, leur ombre court sur les campagnes, souvent avec une assez grande rapidité. C'est exactement de la même manière que l'ombre de la Lune, dans les éclipses totales de soleil, se déplace sur la surface du globe terrestre, en allant d'un bord à l'autre de l'hémisphère éclairé. L'ombre d'un ballon en donne encore une image plus exacte.

Les astronomes déterminent toujours à l'avance les circonstances générales que doit présenter chaque éclipse de soleil sur l'ensemble de la surface de la Terre ; et, pour qu'on puisse saisir d'un coup d'œil les divers résultats auxquels ils sont parvenus, ils construisent une carte destinée à montrer la marche de l'éclipse sur le globe.

Si l'on expose au soleil pendant une éclipse partielle, une carte de visite percée d'un petit trou d'épingle et si l'on place en arrière un écran destiné à recevoir les rayons solaires qui traversent le trou, on voit sur cet écran une image du disque solaire avec l'échancrure produite par l'interposition de la Lune. Le feuillage des arbres laisse souvent passer quelques rayons du soleil, qui viennent éclairer certaines parties du sol, au milieu de l'ombre du feuillage. Les interstices des feuilles jouent alors le rôle que nous venons de signaler ; il en résulte que les parties du sol éclairées sont rondes ou ovales. Pendant les éclipses de soleil, l'échancrure plus ou moins prononcée du disque de l'astre se reproduit dans ces espaces clairs au milieu de l'ombre, et ils prennent la forme d'ellipses échancrées toutes du même côté et de la même quantité. Cette particularité offerte par l'ombrage des arbres pendant les éclipses est très facile à reconnaître.

Rendons-nous compte maintenant de la fréquence des éclipses de Soleil, et nous aurons ainsi la théorie complète de ces intéressants phénomènes.

Les tables du Soleil et de la Lune prouvent que, terme moyen, on peut observer sur toute la Terre 70 éclipses en dix-huit ans : 29 de lune et 41 de soleil. Jamais, dans une année, il n'y a plus de sept éclipses ; jamais il n'y en a moins de deux. Lorsqu'il n'y en a que deux, elles sont toutes deux de soleil.

Sur l'ensemble du globe, le nombre des éclipses de soleil est supérieur au nombre des éclipses de lune, presque dans le rapport de 3 à 2. Dans un lieu donné, au contraire, par la

LA LUNE.

raison que nous avons expliquée sur la visibilité constante des éclipses de lune pour tous les pays sur lesquels la Lune est levée, les éclipses de lune sont beaucoup plus fréquentes que celles de Soleil.

Dans chaque période de dix-huit ans, il y a, terme moyen, vingt-huit éclipses de soleil centrales, c'est-à-dire susceptibles de devenir, suivant les circonstances, annulaires ou totales; mais, comme la zone terrestre le long de laquelle l'éclipse peut avoir l'un ou l'autre de ces deux caractères est très étroite, dans un lieu donné les éclipses totales ou annulaires sont extrêmement rares.

Halley trouvait, en 1715, que, depuis 1140, c'est-à-dire dans une période de 575 ans, il n'y avait pas eu à Londres une seule éclipse totale de soleil. Depuis l'éclipse de 1715, Londres n'en a vu aucune autre. Montpellier, beaucoup mieux favorisé par la combinaison des éléments divers qui concourent à la production du phénomène, n'a eu depuis cinq cents ans, comme éclipses totales, que les quatre suivantes : 1^{er} janvier 1386, 7 juin 1415, 12 mai 1706, et 8 juillet 1842.

A Paris, pendant le xvii^e siècle, on n'a vu qu'une seule éclipse totale de soleil, celle de 1654; pendant le xviii^e, on n'a eu que celle de 1724. Dans le xix^e siècle, il n'y en a pas eu encore, et il n'y en aura pas.

