

Analyse, et c'est dans la ville même où j'ai établi mon Observatoire que j'ai assisté, en 1897, à l'éclosion de ses nouvelles théories.

Il serait bien difficile dans cet ouvrage de donner au lecteur un résumé complet de cette récente hypothèse cosmogonique. Je marquerai seulement les étapes que notre nébuleuse a dû parcourir avant d'arriver à l'état actuel de sa condensation.

Le colonel du Ligondès, partant des principes posés par M. Faye, admet à l'origine une nébuleuse presque ronde, obscure et complètement froide; les matériaux qui la composaient étaient dans un état de diffusion tel qu'on ne peut imaginer un état antérieur; les molécules y tournaient dans tous les sens et suivant toutes les inclinaisons autour d'un point d'attraction central.



COLONEL R. DU LIGONDÈS,
AUTEUR D'UNE THÉORIE
COSMOGONIQUE RÉCENTE

Par une analyse serrée des conditions mécaniques d'un tel milieu, l'auteur de la nouvelle Cosmogonie montre que toute la nébuleuse s'est aplatie peu à peu par la condensation; peu à peu aussi les régions centrales devenues plus denses s'illuminèrent et s'échauffèrent par la chute et les chocs des molécules: c'était la première phase, celle des nébuleuses peu avancées dans leur condensation.

Dans la seconde phase, le disque, plus aplati encore, se morcelle en anneaux, mais, et c'est là un point original de la théorie, la circulation des molécules s'y fait dans les deux sens — direct et rétrograde — jusqu'à ce que l'une d'elles l'emporte définitivement.

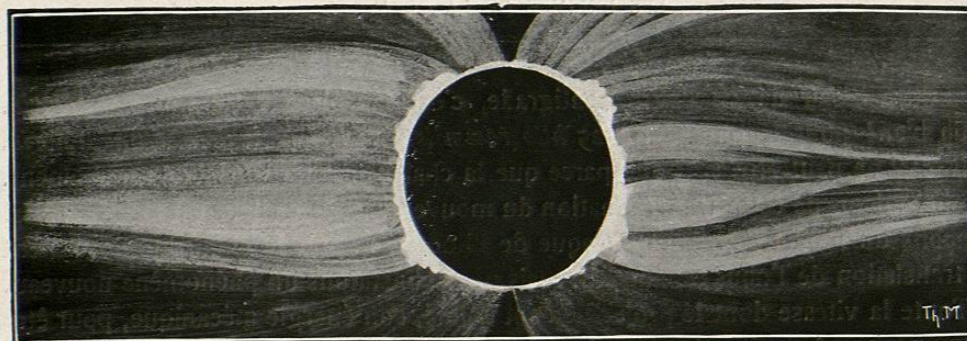
Les anneaux qui doivent donner naissance aux planètes n'apparaissent pas tous à la fois. Le premier et le plus gros forme Jupiter; Neptune lui est probablement contemporain ou le suit de près; puis viennent successivement Uranus et Saturne. La Terre n'arrive qu'en cinquième lieu, et enfin Vénus et Mercure sont formés les derniers.

L'hypothèse explique toutes les particularités des satellites, l'inclinaison de l'axe des planètes, l'anneau de Saturne et la formation des astéroïdes qui n'avait pas encore été abordée. Les comètes échappées jusque-là à toutes les théories rentrent dans le cadre d'une formation régulière et reconquièrent enfin dans notre Système la place que les successeurs de Kant leur avaient fait perdre.

Bref, tout l'ensemble est merveilleusement expliqué, et on peut dire qu'aucune hypothèse cosmogonique n'a tracé avec autant de précision les stades de l'évolution du Système solaire depuis son origine.

Dans sa magistrale étude, le colonel du Ligondès a laissé de côté la formation du Soleil. C'est la théorie de sa condensation que j'ai entreprise il y a quelques années en y appliquant les principes de la nouvelle Cosmogonie.

Une étude succincte du grand luminaire, qui est pour nous foyer de chaleur, de lumière et de vie, va nous reposer de l'excursion un peu aride entreprise dans le domaine de la Cosmogonie.



