

CHAPITRE XXI

LE SOLEIL

On a fait allusion fréquemment, dans le courant des chapitres précédents, aux effets de la chaleur solaire sur la terre. Mais on a parlé incidemment du soleil plutôt qu'on ne s'en est directement occupé, et on n'a rien dit, ou bien peu, de propos délibéré, du soleil lui-même. Nous nous proposons donc, dans ce dernier chapitre, d'esquisser ce que nous savons de la nature du soleil et de montrer qu'on peut regarder son influence comme la cause première de la plupart des phénomènes qu'expose au regard et à l'étude le bassin de la Seine.

Quand le soleil brille dans toute sa splendeur, il est trop éblouissant pour qu'on puisse le regarder sans protéger ses yeux. Mais vu à travers une atmosphère brumeuse ou un verre de couleur sombre, il offre l'apparence d'un disque lumineux, en général¹ de forme parfaitement circulaire et d'une surface entièrement homogène. Les dimensions de ce disque brillant ne restent cependant pas exactement les mêmes pendant toute l'année. On a

1. « En général, » parce que la forme du disque est altérée parfois par la réfraction atmosphérique, tandis que son uniformité est occasionnellement, quoique rarement, interrompue par des taches sombres assez larges pour être visibles à l'œil nu.

expliqué dans le dernier chapitre (p. 391) que, par suite de la forme de l'orbite de la terre, nous ne sommes pas toujours à la même distance du soleil, et que nous en sommes, par exemple, beaucoup plus rapprochés en décembre qu'en juillet. Cette variation dans l'éloignement du soleil cause une variation correspondante dans la grandeur apparente du disque solaire. Les dimensions apparentes d'un objet, comme chacun sait, varient avec la distance où l'on est placé pour le voir, si bien qu'un sou tenu à la longueur du bras peut réellement paraître plus large que le soleil tout entier.

Supposons qu'un objet soit placé en AB (fig. 123);

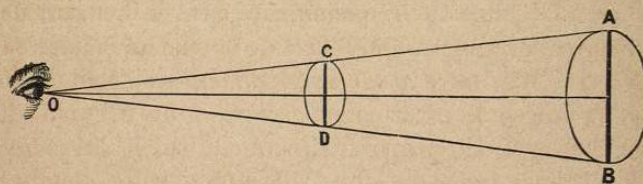


FIG. 123. — La grandeur apparente des objets dépend de l'angle visuel.

son diamètre apparent sera mesuré par l'angle des deux lignes, AO, BO, qui sont menées des extrémités opposées de l'objet au centre de l'œil. Un objet plus grand donnera un angle plus grand, un objet moindre un angle plus petit. La grandeur apparente d'un objet dépendra donc de l'angle visuel ainsi formé. Si un objet très petit, CD, s'interpose dans le rayon visuel, il peut se trouver placé de manière à sous-tendre précisément le même angle. Un objet très petit, posé près de l'œil, peut donc paraître aussi gros qu'un objet bien plus considérable, mais placé à une grande distance.

Il est facile de voir, par la figure 123, comment les dimensions réelles du soleil peuvent se mesurer. Coupez

dans un morceau de carton fin un disque circulaire, de 25 millimètres de diamètre, par exemple, ou bien prenez le sou mentionné plus haut, car il a exactement 25 millimètres de diamètre. Placez le disque ou la pièce de monnaie à une distance de l'œil telle que le disque ou la pièce couvre le disque solaire, en maintenant, bien entendu, l'objet directement dans la ligne de vision. Vous constaterez que la distance requise est de 2^m,70 environ. Mais en se reportant à la figure 123, on voit que l'objet AB a exactement deux fois la hauteur de l'objet CD, et qu'il est placé aussi à une distance double; dans ces conditions, l'œil attribue aux deux objets exactement le même diamètre. D'une manière générale, les diamètres réels de deux corps ayant le même diamètre apparent sont directement proportionnels à leurs distances. Ainsi la distance du sou est à la distance du soleil, exactement dans le même rapport qu'est au diamètre réel du soleil le diamètre réel du sou. On trouve donc le diamètre réel par une simple règle de trois¹, pourvu, naturellement, que la distance du soleil soit connue. Les astronomes ont mesuré cette distance par des méthodes trop compliquées pour être décrites ici, et ils ont trouvé qu'elle est de 37 116 000 lieues ou 148 464 000 kilomètres². Il suit de là que le diamètre du soleil, c'est-à-dire la distance mesurée d'un côté à l'autre à travers le centre du soleil est d'environ 1 375 056 kilomètres. Le diamètre du soleil est donc 108 fois plus grand que le diamètre de la terre.