Le calcul montre que la plus grande durée possible d'une éclipse de soleil, du commencement à la fin, est de 4 heures 29 minutes 44 secondes pour un lieu situé sur l'équateur, et de 3 heures 26 minutes 32 secondes sous le parallèle de Paris. L'éclipse *totale* ne peut pas durer plus de 7 minutes 58 secondes à l'équateur, et de 6 minutes 10 secondes à la latitude de Paris. Dans les éclipses annulaires, la Lune ne peut pas se projeter toute entière sur le disque du Soleil pendant plus de 12 minutes 24 secondes à l'équateur, et de 9 minutes 56 secondes à la latitude de Paris. On comprend d'ailleurs que les

durées de ces phénomènes passent par tous les états de grandeur au-dessous des limites qui viennent de leur être assignées.

	m. s.
L'éclipse totale de 1706 dura à Montpellier	4 10
— 1715 dura à Londres.	3 57
— 1724 dura à Paris.	2 16
— 1806 dura à Kinderhook, en Amérique.	4 37
— 1842 dura à Perpignan.	2 10
— 1851 dura à Dantzig.	2 56

La durée maximum de la totalité, lors des dernières grandes éclipses totales de soleil, a été :

	m. s.
Pour l'éclipse du 22 décembre 1870 (Algérie)	2 40
— 42 décembre 1871 (Australie).	4 22
— 46 avril 1874 (cap de Bonne-Espérance).	3 31
— 6 avril 1875 (Chine).	4 38
— 20 juillet 1878 (États-Unis).	3 11

Le cycle complet des éclipses de soleil est plus chargé que celui des éclipses de lune; mais il ne sera pas moins intéressant pour nos lecteurs de posséder ces données. Le voici :

CYCLE COMPLET DES ÉCLIPSES DE SOLEIL

1861

- 11 janvier. Éclipse annulaire, invisible à Paris, centrale en Australie.
 8 juillet. — annulaire, invisible à Paris, centrale en Cochinchine,
 31 décembre. — totale, partielle pour Paris, centrale en Algérie.

1862

- 27 juin. — partielle, inv. à Paris, vis. au cap de Bonne-Espérance.
 24 novembre — partielle, invis. à Paris, visible à 25° du pôle nord.
 21 décembre — partielle, invisible à Paris, visible au Japon.

1863

- 17 mai. — partielle, vis. à Paris, Europe et Amérique du Nord.
 11 novembre — annulaire, invisible à Paris, centrale au cap Horn.

1864

- 5 mai. Éclipse annulaire, presque totale, inv. à Paris. — Sibérie.
30 octobre. — annulaire, invisible à Paris, centrale au Mexique.

1865

- 25 avril. — totale, invisible à Paris, centrale en Afrique.
19 octobre. — annulaire, partielle pour Paris, centr. aux Etats-Unis.

1866

- 16 mars. — partielle, invisible à Paris, visible au Kamtchatka.
15 avril. — partielle, inv. à Paris, vis. au sud de l'hémisph. austral
8 octobre. — partielle, visible à Paris.

1867

- 6 mars. — annulaire, partielle pour Paris, centrale en Algérie.
29 août. — totale, invisible à Paris, centrale à Buenos-Ayres.

1868

- 23 février. — annulaire, partielle pour Paris, centrale à Lima.
18 août. — totale, invisible à Paris, centrale pour l'Indoustan.

1869

- 11 février. — annulaire, invisible à Paris, centrale au cap Horn.
7 août. — totale, invisible à Paris, centrale dans l'Asie du Nord

1870

- 31 janvier. — partielle, invisible à Paris. Pôle sud.
28 juin. — partielle, invisible à Paris. Nouvelle-Zélande.
28 juillet. — partielle, invisible à Paris. Sibérie.
22 décembre. — totale, partielle pour Paris, centrale en Algérie.

1871

- 17 juin. — annulaire, invisible à Paris. Nouvelle-Guinée.
12 décembre. — totale, invisible à Paris. Ceylan.