CHAPITRE IV

HISTOIRE DU SOLEIL

A MESURE que l'horizon de la Science recule ses limites et que l'homme explore ce domaine merveilleux ouvert à sa pensée, il semble que l'unité des forces physiques lui apparaisse d'un plus resplendissant éclat.

Le son, la chaleur, la lumière, l'électricité constituaient autrefois des phénomènes irréductibles, c'est-à-dire de nature tout à fait différente. Ce sera la gloire du XIX^e siècle d'avoir entrevu, derrière la complexité et la diversité apparente des faits, une réelle simplicité dans leur cause.

Pour la science moderne, tout phénomène, qu'il soit physique ou chimique, se ramène au mouvement.

La barre de fer s'échauffe sous les coups répétés du marteau: transformation de mouvement. Deux substances frottant l'une contre l'autre — une roue et son frein — augmentent de température: encore du mouvement transformé. Un courant électrique éprouvant une résistance rougit un fil de platine, et c'est toujours une transformation d'énergie, de mouvement. L'inverse est possible, puisqu'une source de chaleur pourrait produire du mouvement. En voici un exemple banal: Lorsque nous brûlons la houille et que nous lui faisons rendre l'énergie solaire qu'elle a emmagasinée pendant certaines périodes géologiques, nous obtenons de la chaleur, et cette chaleur, nous l'utilisons pour faire mouvoir nos puissantes machines.

Cette transformation d'un phénomène mécanique en phénomène calorifique a été si bien étudiée dans ces derniers temps, qu'au regard du physicien, élever un poids de 425 kilogrammes à un mètre de hauteur ou ajouter un degré de plus à un litre d'eau, c'est fournir la même dépense d'énergie, accomplir le même travail.

Élever un kilogramme à un mètre de hauteur, c'est ce qu'on appelle effectuer un travail de un kilogrammètre; élever 425 kilogrammes à un mètre de hauteur, c'est fournir un travail de 425 kilogrammètres. De même, élever la température

d'un litre d'eau de un degré centigrade, c'est fournir à cette eau une calorie.

Eh bien! pour le physicien 425 kilogrammètres sont l'équivalent d'une calorie.

Et ceci ne peut être vrai que parce que la chaleur est un mode de mouvement. Le mécanisme de cette transformation du mouvement en chaleur est facile à saisir. Lançons un boulet contre une plaque de blindage : après le choc, le mouvement de translation de l'obus est anéanti, mais nous constatons un phénomène nouveau.

Toute la vitesse dont le projectile était animé, son énergie mécanique, pour être plus précis, s'est répartie entre les myriades de molécules qui le constituaient. Chacune en prenant sa part vibre à l'unisson de sa voisine; le mouvement de translation n'existe plus, il est devenu un mouvement de vibration, le corps s'est échauffé, et le phénomène nouveau, c'est la chaleur.

En réalité, l'énergie ne s'est pas précisément perdue, mais, sous sa nouvelle forme, elle est moins utilisable.

Insistons sur ce point capital.

Quand on parle de conservation de l'énergie, on croit en général à la conservation de l'énergie utilisable, c'est un contresens usuel qu'un physicien de haute valeur a dénoncé dernièrement. Dans une étude magistrale sur la *Dégradation de l'énergie*, M. Brunhes a nettement posé le problème et en a donné la solution.

Lorsque le mouvement de translation se transforme en mouvement de vibration, « les forces, disait Leibnitz, ne sont pas détruites, mais dissipées par les parties menues. Ce n'est pas les perdre, mais c'est faire comme font ceux qui changent la grosse monnaie en petite. »

Et M. Brunhes ajoutait :

En tout pays du monde on peut échanger un louis d'or pour de la monnaie de billon; il n'est pas partout également facile d'obtenir de l'or pour une somme équivalente de monnaie divisionnaire. Il s'en faut, d'ailleurs, que de tout point la comparaison soit exacte. Dans la nature, le cours du change est uniforme et invariable : 425 kilogrammètres de travail mécanique valent toujours une grande calorie, et une grande calorie vaut toujours 425 kilogrammètres. La nature ne prétend jamais réaliser un bénéfice dans les transformations d'énergie qu'elle permet; seulement, elle ne se montre pas également disposée à laisser le change se faire dans les deux sens, et dans ses caisses elle réalise progressivement la transformation de la *grosse monnaie en petite*.

