

M. I. NERGAL

# Évolution des Mondes

Suivi de

L'Histoire des Progrès de l'Astronomie

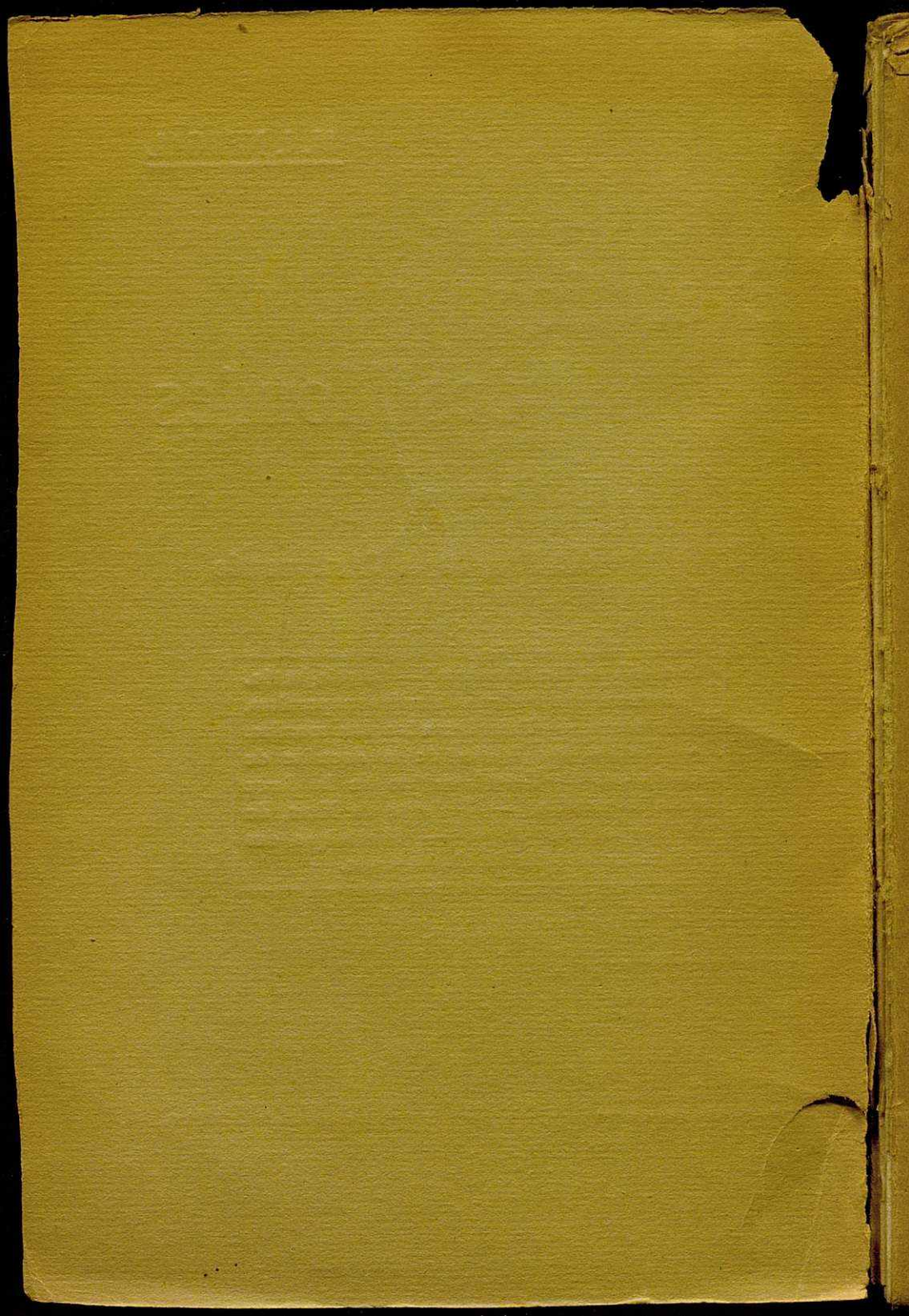
Le soleil. — Les Comètes. — La voie lactée.  
Mouvement des étoiles. — Étoiles temporaires.  
Nébuleuses. — Transformation des mondes.  
Application aux étoiles de la doctrine de  
l'évolution. — Transformation de la force  
et de la matière. — Théories de Kant, de  
Laplace et de Faye. — Historique des  
principaux progrès de l'astronomie.

