

Laplace exerça ses puissantes facultés d'analyse dans toutes les branches des Mathématiques, mais plus particulièrement dans celle qui offre à l'homme de science les plus déconcertants problèmes : la Mécanique céleste.

En Astronomie, son œuvre est immense; ce puissant génie a touché toutes les questions abordables de son temps; il n'est donc pas étonnant qu'après une longue préparation, il ait donné, dans un livre resté célèbre : *l'Exposition du Système du monde* (1796), un essai de synthèse de ses remarquables travaux.

Pour bien saisir l'originalité de sa théorie, faisons auparavant une simple excursion dans le domaine de la Physique expérimentale et de la Mécanique. Que ces grands mots ne vous effrayent pas, dès l'abord!

Avez-vous remarqué la forme arrondie que prennent les gouttes d'eau tombant des arbres après une forte pluie? Cette forme, nous la retrouvons mieux encore dans la rosée que « l'aurore dépose sur la corolle des fleurs », pour parler le langage des poètes. C'est encore cette même forme qu'affectent les gouttelettes de mercure roulant sur une glace unie, ou les gouttes d'huile projetées dans l'eau, jusqu'au moment où leur légèreté les ramène et les étale à la surface. Il y a là l'expression d'un fait beaucoup plus général : « Toute masse fluide, liquide ou gazeuse, soustraite à des influences étrangères, tend à prendre une forme arrondie. »

Si nous isolions dans les régions intersidérales une quantité de gaz ou de liquide, vous verriez peu à peu ces masses informes se rassembler en boule comme la Lune, le Soleil, les étoiles et les planètes. Mais, comme il nous est interdit de voyager dans les espaces célestes, imaginons une expérience qui réalisera en petit ces conditions.

Un bocal dans lequel nous introduirons de l'eau et de l'alcool sera notre principal appareil : si nous mélangeons convenablement les deux substances, nous parviendrons à suspendre dans la masse une quantité d'huile qui nagera au milieu du liquide et qui prendra, ainsi que nous pouvions le prévoir, une forme arrondie.

Une aiguille à tricoter embrochant la boule huileuse va nous servir à donner à cette planète d'un nouveau genre un mouvement rapide de rotation.

Soyons maintenant attentifs au résultat.

Dès que la rotation s'accélère, la goutte s'aplatit aux pôles et se renfle à l'équateur, tout comme la Terre.

Cette expérience, imaginée par le physicien belge Plateau, est tout à fait instructive.

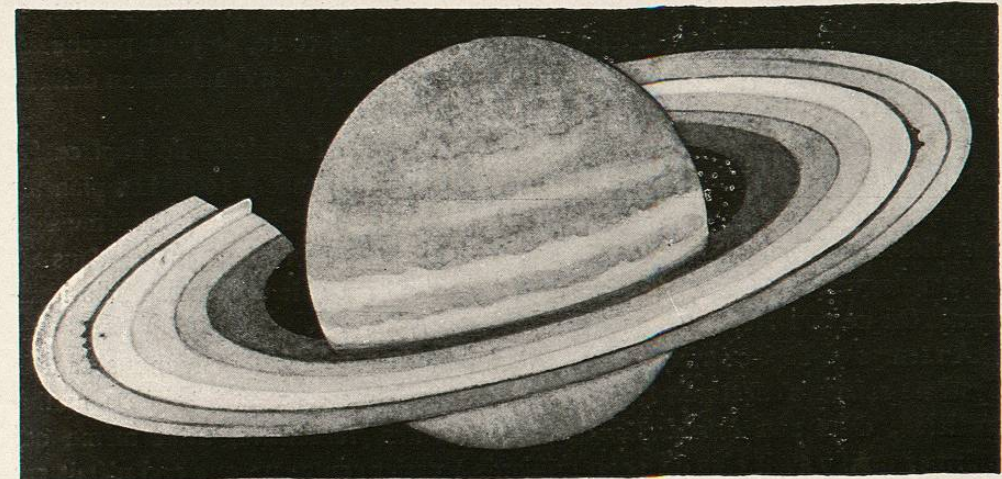
Faites tourner une simple pierre pendant des années, jamais vous ne provoquerez chez elle la moindre déformation; et puisque notre terre, solidifiée actuellement à sa surface, est bel et bien aplatie, c'est qu'autrefois — l'époque précise importe peu — elle a été ou gazeuse ou liquide, peut-être les deux à la fois. Voilà un premier pas dans l'explication de l'origine de la Terre et de son aplatissement.

Continuons l'expérience : faisons tourner notre goutte d'huile de plus en plus vite; l'aplatissement augmentera encore, et bientôt une sorte de bourrelet se formera autour de notre boule; peu à peu ce bourrelet se détachera de la sphère et s'isolera comme un véritable anneau. En continuant ce mouvement, un nouvel anneau se détacherait, puis un troisième, etc..... De plus, chaque anneau se mor-

cellerait, se réduirait en boule à son tour et continuerait à tourner autour de la sphère centrale.