Avec du mouvement, nous engendrons de la chaleur; mais, pratiquement, avec cette même somme de chaleur, nous ne pouvons retrouver le mouvement intégral du début.

Ainsi, bien qu'il y ait équivalence entre la chaleur et le travail, entre une calorie et 425 kilogrammètres, il n'est nullement équivalent d'avoir à sa disposition 425 kilogrammètres ou de disposer d'une calorie. D'une source de chaleur qui fournit une calorie, on ne peut tirer qu'une fraction toujours assez faible du travail mécanique équivalent.

Nos meilleures machines à vapeur ne transforment jamais en travail que 10 à 15 % de la chaleur que dépense la chaudière.

Le reste, les 70 ou 85 %, ne se perd pas, mais est inutilisé, c'est de l'énergie

gaspillée, dit encore M. Brunhes. Par rapport au travail mécanique, la chaleur est de l'énergie de moindre qualité, de l'énergie dégradée.

Et remarquons que dans la nature tout tend précisément vers la transformation de l'énergie utilisable en énergie inférieure. — Voilà pourquoi il est faux de dire que rien ne se perd. — Le vieil adage : « Rien ne se crée, rien ne se perd » demande donc une explication, et dans un certain sens mieux vaudrait dire : « Tout s'est créé, et quelque chose se perd. »

Le mouvement a été créé, nous le verrons dans le chapitre suivant. Constamment l'énergie diminue sous forme mécanique, la matière tend vers un état final; il y a donc quelque chose qui se perd, c'est ce qu'on appelait autrefois l'énergie de position, l'énergie utilisable.

Ces principes étant établis, pour bien préciser l'état de la question, il est facile de voir que si les vulgarisateurs ont souvent exposé la grande loi de la conservation de l'énergie au moyen d'une parole élégante et par des expériences intelligibles à des personnes peu familiarisées avec les abstractions des théories scientifiques, ils ont paru laisser dans l'ombre tout un côté important de cette loi qui porte précisément sur l'idée de dégradation de l'énergie.

Faute d'avoir insisté sur cette dernière particularité, ils ont donné au public instruit une idée tout à fait fautive du grand principe mécanique. Nous verrons dans la troisième partie de cet ouvrage quelle conséquence nous devons logiquement tirer, au point de vue philosophique, de la conception rationnelle d'une loi qui régit le monde entier.

Revenons maintenant à l'histoire du Soleil qui doit faire l'objet de ce chapitre; les réflexions précédentes vont nous permettre de saisir le mécanisme de sa formation.

Au début, la matière qui forme actuellement le Soleil était certainement disséminée dans la nébuleuse; les molécules, nous l'avons vu, étaient fort éloignées les unes des autres, et la densité du milieu était infiniment moindre qu'elle ne l'est aujourd'hui dans notre étoile centrale. Un calcul simple donne, en supposant que la nébuleuse s'étendait 10 fois plus que la planète Neptune, ce qui est un minimum, une densité 248 000 fois moins grande que le vide obtenu dans les ampoules de Crookes. Toute cette matière est maintenant réunie au centre du Système solaire. Nous n'avons pas à examiner le mécanisme de la condensation, et nous renvoyons le lecteur à notre livre, *Le Problème solaire* (1), pour approfondir la question; mais ce que nous sommes à même d'affirmer, c'est que la chute de tous ces matériaux, venus des espaces lointains vers le centre d'attraction, est suffisante pour expliquer la chaleur énorme dont le Soleil est le siège encore actuellement.