1872

- 6 juin. Éclipse annulaire, invisible à Paris, centrale au Japon.
 30 novembre. — totale, invisible à Paris. Océan Pacifique.

1873

- 26 mai. — partielle, visible à Paris. Amérique du Nord.
 20 novembre. — partielle, invisible à Paris. Iles Sandwich.

1874

- 16 avril. — totale, invis. à Paris, centrale au sud de l'Afrique.
 40 octobre. — annulaire, partielle pour Paris, cent. pour la Sibérie.

1875

- 6 avril. — totale, invisible à Paris, centrale en Chine.
 29 septembre. — annulaire, partielle pour Paris, centrale en Afrique.

1876

- 25 mars. — annulaire, invis. à Paris, centrale aux États-Unis.
 17 septembre. — totale, invisible à Paris, Océan Pacifique.

1877

- 45 mars. — partielle, invisible à Paris. Amérique du Nord.
 9 août. — partielle, invisible à Paris. Asie du Nord.
 7 septembre. — partielle, invisible à Paris. Amérique du Sud.

1878

- 2 février. — annulaire, inv. à Paris, centrale pour l'Océan Austral.
 29 juillet. — totale, invisible à Paris, centrale aux États-Unis.

1879

- 22 janv. (= 41 janv. 1864). Annulaire, inv. à Paris. Amérique du Sud.
 49 juill. (= 8 juill. 1861). Ann., part. pour Paris. Pl. gr. phase en Afric.

Voilà bien des chiffres; peu de poésie, assurément, et un tableau un peu sec sans doute; mais le moyen d'écrire en

vers une liste d'éclipses? Quelque versificateur didactique, quelque Delille contemporain pourrait peut-être essayer. Oh! que dis-je? Il n'y a rien de nouveau sous le soleil, et, en levant les yeux sur l'un des plus vénérables rayons de ma bibliothèque, n'y vois-je pas un poème latin en six chants sur les Eclipses, par l'abbé Boscovich (Paris, 1779, il y a justement cent ans), dédié à Louis XVI, auquel il prédit un règne sans éclipse!... Oui, on a chanté les éclipses, en vers et en prose; mais l'important pour nous était de les étudier au point de vue scientifique.

Plusieurs des éclipses de la liste précédente ont été de la plus haute importance pour l'étude de l'atmosphère solaire. Ce n'est, en effet, que dans ces rares et précieux moments où la Lune vient masquer complètement l'éblouissante lumière de l'astre du jour que l'on peut voir le merveilleux voisinage de cet astre, siège de circulations cosmiques inimaginables, de conflagrations extraordinaires, de chutes et d'éruptions formidables, que nous étudierons dans nos prochains chapitres, consacrés au Soleil.

Les plus importantes de ces éclipses pour l'observation des régions circumsolaires ont été celles des 18 août 1868, 22 décembre 1870, 12 décembre 1871, 16 avril 1874, 6 avril 1875 et 29 juillet 1878. Elles ont prouvé qu'il y a autour du Soleil une immense atmosphère d'hydrogène qui brûle sans cesse, dont la hauteur varie, et dans laquelle flottent des vapeurs métalliques, atmosphère traversée par des jets intermittents de matériaux lancés de l'intérieur du corps solaire. Au-dessus de cette atmosphère, tout autour de l'ardent foyer, circulent des corpuscules en nombre incalculable, emportés dans le tourbillon solaire. Nous ne pouvons nous former aucune image des mouvements impétueux qui s'agitent incessamment dans ces régions orageuses, mouvements si formidables que des masses beaucoup plus volumineuses que la Terre tout entière

sont déplacées, lancées, brisées, reproduites en quelques minutes!... Mais n'anticipons pas sur l'étude du Soleil

La liste précédente donne le cycle complet des éclipses de soleil. En le réunissant à celui des éclipses de lune, donné plus haut, nous avons ainsi la somme de *toutes les éclipses possible*. A l'inspection de cette table, on voit qu'à l'expiration de la série les mêmes phénomènes se reproduisent à 18 ans et 11 jours d'intervalle. Ainsi, la première éclipse de notre liste, celle du 11 janvier 1861, est revenue le 22 janvier 1879, celle du 8 juillet le 19 juillet 1879, et celle du 31 décembre 11 janvier 1880; et ainsi de suite. La différence essentielle à noter, c'est qu'elles ne sont pas visibles aux mêmes lieux.