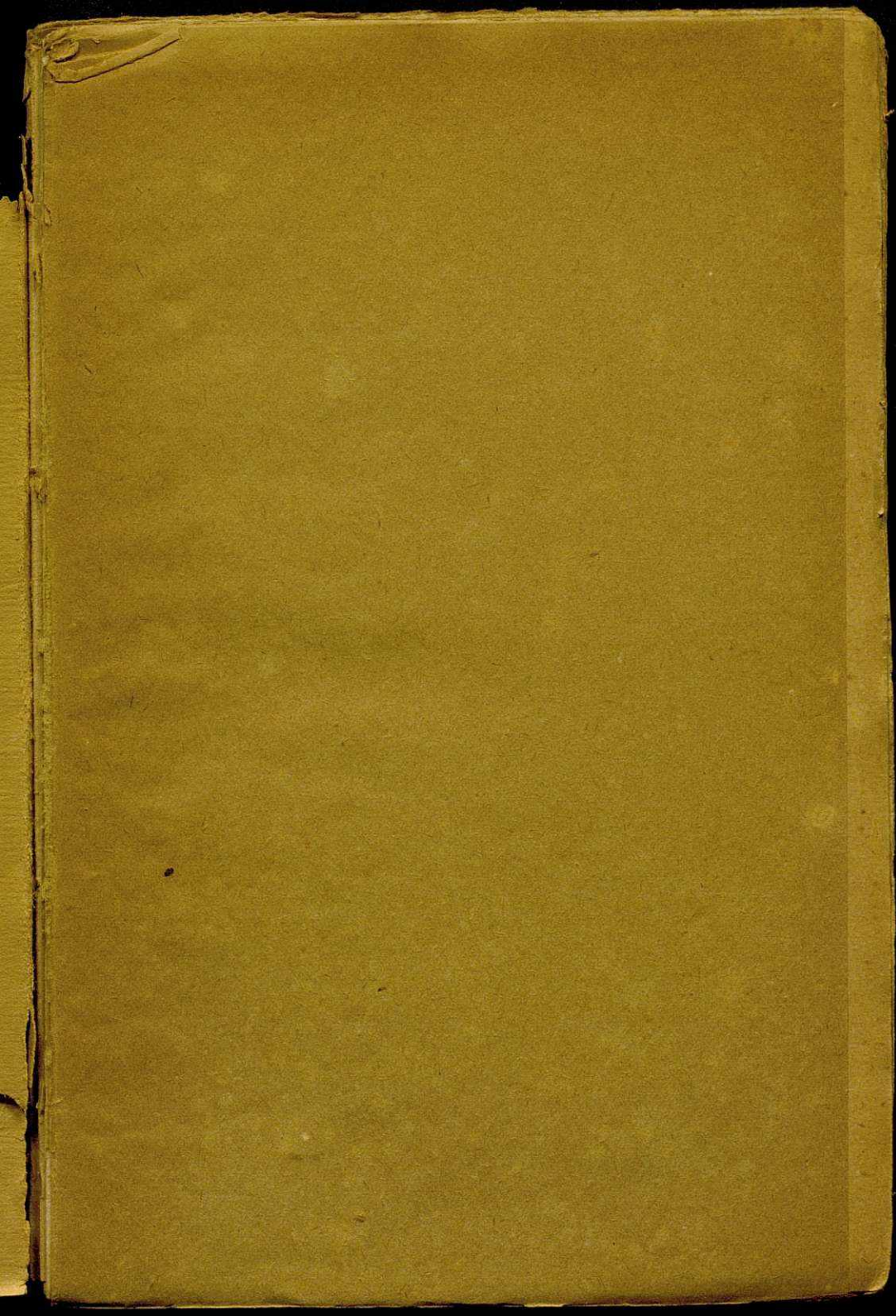
ENCYCLOPÉDIE  
D'ENSEIGNEMENT  
POPULAIRE SUPÉRIEUR



J. M. LAHY, Directeur

Schleicher Frères.