1. Nous ne parlons ici de cette méthode grossière, on le comprendra, que pour éclairer le principe sur lequel reposent de tels calculs.

2. La terre étant plus près du soleil dans une saison que dans l'autre (p. 391), on peut prendre la distance moyenne. La plus petite distance du soleil à la terre est de 146 millions de kilomètres environ, la plus grande de 151 millions environ; la distance moyenne est donc de 148 464 000 kilomètres ou environ 108 diamètres du soleil.

Cette comparaison ne s'applique qu'aux diamètres. Si l'on pouvait considérer des sections du soleil et de la terre prises par le centre de chacun d'eux, la superficie de la section du soleil serait 108×108 fois plus grande que celle de la section de la terre. Et, si l'on comparait les volumes ou masses des deux corps, on trouverait que le volume du soleil est $108 \times 108 \times 108$ fois plus grand que le volume de la terre. En d'autres termes, il faudrait plus de 1 300 000 corps de même volume que la terre et soudés en une masse unique pour former un globe égal en dimensions au soleil.

On ne saurait se faire une idée exacte des dimensions et de la distance du soleil en jetant les yeux sur des chiffres représentant de telles grandeurs. Mais on pourra, dans une certaine mesure, se figurer l'immensité de la masse du soleil en se reportant à la figure 124 qui représente une coupe du soleil, passant par son centre, comparée avec une coupe semblable de la terre. On a montré dans le chapitre XIX que la terre est un globe de dimensions considérables; mais on voit, par la figure 124, que ce globe énorme se réduit à un point quand on le compare à la sphère puissante autour de laquelle il accomplit sa révolution.

Quant à la distance qui sépare le soleil de la terre, on peut la représenter d'une foule de manières; mais nulle peut-être n'est plus frappante que celle qu'a employée Sir John Herschel. Il nous dit que le boulet de 100 livres d'une pièce Armstrong quitte le canon avec une vitesse d'environ 400 mètres à la seconde. Or, si cette vitesse pouvait se maintenir, il faudrait encore au boulet près de treize ans avant qu'il pût atteindre le soleil!

On employa le télescope, peu de temps après qu'on l'eut inventé, à l'examen du disque solaire. On constata ainsi, au commencement du dix-septième siècle, que la face du soleil, au lieu d'être uniformément brillante,

est d'ordinaire tachetée de places sombres. Une courte observation suffit à montrer que ces taches ne sont constantes ni dans leur forme ni dans leur position : parfois, mais rarement, elles vont jusqu'à disparaître entièrement, et la surface du soleil semble alors parfait-

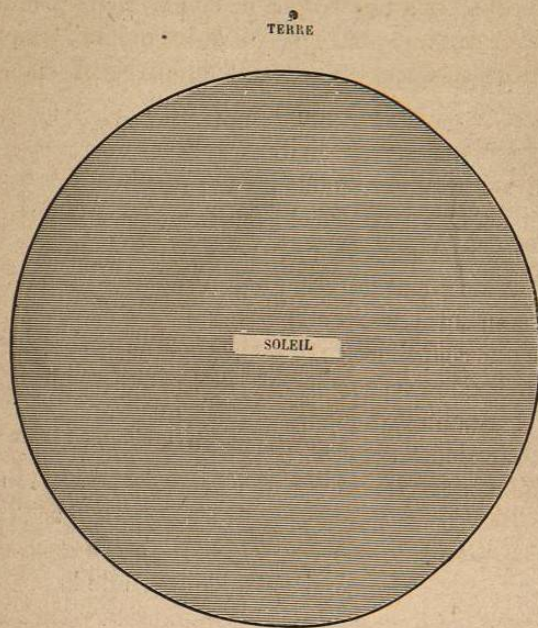


FIG. 124. — Dimensions comparées du soleil et de la terre; pour représenter la distance vraie de la terre au soleil, les deux figures devraient être à 8^m,40 l'une de l'autre.

tement pure. Si on étudie les taches chaque jour régulièrement, on les voit parfois se déplacer lentement à travers le disque; elles se meuvent alors toutes dans la même direction, du bord oriental à l'extrémité occidentale; elles mettent quatorze jours environ à compléter leur voyage de l'est à l'ouest. Une quinzaine plus tard,

on peut voir reparaitre sur le limbe oriental quelques-unes des taches mêmes qui avaient disparu, mais leur forme est alors altérée. Ce mouvement régulier des taches du soleil nous apprend que le soleil tourne sur son axe et ressemble par là à la terre. Cette rotation du soleil s'accomplit en vingt-six environ de nos jours¹.