Comme nous l'avons déjà dit, il n'y a eu dans tout notre siècle qu'une seule éclipse totale pour la France, celle de 1842. Voici toutes celles qui depuis cette époque ont été vues partielles en France, à des degrés divers :

Eclipses de soleil vues en France depuis l'éclipse totale de 1842.

1842.	8 juillet	Totale pour Perpignan, Montpellier, Marseille. Partielle pour Paris : 88 centièmes.
1845.	6 mai.	Partielle pour Paris : 30 centièmes. Annulaire au pôle nord.
1846.	25 avril. . . .	Partielle pour Paris : 30 centièmes. Annulaire pour les Antilles.
1847.	9 octobre. . . .	Annulaire pour Paris, le Havre, Naney, Lille, Auxerre, Besançon.
1851.	28 juillet	Partielle pour Paris, et une partie de la France. Totale en Islande.
1858.	15 mars.	Id. 90 centièmes. Annulaire en Angleterre.
1860.	18 juillet	Id. 85 — Totale en Espagne et en Algérie.
1861.	31 décembre . . .	Id. 54 — Totale en Algérie.
1863.	17 mai.	Id. 26 — Eclipse partielle.
1865.	19 octobre. . . .	Id. 35 — Totale aux États-Unis.
1866.	8 octobre. . . .	Id. 57 — Eclipse partielle.
1867.	6 mars.	Id. 79 — Annulaire en Algérie et en Italie.
1868.	23 février. . . .	Id. 3 — Annulaire à Lion.
1870.	22 décembre . . .	Id. 83 — Totale en Algérie.
1873.	26 mai.	Id. 29 — Eclipse partielle.
1874.	10 octobre. . . .	Id. 29 — Annulaire en Sibérie.
1875.	29 septembre. . .	Id. 12 — Lyon, 13; Marseille, 15; Bordeaux, 22. Annulaire en Afrique.
1879.	19 juillet	Id. 13 millièmes; Lyon, 11 centièmes; Toulouse, 15 Marseille, 18; Alger, 35. Annulaire en Afrique.

On voit que, sans être très rares, les éclipses partielles ne

sont pas bien fréquentes pour un même lieu, et ne se produisent qu'à des intervalles fort irréguliers. Il faut les saisir au vol, pour ainsi dire, et ne pas imiter ce trop présomptueux marquis du temps de Louis XV, qui, conduisant à l'Observatoire une élégante société féminine, un peu attardée par les petits soins de la toilette, arriva une demi-minute après la fin de l'éclipse. Comme les dames refusaient de descendre de leur carrosse, un peu fâchées contre les exigences de la coquetterie : Entrons toujours, Mesdames, s'écria le petit maître avec la plus fière assurance, M. de Cassini est un de mes meilleurs amis, et il se fera un véritable plaisir de recommencer l'éclipse pour nous ! — Cette anecdote a été rééditée en notre siècle sur le compte d'Arago.