ÉVOLUTION DES MONDES

DONACIÓ  
R-00056  
N-6/40

MFN 381



ENCYCLOPÉDIE D'ENSEIGNEMENT POPULAIRE SUPÉRIEUR

Publiée sous la direction de J.-M. Lahy.

---

# ÉVOLUTION DES MONDES

Suivi de

L'HISTOIRE DES PRINCIPAUX PROGRÈS  
DE L'ASTRONOMIE

Par M. J. NERGAL

« Nous ne trouvons jamais dans la nature, que de la matière diverse par elle-même et diversement modifiée par le mouvement. »

D'HOLBACH.

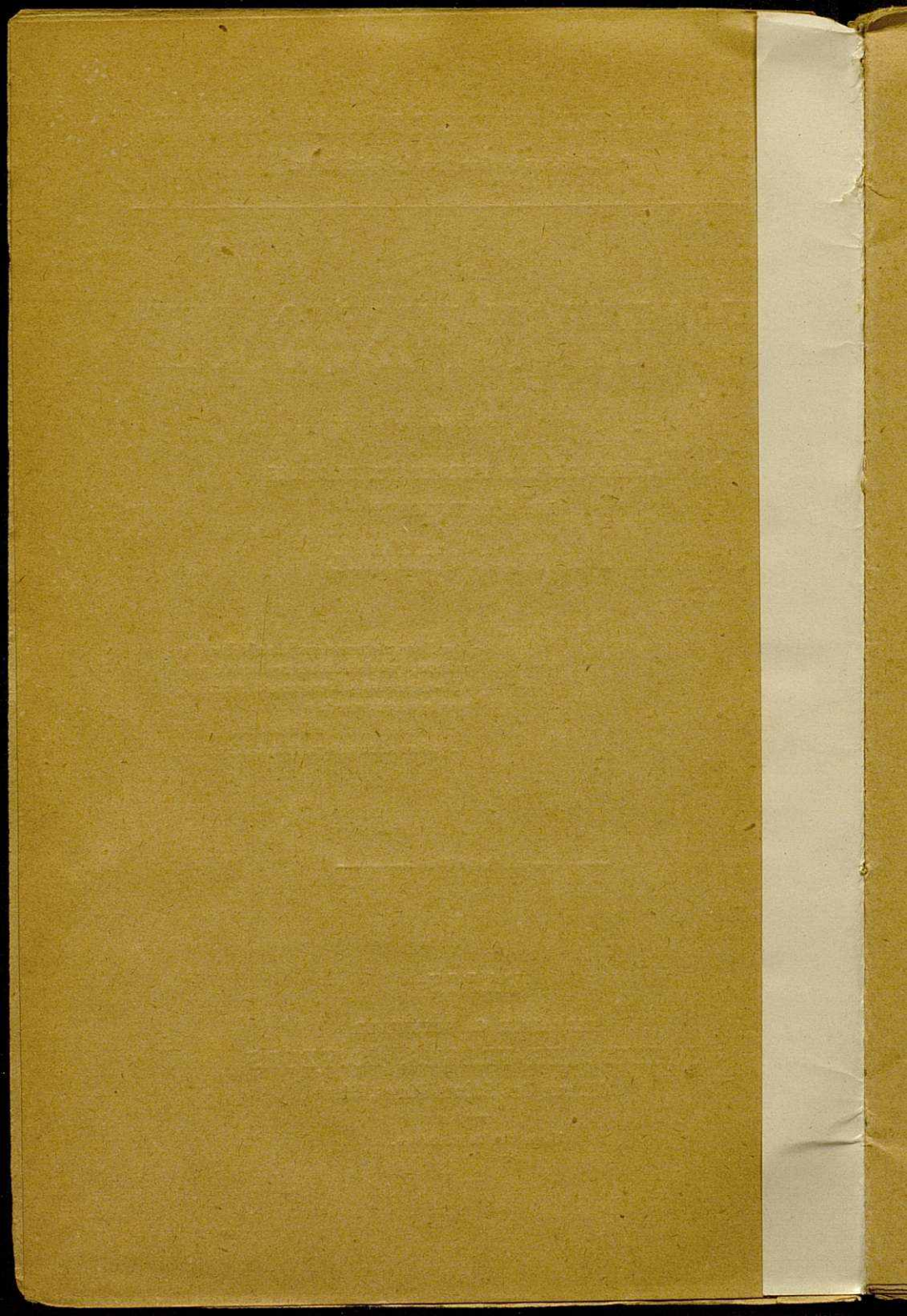
*Système de la nature*, 1781, t. II, p. 142.