Des différents aspects que la même tache présente en traversant le disque, on peut induire que la forme du soleil est sphérique et cette induction est fortement

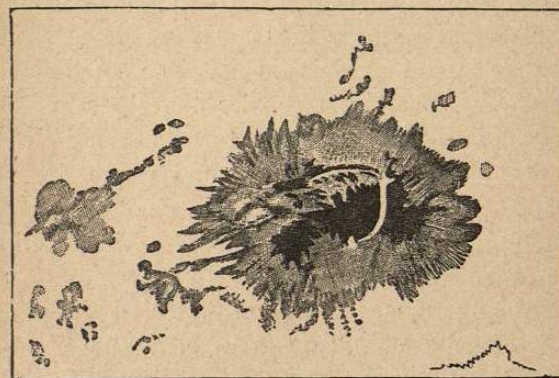


FIG. 125. — Grande tache solaire de 1865 telle qu'elle apparut le 14 octobre.

corroborée par d'autres observations. Une tache quelconque, quand elle est près du bord du disque, semble raccourcie dans son extrémité antérieure et présente une apparence tout à fait différente de celle qu'elle offre quand elle est pleinement en vue près du centre du disque. La figure 125 est une vue d'une grande tache solaire qui fut observée en 1865.

1. Ce temps diffère du temps indiqué à la page précédente comme étant celui de la disparition et de la réapparition d'une tache sur le même bord du disque (28 jours). La différence est due à la révolution de la terre.

Si les taches traversaient toujours le disque suivant des lignes droites parallèles à l'équateur du soleil, on pourrait en conclure avec certitude que le soleil accomplit sa révolution dans une position verticale, c'est-à-dire avec son axe perpendiculaire au plan de l'orbite terrestre. Mais en fait les taches ne se déplacent suivant cette direction qu'à certaines saisons, et à d'autres époques de l'année on les voit se mouvoir selon des courbes dirigées tantôt vers le nord, tantôt vers le sud. Ce changement de direction est représenté, avec beaucoup d'exagération, dans la figure 126 où le premier dessin indique le sens apparent du mouvement en mars, le second en juin, le troisième en septembre et le quatrième en décembre. Ces directions variables du déplacement des taches dans des périodes différentes s'expliquent aisément si l'on suppose que l'axe du soleil n'est pas perpendiculaire, mais oblique au plan de l'écliptique; il en résulte que l'axe du soleil est parfois incliné vers nous tandis qu'en d'autres temps il s'éloigne de nous. La rotation du soleil s'accomplit donc, comme la rotation de la terre, autour d'un axe incliné sur l'écliptique. Cependant l'inclinaison de l'axe du soleil est bien moindre que celle de l'axe de la terre; l'axe du soleil ne s'écarte en effet de la perpendiculaire au plan de l'écliptique que de $7^{\circ} \frac{1}{2}$.

Les observations faites sur le mouvement des taches du soleil ont également démontré que le soleil n'est pas un corps fixe, autour duquel tourne la terre, mais qu'il est animé d'un mouvement qui lui est propre à travers l'espace. Non seulement en effet la terre décrit autour du soleil une orbite presque circulaire, mais cette orbite est elle-même entraînée avec le soleil à une vitesse énorme. L'orbite réelle que la terre décrit dans le ciel est donc composée de ces deux mouvements et doit probablement être une spirale.

Puisque ces taches donnent tant d'information sur le soleil, il vaut la peine d'étudier de plus près leur nature. La figure 125 montre qu'une tache n'est point également sombre sur toute sa surface; le bord dentelé, qu'une teinte claire représente dans la figure, est la *pénombre*¹ et la teinte plus noire est l'*ombre*. Dans l'ombre elle-même on peut parfois découvrir une partie encore plus sombre qu'on appelle le *nucléus*. On a des raisons de croire que ces taches ne sont que des cavités gigantesques et que les différences d'ombre correspondent aux différences de profondeur, le nucléus représen-