Je me rappelle toujours avec plaisir que, lorsque j'étais enfant, il y avait dans notre classe une belle carte murale représentant la mappemonde terrestre : les océans étaient bleu pâle; la France se détachait en rose; l'Italie était peinte en vert; la Russie en violet; que sais-je encore? Tout cela d'ailleurs avait cessé de m'intéresser, mes sympathies allaient vers un coin de la grande carte, celui de gauche, où le dessinateur avait placé la figure des planètes avec leurs proportions. Et celle qui attirait toujours mes regards, vous l'avez deviné : c'était Saturne, Saturne avec son cortège d'anneaux, cette merveille qu'on apercevait dans les télescopes!

Pas un moment je n'avais douté de l'existence de cette beauté céleste, et j'aurais donné tous les sous contenus dans le melon vert en faïence que représentait ma



DESSIN DE SATURNE, D'APRÈS TROUVELET

tirelire pour contempler, au moins une fois, dans une grosse lunette, ce merveilleux objet de mes désirs.

Depuis, j'ai eu bien souvent l'occasion de l'admirer dans ces conditions, et j'avoue que je comprends très bien pourquoi Plateau, regardant cette planète anormale, a été tenté d'en assimiler la formation à celle de la goutte d'huile dans son expérience.

Vous-mêmes, lecteurs, en auriez fait tout autant : la ressemblance entre les résultats vous aurait fait préjuger de l'identité des causes mises en jeu.

L'expérience de Plateau est devenue classique, vous la trouverez dans toutes les Astronomies, dans toutes les Mécaniques, dans toutes les Cosmographies à l'usage du baccalauréat. On l'y retrouvera dans cinquante ans — ce qui est très bien, d'ailleurs. Elle servira encore pour illustrer la formation de Saturne — ce qui est très mal et complètement faux..... Mais n'anticipons pas.

Si j'ai cru devoir citer la belle expérience de Plateau, ç'a été uniquement pour

vous permettre de mieux saisir la théorie de Laplace. Je ne pense pas que, en 1796, on ait eu l'idée de réaliser le dispositif expérimental de la goutte d'huile; mais la Mécanique était déjà en mesure d'en augurer les résultats.

Laplace avait donc imaginé au début une nébuleuse chaude, sorte de sphère immense animée d'un mouvement de rotation sur elle-même; mais nous savons que si un corps tournant devient plus petit, sa rotation s'accélère. C'est ainsi, par exemple, qu'une toupie métallique, tournant dans un four chauffé à 200 degrés, accélérerait sa vitesse, si un brusque refroidissement venait la contracter.

Il nous est maintenant facile de prévoir ce que deviendra la nébuleuse perdant chaque jour de sa chaleur au contact des espaces interstellaires: en se refroidissant elle diminuera de volume; donc elle tournera plus vite; comme notre goutte d'huile, elle abandonnera bientôt un anneau, puis, sa rotation s'accroissant toujours, un second anneau se détachera, et ainsi de suite.

Dans cette hypothèse, Neptune se serait formé le premier, puis Uranus, et successivement toutes les planètes, en finissant par Mercure, la plus proche du Soleil. Notre lune, elle-même, n'aurait été que la concentration d'un anneau détaché de la Terre.

« Tout nouveau, tout est beau », dit le proverbe. La théorie de Laplace fut acceptée les yeux fermés. Le grand géomètre avait réponse à tout. Les planètes tournaient dans le sens direct autour du Soleil; elles tournaient dans le même sens sur elles-mêmes, et, chose plus curieuse, les satellites tournaient encore dans un sens analogue: on le constatait par l'expérience, et Laplace le démontrait théoriquement. On ne pouvait demander davantage.

Au temps où Laplace avait écrit sa théorie, tous les mouvements connus dans le Système solaire s'effectuaient, en effet, dans le même sens, et le célèbre mathématicien, dans son *Introduction à la théorie des probabilités*, avait même osé affirmer qu'il y avait plus de 4 000 milliards à parier contre un que ceci n'était pas dû au hasard; nous allons voir que les mathématiciens ne sont pas toujours infaillibles.

La question a été traitée par M. Valson d'une façon si humoristique qu'on nous permettra de citer ici tout le passage relatif à la prophétie malencontreuse de Laplace.

C'était bien le cas ou jamais de proclamer que la Science avait dit son dernier mot. Voilà une loterie, qu'il me soit permis d'emprunter cette comparaison familière, où il y a 4 000 milliards de numéros. Tous sont bons, à l'exception d'un seul; qui pourrait hésiter à prendre des billets et à placer toute sa confiance dans une aussi merveilleuse opération. Eh bien, dérision du sort! dans le temps même où Laplace proclamait sa théorie avec une telle assurance, on faisait un tirage à la loterie, et c'est le mauvais numéro qui, sortant d'un air railleur, venait renverser tout cet échafaudage. Je veux dire que, dans le même temps, les astronomes étudiaient le mouvement des satellites d'Uranus et constataient que ces mouvements étaient non pas directs, comme le voulait Laplace, mais.... tout simplement rétrogrades.