PARIS

LIBRAIRIE G. REINWALD  
SCHLEICHER FRÈRES, ÉDITEURS  
61, rue des Saints-Pères, 61

Tous droits réservés.



Exposé des principes et plan  
de l'Encyclopédie  
d'Enseignement populaire supérieur

Les philosophes rationalistes de la fin du xviii<sup>e</sup> siècle incarnaient des besoins nouveaux dans une société nouvelle. Jusqu'alors les connaissances humaines avaient été le privilège d'individus peu nombreux. Les cadres sociaux s'élargissaient ; les idées d'égalité tendaient à faire de tout homme un citoyen ; on chercha naturellement à faire participer chacun aux bienfaits de l'instruction. Ce fut une période magnifique d'expansion de l'intelligence.

Le siècle qui suivit développa toutes les branches des sciences avec une rapidité sans cesse accrue.

Le temps n'est cependant pas éloigné où toute une science tenait entièrement dans un manuel de fort petites dimensions. Actuellement, il n'en est plus ainsi : celui qui veut aborder une étude quelconque est obligé de recourir à de volumineuses et coûteuses publications, de rechercher péniblement des articles disséminés dans des revues spéciales, de dépouiller de nombreux mémoires, les collections des sociétés savantes, le tout dans les langues les plus diverses. Les ouvrages qui rassemblent les matériaux nécessaires aux travailleurs spécialistes ne sont pas aisément maniables ; ils sont toujours incomplets et ne fournissent à ceux qui les utilisent qu'un champ très réduit.

Il en résulte que les savants tendent de plus en plus à se spécialiser. En effet, le savant du moyen âge embrassait toutes les connaissances de son temps. Aujourd'hui, on est chimiste ou physicien, mathématicien ou historien : rares sont ceux qui cumulent, et il n'est peut-être pas à notre époque un seul homme capable d'une vue d'ensemble. Les philosophes eux-mêmes, impuissants à réaliser une synthèse, sont la plupart du temps des historiens, des psychologues ou des sociologues. Chaque science se subdivise en multiples branches : certains savants ne connaissent guère qu'un très petit rameau d'une science. D'autre part la Science reste encore le privilège d'une élite. L'ouvrier courbé sur sa tâche quotidienne ne peut explorer le patrimoine de l'humanité. Ceux mêmes qui ont la mission d'instruire nos enfants, ne peuvent, en dehors des éléments nécessaires des programmes, suivre la marche des sciences : par suite, leurs élèves reçoivent une éducation intellectuelle qui suit de trop loin le développement de nos connaissances.

Cet état de choses, jadis inévitable, présente de multiples inconvénients : tout d'abord les connaissances ne sont pas suffisamment répandues ; ensuite des idées communes manquent qui pourraient concerter l'action des divers individus et des divers groupes. L'activité des hommes est réglée par les images qu'ils se font du monde et d'eux-mêmes. Mais l'homme n'est pas et ne peut pas être isolé : il agit surtout en tant que membre d'un groupe plus ou moins considérable, et selon les idées qui règnent dans ce groupe. Dans les représentations collectives, la part de l'individu est réduite : il trouve toutes faites les grandes lignes d'un système qui s'impose à lui. Ces représentations collectives sont très peu influencées par les progrès des sciences ; le traditionalisme joue là un rôle considérable. Or, actuellement, plusieurs genres d'explications sont en présence et se disputent les divers groupes sociaux. On peut réduire ces explications à deux grandes classes : les conceptions religieuses et les explications scientifiques.