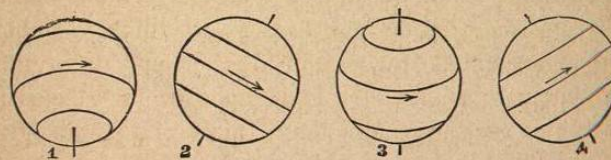


FIG. 126. — Déplacement apparent des taches du soleil à différentes époques de l'année.

tant ainsi la partie la plus profonde de ces dépressions. On a donné le nom de *photosphère*² à la région intensément lumineuse du soleil qui est le siège de ces taches. Elle semble consister en une matière gazeuse incandescente qui est sujette à des perturbations violentes; ces perturbations produisent des dépressions dans lesquelles l'atmosphère solaire se précipite des régions plus hautes. Les changements rapides qui se manifestent dans la forme de certaines taches solaires révèlent la violence de cette action. Quelques-unes de ces taches sont assez vastes pour occuper des

1. *Pénombre*, du lat. *pæne*, presque; et *umbra*, ombre.

2. *Photosphère*, de $\phi\omega\varsigma$, lumière, la sphère qui donne la lumière.

millions de kilomètres carrés sur la surface du soleil.

Vue à travers un télescope puissant, la surface du soleil paraît dans son ensemble grossièrement mouchetée. Ces mouchetures sont probablement dues aux irrégularités de la surface gazeuse. Les taches sombres accusent des régions de niveaux plus bas où la lumière se perd par absorption dans les couches supérieures de l'atmosphère. Partout au contraire où la lumière a un éclat extraordinaire, les vapeurs formant les nuages solaires sont probablement à une hauteur extraordinaire. Ces espaces brillants apparaissent en général comme des raies près du bord du disque solaire : on les nomme des *facules*¹.

Au-dessus de la photosphère lumineuse, il y a une autre enveloppe connue sous le nom de *chromosphère*. Durant une éclipse totale de soleil, quand le soleil est occulté par l'ombre de la lune, on peut voir le disque sombre entouré d'une auréole ou d'une frange de lumière rayonnante qu'on appelle la *couronne* (fig. 127). A l'intérieur de la couronne, tout autour du bord du disque, des protubérances versicolores s'aperçoivent ; on peut voir des langues de flamme rouge aux formes fantastiques jaillir parfois à une distance de 100 000 kilomètres et bien plus loin encore. Dans les circonstances ordinaires, ces phénomènes ne sont pas visibles par suite de l'intensité lumineuse de la photosphère. Mais MM. Janssen et Lockyer ont fondé une méthode nouvelle qui permet d'examiner ces protubérances sans avoir à attendre une éclipse. L'examen ainsi conduit a montré que les flammes rouges consistent principalement en gaz hydrogène (p. 116). Il paraît y avoir, au-dessus de la région de l'hydrogène incandescent, une énorme enveloppe du même gaz dans un état relativement froid. Il

1. *Facules*, petites torches, diminutif du lat. *fax*.

est curieux de constater que le gaz qui entre pour une proportion si considérable dans la constitution des eaux de la terre est lui-même un des éléments les plus importants du soleil. Le principal élément chimique des eaux de la Seine est donc aussi le principal élément du flambeau qui nous éclaire et qui est le centre de notre monde.

Il semble presque incroyable que des habitants de la

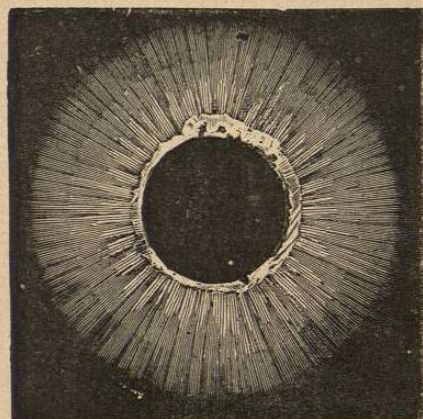


Fig. 127. — Couronne et protubérances solaires telles qu'on les vit durant une éclipse totale en 1851.

terre soient à même de connaître quelque chose de la constitution chimique du soleil séparé de nous par 146 millions de kilomètres. Il eût été, on le comprend, tout à fait inutile de tenter de soumettre le soleil à aucune des expériences chimiques ordinaires de nos laboratoires ; mais dans ces vingt dernières années, on a appliqué une nouvelle méthode d'analyse qui donne souvent beaucoup de renseignements sur la composition chimique et la constitution physique d'un corps inconnu ; ces informations sont fournies par un examen particulier de la lu-