De même que, dans un exemple précédemment développé, un boulet lancé sur un obstacle acquiert à l'arrivée une chaleur énorme, de même 1 kilogramme de molécules, venant des régions que seules sillonnent les comètes pour tomber au centre du Système solaire, a dû être une source de chaleur effrayante. Cette chaleur,

(1) *Le Problème solaire*, par l'abbé MOREUX. Thomas, éditeur, 11, rue du Sommerard, Paris.

nous sommes à même de la calculer, et le résultat est celui-ci : notre kilogramme de matière tombant de si loin développerait 45 millions de calories, de quoi faire bouillir 450 000 litres d'eau, prise à la température de la glace fondante.

Or, ce ne sont pas quelques kilogrammes de matière qui sont tombés au centre de notre Système pour former le Soleil. L'Astronomie nous apprend que le Soleil actuel pèse 1 896 octillions de kilogrammes, c'est-à-dire :

1 986 254 424 000 000 000 000 000 000,

ou, en nombres ronds, 2 suivi de 30 zéros!

Soit 2 nonillions de kilogrammes.

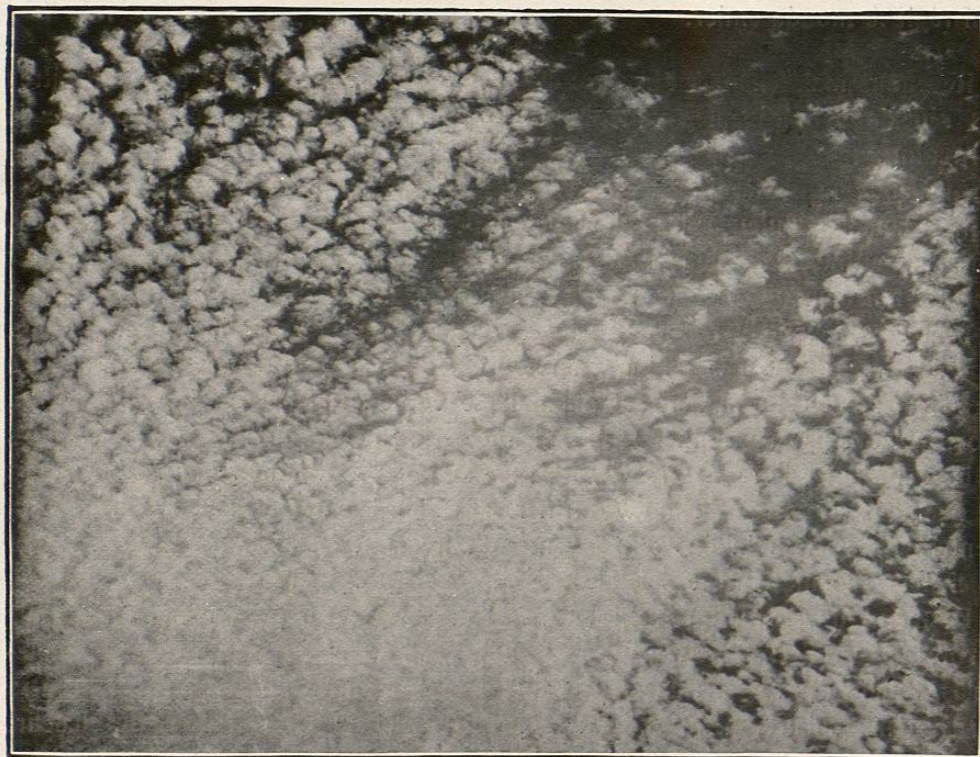
Multipliez ces 2 nonillions par 45 millions de calories et vous aurez la somme de chaleur emmagasinée par le Soleil depuis le début de sa formation.

Il est vrai qu'à chaque instant le Soleil rayonne de la chaleur dans l'espace, mais c'est une perte insignifiante en comparaison de la somme totale.

C'est grâce à ce rayonnement, cependant, que la vie de la Terre s'entretient.

Un mètre carré de la surface du Soleil émet en *une* minute un nombre de calories égal à 7 325 suivi de 21 zéros!