Les premières ont pour elles la force énorme de la tradition ; en outre, elles se présentent comme un système complet, un ensemble relativement logique et rationnel, où

tout est prévu, où les objections sont résolues à l'avance ; elles prétendent à l'absolu, dogmatisent avec autorité et leur masse agissante s'augmente de toutes les individualités faibles qu'elles entraînent.

Les secondes, au contraire, sont hésitantes, constamment en voie d'élaboration ; elles ne se présentent pas d'une manière aussi définie et ne sont pas facilement abordables par des gens qui n'y sont pas préparés. La Science est en rapide évolution, aussi paraît-elle moins cohérente que la Religion. L'individu intelligent qui veut acquérir des notions scientifiques est obligé de réagir contre le milieu social qui vit de traditions et cet effort est, en général, au-dessus de ses forces. Souvent même, un savant spécialisé, incapable d'une vue d'ensemble, recourra très strictement aux explications scientifiques dans la branche qu'il cultive, et acceptera, sans critiques, pour tout le reste, la métaphysique religieuse de son groupe social. L'histoire de Pasteur est, à cet égard, instructive et typique.

Nous sommes bien loin, comme on le voit, de l'idéal des hommes de la Révolution. Est-ce à dire que c'était là une utopie ? Non certes ! Cet idéal était incomplet, mais il était perfectible, comme tout idéal, et à plus d'un siècle de distance il peut encore diriger nos tendances.

Les spécialisations sont une nécessité et un bienfait : un travail pour être efficace a besoin d'être limité ; mais il est nécessaire de trouver pour l'action une base commune. Des questions générales se posent à l'homme sur son origine et sa destinée. Si les réponses données ne sont pas conformes aux connaissances scientifiques, il se contentera de celles qui lui seront imposées par son groupe social, quelque absurdes même qu'elles puissent être.

Il faut donc à tout moment pouvoir répondre d'une façon scientifique à ces questions. Mais il y a encore là des difficultés et des dangers que l'on doit signaler : la plus grande des difficultés est de faire de la Science, à un moment donné, un tableau d'ensemble exact et précis. Les sciences ont chacune leurs méthodes propres, et c'est là une chose excellente, mais le langage spécial qu'exige leur différenciation est une cause de confusion.

Cette difficulté ne doit cependant pas nous arrêter.

Il faut encore insister sur le danger principal d'une telle synthèse : la vulgarisation crée des dogmes nouveaux. Il est légitime de les opposer aux dogmes anciens qui expriment des connaissances moins exactes et moins étendues ; mais il ne serait pas légitime de les opposer aux futurs développements de la Science. Dès maintenant, il faut bien nous persuader que ces dogmes nouveaux ne sont pas immuables, et doivent se perfectionner sans cesse avec les connaissances qu'ils expriment.

Seul, l'esprit critique peut éviter cet écueil. Il ne suffit pas qu'un système soit parfaitement logique et rationnel : il faut qu'il exprime aussi exactement que possible les réalités. L'expérience nous amène à perfectionner sans cesse nos représentations : la Science grandira sans cesse, car sans cesse des faits nouveaux lui poseront de nouveaux problèmes.

Notre Encyclopédie est donc une œuvre nécessaire. C'est pourquoi nous avons essayé de réunir dans ces quelques petits volumes les faits actuellement acquis pour la Science ; mais, pensant que l'esprit critique est seul susceptible de remédier au danger de la vulgarisation, nous avons voulu donner une tenue scientifique à ces ouvrages. Ils ne contiendront aucune affirmation qui ne soit basée sur les faits. Les auteurs s'astreindront à donner peu d'importance à leurs hypothèses personnelles, se contentant de réunir et de classer les faits scientifiquement expliqués. Toutefois la plus grande liberté est laissée aux auteurs dans la préface de leurs ouvrages. Si cette partie de l'œuvre présente des différences d'interprétation générale des phénomènes, le lecteur y appliquera sa propre critique.