De tous les phénomènes astronomiques, il en est peu qui aient autant frappé l'imagination humaine que les éclipses totales de soleil. Quel spectacle serait plus étrange, en effet, que celui de la disparition subite de l'astre du jour, en plein midi, au milieu du ciel le plus pur ! Lorsque l'humanité ignorait les causes naturelles d'un pareil effet, une telle disparition était considérée comme surnaturelle et l'on voyait avec terreur en elle une manifestation de la colère divine. Depuis que ces causes naturelles ont été découvertes et que ces phénomènes répondent à nos calculs avec la fidélité la plus obéissante, toute terreur surnaturelle a disparu des esprits cultivés, mais ce grandiose spectacle n'en impressionne pas moins le contemplateur. A l'heure prédite par l'astronome, on voit le disque brillant du Soleil s'entamer vers l'occident et un segment noir s'avancer lentement, ronger le disque solaire, avancer toujours, jusqu'à ce que ce disque soit réduit à la forme d'un mince croissant lumineux. En même temps, la lumière du jour diminue ; de toutes parts, une clarté sinistre et blafarde remplace la brillante lumière qui réjouissait la nature, et une immense tristesse descend sur le monde. Bien-

tôt il ne reste plus de l'astre radieux qu'un arc étroit de lumière, et l'espérance paraît ne pas vouloir s'envoler de cette Terre éclairée depuis si longtemps par le paternel Soleil. La vie semble encore rattachée au ciel par un fil invisible, quand soudain le dernier rayon du jour s'éteint, et une obscurité, d'autant plus profonde qu'elle est plus subite, se répand tout autour de nous, réduisant la nature entière à l'étonnement et au silence... Les étoiles brillent au ciel ! L'homme qui parlait encore et communiquait ses impressions en suivant attentivement le phénomène, jette un cri de surprise ; puis il devient silencieux, frappé de stupeur. L'oiseau qui chantait se blottit tremblant sous la feuille ; le chien se réfugie contre les jambes de son maître ; la poule couvre les poussins de ses ailes. La nature vivante se tait, muette d'étonnement. La nuit est arrivée, nuit parfois intense et profonde, mais le plus souvent incomplète, étrange, extraordinaire, la Terre restant vaguement éclairée par une clarté rougeâtre, renvoyée des régions lointaines de l'atmosphère situées en dehors du cône d'ombre lunaire qui produit l'éclipse. Quelquefois on a vu briller pendant l'éclipse toutes les étoiles de première et de seconde grandeur qui se trouvaient au-dessus de l'horizon, quelquefois seulement les plus brillantes et les planètes. La température de l'air s'abaisse rapidement de plusieurs degrés.

Mais quel merveilleux spectacle s'offre alors à tous les yeux dirigés vers le même point du ciel ! Au lieu du Soleil plane un disque noir entouré d'une glorieuse couronne de lumière. Dans cette couronne éthérée, on voit des rayons immenses diverger du Soleil éclipsé ; des flammes roses paraissent sortir de l'écran lunaire qui masque le dieu du jour. Pendant deux minutes, trois minutes, quatre minutes, l'astronome étudie cet étrange entourage rendu visible par le passage de la Lune devant le disque radieux, tandis que le peuple, surpris et toujours silencieux, semble attendre avec anxiété la fin d'un spec-

tacle qu'il n'a jamais vu et qu'il ne reverra plus. Soudain un jet de lumière, un cri de bonheur sorti de mille poitrines annoncent le retour du joyeux Soleil, toujours pur, toujours lumineux, toujours ardent, toujours fidèle. On croit entendre dans ce cri universel l'expression bien sincère d'une satisfaction non déguisée : « C'était bien vrai, le Soleil, le beau Soleil n'était pas mort, il était seulement caché; oui, le voici, tout entier, quel bonheur! et pourtant c'était bien curieux de le voir ainsi disparu un instant! »

La dernière éclipse *totale* de soleil qui ait été visible en France est celle du 8 juillet 1842, vue partielle à Paris, mais totale dans le midi de la France. J'avoue que je n'en ai pas été témoin oculaire, d'abord parce que je n'habitais pas la zone de l'éclipse *centrale*, ensuite et surtout à cause de mon extrême jeunesse (l'auteur avait alors quatre mois et onze jours!). — Mais celui qui fut plus tard mon maître par ses nobles et puis-sants écrits, François Arago, s'était rendu dans les Pyrénées-Orientales, son lieu de naissance, exprès pour l'observer, et voici un extrait de sa relation oculaire :