Pendant *une* seconde, le nombre de calories émises par *un* mètre carré du Soleil est l'équivalent de 76 942 chevaux-vapeur, le cheval-vapeur représentant 75 kilogrammètres par seconde, et le Soleil entier par sa puissance calorifique représente par seconde l'énergie mécanique fournie par une machine produisant 384 quatril-



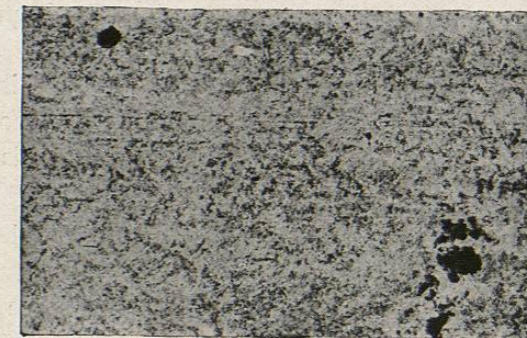
Phot. Quénisset.

CIEL POMMELÉ FORMÉ DE NUAGES APPELÉS « CIRRUS »

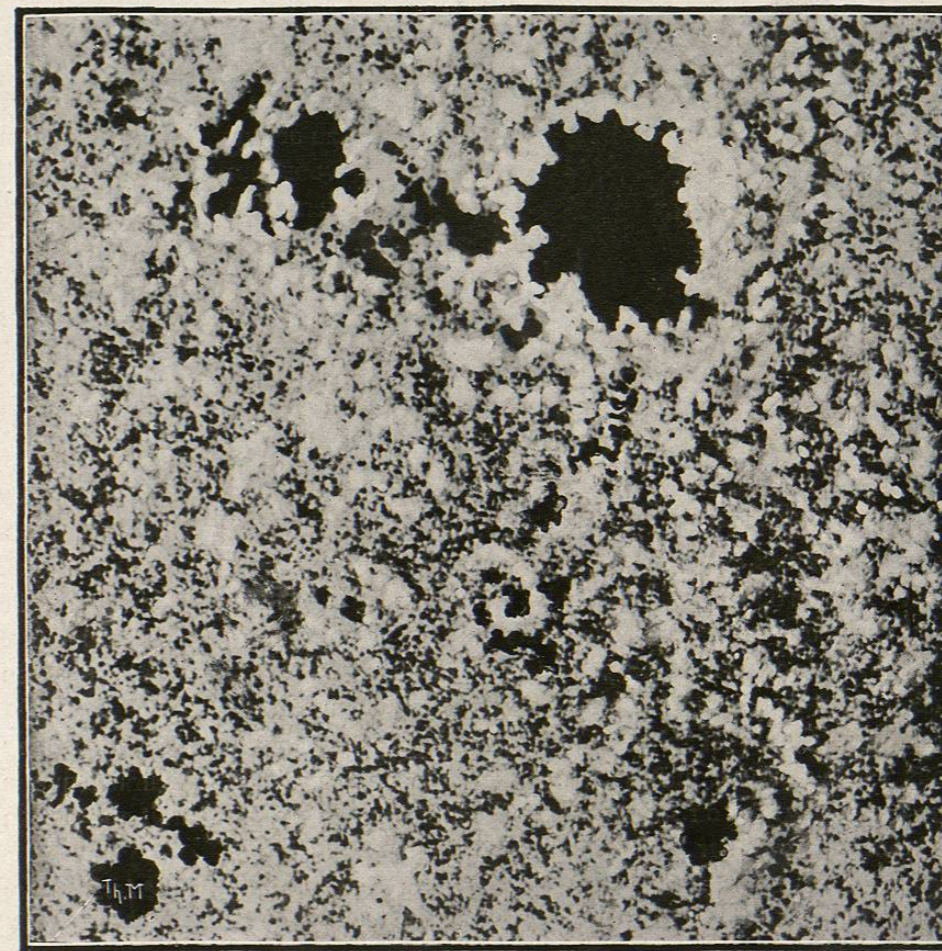
lions de chevaux-vapeur. Cette énergie par année représente la chaleur qui se dégagerait de la combustion d'une masse de houille dont le volume serait 150 fois le volume de la Terre!

De toute cette force, la Terre ne reçoit que la demi-milliardième partie; les planètes et leurs satellites n'en emploient guère que la 225 millionième portion! le reste est dépensé en pure perte dans les espaces interstellaires.