Qu'y avait-il à faire en pareille occurrence? Une seule chose: suivre les conseils de Pascal et n'être pas plus inféodé à Laplace que les anciens ne l'étaient à Aristote. En



LA LUNE PHOTOGRAPHIÉE DANS UN GRAND INSTRUMENT

(Observatoire de Paris.)

deux mots, des faits particuliers venaient contredire l'hypothèse, il fallait abandonner l'hypothèse, ou la modifier, ou en chercher une autre.

Mais ce serait mal connaître le prestige exercé par les savants en renom et l'engouement de l'esprit humain pour ses inventions. On se mit donc à épiloguer et on essaya de masquer le désaccord par un artifice additionnel. Après tout, ce n'était qu'un accident, une exception qui ne faisait, comme on dit quelquefois, que confirmer la règle, et le reste.

Mais voici une autre infortune pour la théorie de Laplace. Un demi-siècle plus tard, on découvre une nouvelle planète, Neptune : cette planète a un satellite, et la mauvaise chance veut que le mouvement de ce dernier soit encore rétrograde. On tire une seconde fois à la loterie des 4 000 milliards, et c'est encore l'unique mauvais numéro qui sort avec l'intention manifeste d'être de plus en plus désagréable. Pour le coup, c'était trop ! La loterie a complètement perdu la confiance de ses clients qui, après l'avoir désertée, ont cherché d'autres combinaisons.

« Il n'y a pas deux malheurs sans un troisième ! » Les planètes, dans la théorie de Laplace, devaient tourner plus vite que leurs satellites ; or, nous constatons souvent le contraire ; de même, le bord intérieur de l'anneau de Saturne va plus vite, lui aussi, que sa planète. L'anneau n'a donc jamais fait partie du globe de Saturne et il n'en a jamais été détaché, ainsi que pourrait le faire croire l'expérience de Plateau et que l'exigerait la théorie de Laplace.

En 1884, un célèbre astronome français, dont toute une génération de polytechniciens se rappellent les cours avec plaisir, M. Faye, entreprit une révision sévère de l'œuvre de Laplace.

La Science avait progressé depuis la mort de l'illustre géomètre. Entre autres reproches, on accusait l'hypothèse de Laplace de n'avoir pas su remonter à l'état le plus simple de la matière qu'on puisse imaginer ; sa nébuleuse, en effet, était gazeuse et chaude ; M. Faye démontra qu'elle devait être froide et très raréfiée.

Il fixa aussi les mouvements des molécules à l'intérieur de cette masse énorme et crut pouvoir rendre compte des particularités si déconcertantes que les satellites d'Uranus et de Neptune offrent aux astronomes : il est certain que ceux-ci tournent en sens contraire de tous les autres.

Sa théorie, qui marquait cependant un progrès énorme sur les précédentes, ne vécut pas longtemps. Bien des particularités lui avaient échappé, et l'avenir réservait à ses prophéties le même sort qu'à celles de Laplace ! « Si l'on vient, avait-il dit, à découvrir un satellite à une planète, on peut être sûr qu'il circulera autour d'elle dans le sens de la rotation de celle-ci. »

La théorie se vérifia pendant quelques années, mais, en 1898, on découvrit à Saturne un neuvième satellite qui tournait à l'envers des autres et à l'envers de sa planète ! C'était un coup fatal porté à la théorie de Faye.

Il fallait donc imaginer un nouveau système plus en rapport avec tous les faits nouvellement constatés. Cette œuvre était réservée à l'un de nos amis, M. le colonel du Ligondès. Longtemps vice-président, à Bourges, de la Commission d'expériences pour l'artillerie, le colonel du Ligondès était rompu à l'usage de la haute

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.

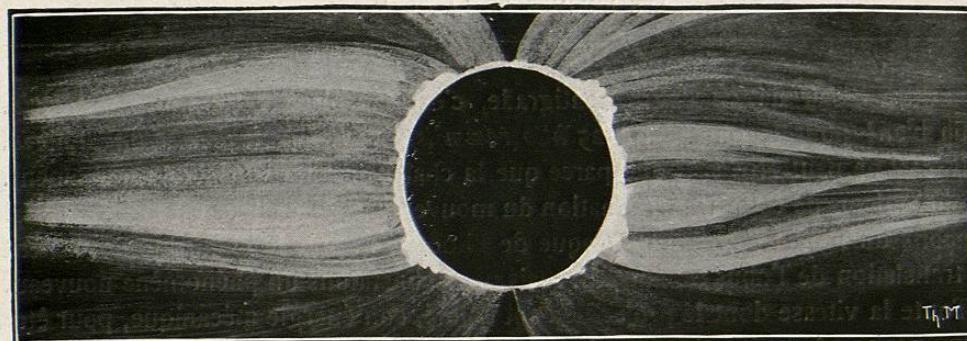
Les anneaux qui doivent donner naissance aux planètes n'apparaissent pas tous à la fois. Le premier et le plus gros forme Jupiter; Neptune lui est probablement contemporain ou le suit de près; puis viennent successivement Uranus et Saturne. La Terre n'arrive qu'en cinquième lieu, et enfin Vénus et Mercure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