« L'heure du commencement de l'éclipse approchait. Près de vingt mille personnes, des verres enfumés à la main, examinaient le globe radieux se projetant sur un ciel d'azur. A peine, armés de nos fortes lunettes, commençons-nous à apercevoir la petite échancrure du bord occidental du Soleil, qu'un cri immense, mélangé de vingt mille cris différents, vint nous avertir que nous avions devancé seulement de quelques secondes l'observation faite à l'œil nu par vingt mille astronomes improvisés dont c'était le coup d'essai. Une vive curiosité, l'émulation, le désir de ne pas être prévenu semblaient avoir eu le privilège de donner à la vue naturelle une pénétration, une puissance inusitées. Entre ce moment et ceux qui précédèrent de très peu la disparition totale de l'astre, nous ne remarquâmes dans la contenance de tant de specta-

teurs rien qui mérite d'être rapporté. Mais lorsque le Soleil, réduit à un étroit filet, commença à ne plus jeter sur notre horizon qu'une lumière plus affaiblie, une sorte d'inquiétude s'empara de tout le monde ; chacun sentit le besoin de communiquer ses impressions à ceux dont il était entouré : de là un mugissement sourd semblable à celui d'une mer lointaine après la tempête. La rumeur devenait de plus en plus forte à mesure que le croissant solaire s'affaiblissait. Le croissant disparut enfin ; les ténèbres succédèrent subitement à la clarté, et un silence absolu marqua cette phase de l'éclipse, tout aussi nettement que l'avait fait le pendule de notre horloge astronomique. Le phénomène, dans sa magnificence, venait de triompher de la pétulance de la jeunesse, de la légèreté que certains hommes prennent pour un signe de supériorité, de l'indifférence bruyante dont les soldats font ordinairement profession. Un calme profond régna dans l'air ; les oiseaux ne chantaient plus. Après une attente solennelle d'environ deux minutes, des transports de joie, des applaudissements frénétiques saluèrent avec le même accord, la même spontanéité, la réapparition des premiers rayons solaires. Au recueillement mélancolique produit par des sentiments indéfinissables venait de succéder une satisfaction vive et franche, dont personne ne songeait à contenir, à modérer les élans. Pour la majorité du public, le phénomène était à son terme. Les autres phases de l'éclipse n'eurent guère de spectateurs attentifs, en dehors des personnes vouées aux études de l'Astronomie. »

Chaque observation d'éclipse présente des scènes analogues, plus ou moins variées. Lors de l'éclipse du 18 juillet 1860, on vit en Afrique, les femmes et les hommes se mettre les uns à prier, les autres à s'enfuir vers leurs demeures. On vit aussi des animaux se diriger vers les villages comme aux approches de la nuit, les canards se réunir en groupes serrés, les hirondelles se jeter contre les maisons, les papillons se cacher, les

fleurs et notamment celles de l'*Hibiscus africanus* fermer leurs corolles. En général, ce sont les oiseaux, les insectes et les fleurs qui parurent le plus influencés par l'obscurité due à l'éclipse

Lors de l'éclipse du 18 août 1868, que M. Janssen était allé observer dans l'Inde anglaise, les indigènes mis à sa disposition pour le servir se sauvèrent tous juste au moment où elle commença, et coururent *se baigner*. Un rite de leur religion leur commande de se plonger dans l'eau jusqu'au cou pour conjurer l'influence du mauvais esprit. Ils revinrent quand tout fut fini.

Pendant celle du 15 mai 1877, les Turcs avaient fait une véritable émeute, malgré leurs préparatifs de guerre avec la Russie, et tiraient des coups de fusil au Soleil pour le délivrer des serres du Dragon. Les journaux illustrés ont même représenté d'après nature cette scène fort curieuse pour notre époque.