Un passif aussi grand dans une année se traduirait par un abaissement de température assez notable. Or, depuis les temps historiques, la chaleur solaire



LA SURFACE SOLAIRE
VUE AVEC UN FAIBLE GROSSISSEMENT



SURFACE DU SOLEIL VUE AVEC FORT GROSSISSEMENT POUR MONTRER LES NUAGES INCANDESCENTS

n'a pas varié; il faut donc que le Soleil puisse, à chaque instant, réparer en partie ce qu'il perd par le rayonnement.

La condensation actuelle du Soleil fournit à cet astre une somme de chaleur considérable; le reste provient aussi des phénomènes chimiques dont il est le siège.

La constitution du Soleil va nous fournir la véritable explication.

Prenez un verre noirci, et le disque du Soleil vous apparaîtra nettement découpé sur le fond sombre du ciel. A l'aide d'une modeste lunette vous aurez l'impression d'avoir devant vous une grosse boule de feu. Avec des instruments plus puissants, la surface qui vous paraissait unie comme un lac de lave incandescente vous présentera un tout autre aspect. L'atmosphère lumineuse du Soleil ressemble



TYPE DE TACHE SOLAIRE RÉGULIÈRE
DE 40 000 KILOMÈTRES DE DIAMÈTRE

à nos nuages terrestres, ceux que les météorologistes désignent sous le nom de *cirrus* et qui donnent nos ciels pommelés, si beaux au coucher du Soleil.

Si vous étiez transportés dans la nacelle d'un ballon au-dessus de ces nuages, vous auriez exactement la sensation qu'éprouvent les astronomes contemplant la surface solaire du bout de leur lunette: de gros flocons d'ouate s'étalant sur un milieu sombre; mais là s'arrête la comparaison, car si dans notre atmosphère nos cirrus sont formés de particules de

glaces et de vapeur d'eau, sur le Soleil, les nuages sont des vapeurs de substances métalliques qu'une chaleur de 6 à 7000 degrés a réduites à l'état de gaz.

C'est cette partie du Soleil qui radie la lumière et la chaleur; au-dessous d'elle s'étend aussi une masse gazeuse, mais sombre et noire, malgré la température énorme qu'elle possède. Seule, l'enveloppe extérieure est brillante; aussi lui a-t-on donné le nom de *photosphère*, c'est-à-dire sphère de lumière.

Le milieu dans lequel baignent tous ces nuages est surtout formé d'hydrogène; il nous paraît sombre, quoique, en réalité, il soit 2 000 fois plus éclairant que la pleine Lune. Partout où manquent les granules nuageux, ne dirait-on pas un trou béant s'ouvrant sur les profondeurs de la masse solaire?

Voyez, en cet endroit où la surface sombre est plus large; c'est une *tache* qui se prépare.

Vous avez entendu parler des taches du Soleil; peut-être même en avez-vous



GRANDEUR DU SOLEIL COMPARÉE A CELLE DE LA TERRE

pu contempler de visibles à l'œil nu. Si vous avez suivi ces points noirs à la surface de l'astre, vous avez pu vous rendre compte de la rotation du globe solaire, qui tourne comme la Terre, c'est-à-dire dans le même sens qu'elle, de l'Ouest à l'Est; mais il lui faut 25 jours au lieu de 24 heures pour faire un tour sur lui-même.

Pensez donc, il est si gros, comparé à notre minuscule planète! Si nous représentions la Terre par un grain de blé, il faudrait un sac de 13 décalitres de cette substance pour figurer le Soleil!

Des taches solaires aussi grosses que la Terre n'occupent donc pas une grande superficie par rapport à l'ensemble du Soleil.

Voici le dessin de la tache du 2 février 1905, la plus grande que l'homme ait jamais contemplée. Je l'ai signalée pour la première fois à la fin du mois de janvier, et, quelques jours après, la rotation du Soleil l'amenait en face de nos instruments. Les mesures prises à mon Observatoire de Bourges ont donné, pour sa plus grande dimension, le chiffre fantastique de 180 000 kilomètres; le 2 février,