Pendant celle du 29 juillet 1878, qui fut totale pour les Etats-Unis, un nègre, pris subitement d'un accès de terreur et convaincu de l'arrivée de la fin du monde, égorgea subitement sa femme et ses enfants. Durant cette éclipse, on remarquera autour du Soleil éclipsé par la Lune, une gloire lumineuse et d'immenses rayons qui s'élançaient dans l'espace. Trois étoiles étaient visibles à gauche du soleil : c'était Mercure, Régulus et Mars; deux se voyaient à droite : Castor et Pollux; une au-dessous : Procyon; et une à droite, en bas : Vénus. Il y en avait d'autres à côté du Soleil, que l'on a prises pour des planètes voisines de l'astre radieux; mais rien n'est moins sûr que cette observation.

Complétons cette longue notice sur les éclipses par le tableau de toutes celles qui arriveront d'ici à la fin du siècle. (Celles qui seront visibles à Paris sont marquées d'un *)

1886

- 5 mars. . . Eclipe annulaire de Soleil. . . Golfe du Mexique.
 *29 août. . . — totale de Soleil. . . Afrique occidentale.

1887

- 8 février. . Eclipe partielle de Lune . . . Hes Sandwich.
 22 février. . — annulaire de Soleil. . . Amérique du Sud.
 *3 août. . . — partielle de Lune . . . Arménie.
 *19 août. . . — totale de Soleil . . . Russie, Autriche.

1888

- *28 janvier. . Eclipe totale de Lune . . . France.
 41 février. . — partielle de Soleil . . . Pôle Sud.
 9 juillet . . — partielle de Soleil . . . Nouvelle-Zélande.
 *23 juillet . . — totale de Lune . . . Mississipi.
 10 août. . . — partielle de Soleil . . . Asie.

1889

- 4^r janvier. . Eclipe partielle de Soleil. . . Détroit de Behring.
 *17 janvier. . — partielle de Lune. . . États-Unis.
 *23 juin. . . — annulaire de Soleil. . . Madagascar.
 *12 juillet . . — partielle de Lune . . . Arménie.
 *22 décembre. — totale de Soleil . . . Afrique, Ste-Hélène.

1890

- *17 juin. . . Eclipe annulaire de Soleil. . . Cap Vert.
 12 décembre. — totale de Soleil . . . Ile Maurice.

1891

- *23 mai. . . Eclipe totale de Lune. . . Inde.
 * 6 juin. . . — partielle de Soleil . . . Pôle Nord.
 *16 novembre. — totale de Lune . . . Irlande.
 1^r décembre. — partielle de Soleil . . .

1892

- 26 avril. . . Eclipe totale de Soleil . . . Océan Pacifique.
 *11 mai. . . — partielle de Lune. . . France.
 20 octobre. . — annulaire de Soleil. . . États-Unis.
 * 4 novembre. — totale de Lune . . . Chine.

1893

- *16 avril . . . Eclipse totale de Soleil . . . Brésil.
 9 octobre. . . — annulaire du Soleil. . . Pérou.

1894

- 21 mars. . . . Eclipse partielle de Lune. . . . Nouvelle-Guinée.
 6 avril. . . . — annulaire de Soleil. . . . Egypte.
 *15 septembre. — partielle de Lune . . . Canada.
 *29 septembre. — totale de Soleil . . . Madagascar.

1895

- *16 mars. . . . Eclipse totale de Lune Barbades.
 *26 mars. . . . — partielle de Soleil Europe.
 *20 août. . . . — partielle de Soleil Asie.
 * 4 septembre. — totale de Lune. . . . Mississipi.
 18 septembre. — partielle de Soleil . . . Amérique du Sud.

1896

- 13 février. . . Eclipse annulaire de Soleil. . . Océan Austral.
 *28 février. . . — partielle de Lune . . . Perse.
 * 9 août. . . . — totale de Soleil Allemagne.
 23 août. . . . — partielle de Lune . . . Mexique.

1897

- 1^{er} février. . . Eclipse annulaire de Soleil. . . Nouvelle-Calédonie.
 19 juillet . . . — annulaire de Soleil. . . Barbades.

1898

- * 7 janvier. . . Eclipse partielle de Lune. . . . France.
 *22 janvier. . . — totale de Soleil Chine. .
 * 3 juillet . . . — partielle de Lune . . . Russie.
 *18 juillet . . . — annulaire de Soleil. . . Amérique du Sud.
 *27 décembre. — totale de Lune. . . . France.

1899

- 11 janvier. . . Eclipse partielle de Soleil. . . Asie.
 * 8 juin. . . . — partielle de Soleil . . . Europe.
 23 juin. . . . — totale de Lune Nouvelle-Guinée.
 *17 décembre. — partielle de Lune . . . Cap Vert.

1900

*28 mai. . . Éclipse totale de Soleil . . . Espagne.

*22 novembre. — annulaire du Soleil. . . Madagascar.

Je ne doute pas, mes chers lecteurs, que vous ne restiez sur cette planète avec moi jusqu'à la dernière, et que vous ne soyez à même de constater la vérité de ces prédictions. Malheureusement, pas une éclipse de soleil ne sera totale en France; mais, pour peu que nos inventions de vapeur et d'électricité continuent et que d'autres leur viennent en aide, la Terre ne sera bientôt plus qu'un seul pays, et l'on voyagera d'ici à Pékin avec beaucoup moins d'embarras qu'on n'en faisait pour aller au siècle dernier de Paris à Saint-Cloud.

La plus prochaine grande éclipse de soleil visible à Paris n'arrivera qu'en 1912 : encore ne sera-t-elle pas tout à fait totale. En 1927, 1961 et 1999, elles seront presque totales. Nous n'en aurons pas de totale pour Paris avant 2026. Londres n'en verra pas de totale avant 2090, encore la totalité n'arrivera-t-elle qu'un quart d'heure avant le coucher du Soleil. Pourvu, au moins, que le ciel anglais ne soit pas brumeux ce jour-là

FIN

TABLE

—

LIVRE PREMIER

LA TERRE

I. — La Terre dans le Ciel.	7
II. — Comment la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil. — Le jour et la nuit. — Les heures. — Les méridiens. — L'année et le calendrier.	21
III. — Comment la Terre tourne autour du Soleil. — Inclinaison de l'axe. — Saisons. — Climats.	36
IV. — Les dix principaux mouvements de la Terre. — La précession des équinoxes.	50
V. — Suite et fin des principaux mouvements de la Terre.	57
VI. — La Terre, planète et monde. — Démonstration théorique des mouvements de notre globe. — La vie sur la Terre.	65

LIVRE DEUXIÈME.

LA LUNE

I. — La Lune, satellite de la Terre. — Sa grandeur apparente. — Sa distance. — Comment on mesure les distances célestes.	89
II. — Les phases de la Lune. — La semaine.	108
III. — Les mouvements de la Lune autour de la Terre. — Poids et densité de la Lune. — La pesanteur sur les autres mondes. — Comment on a pesé la Lune.	118
IV. — Description physique de la Lune. — Les Montagnes, les Volcans, les Plainnes appelées mers. — Séléographie. — Carte de la Lune. — Les antiques révolutions lunaires.	129
V. — L'atmosphère de la Lune. — Conditions d'habitabilité du monde lunaire.	151
VI. — La Lune est-elle habitée?	166
VII. — Les Marées.	193
VIII. — Les influences de la Lune.	205
IX. — Les Eclipses.	210

FIN DE LA TABLE.

 Limoges. — Imp. E. ARDANT ET C^{ie}.