Des références bibliographiques nombreuses permettront au lecteur d'aller facilement aux sources de la documentation, d'en faire lui-même l'étude et la critique.

Les phénomènes seront expliqués dans l'ordre suivant :

I. L'évolution des mondes retrace la formation de notre système — le système solaire, — et par cette démonstration nous suggère quelle a pu être la formation des autres systèmes sidéraux. Nous voyons comment la matière diffuse dans l'espace s'est condensée en une nébuleuse, comment de cette nébuleuse se sont séparées les planètes, les mondes d'aujourd'hui.

**II. Histoire de la Terre.** — Nous reprendrons la Terre au moment où elle s'est séparée de la nébuleuse et est devenue la planète que nous habitons. Nous verrons par suite de quels phénomènes physiques et chimiques l'air et l'eau ont paru à sa surface. L'histoire de la Terre devient dès lors aisée pour nous, car dans l'écorce terrestre on découvre les grandes étapes de cette histoire. La géologie nous permettra de les connaître et la paléontologie de suivre l'évolution des êtres qui y ont laissé des traces de leur existence.

Nous verrons comment l'évolution de la Terre se continue de nos jours sous l'influence des phénomènes d'érosion, des phénomènes sismiques, ou tremblements de terre, et des éruptions volcaniques.

Une partie de cet ouvrage sera consacrée à l'étude de la mer parce que c'est dans le milieu marin que la vie s'est d'abord développée. Nous serons ainsi amenés à étudier dans le volume suivant l'apparition de la vie.

**III. Origine et évolution de la vie.** — La matière *organique* est-elle différente de celle que nous offrent les corps *inorganiques* de la chimie? Cette question est depuis longtemps débattue entre les savants et les philosophes. Ce livre nous expose les connaissances actuelles sur la question. Depuis les querelles fameuses entre Pouchet et Pasteur la Science a beaucoup progressé, la discussion est placée aujourd'hui sur un tout autre terrain. Comme l'affirme Pouchet, la vie n'est qu'une modalité de la matière, mais comme le dit Pasteur, la matière vivante se comporte autrement que la matière brute. Il est cependant difficile et même arbitraire d'établir une démarcation entre l'une et l'autre.

**IV. Evolution des êtres vivants.** — On suit facilement l'évolution des êtres depuis le protozoaire, le plus simple des êtres organisés, jusqu'aux mammifères qui sont les plus élevés en organisation. Les cellules vivantes, dans le milieu aquatique, se sont groupées en colonies diverses, suivant les différentes circonstances, de façon à former autant d'êtres divers.

Dans la série paléontologique on suit les modifications des êtres vivants dans leur évolution jusqu'aux formes actuelles. Enfin l'évolution ontogénique de l'homme nous montre que l'individu passe, de sa conception à son complet développement, par des états correspondants à ceux des animaux depuis l'origine de la vie.

Nous avons donc des sources diverses qui permettent de démontrer l'évolution des êtres vivants.

**V. Les facteurs de l'évolution des êtres.** — Les ouvrages précédents ont prouvé aux lecteurs que tous les êtres évoluent ;

restent à établir les conditions qui déterminent cette évolution. Parmi ces nombreuses conditions il faut rappeler : la situation de l'être vivant au point de vue du milieu physique, ses dimensions et surtout son hérédité. — Ces divers facteurs combinés produisent les types de vie différents. C'est ainsi que nous avons ce que l'on appelle en histoire naturelle des *facies* : animaux des grandes profondeurs, de la surface, des cavernes, etc.

**VI. Origine et évolution de l'Homme.** — Placée sur son vrai terrain, la question de l'origine de l'homme ne diffère pas de celle de l'origine des espèces animales. On peut dire qu'elle fut résolue par Darwin. Mais depuis cette époque bien des faits sont venus éclairer la question. Le type de l'ancêtre de l'humanité a pu être reconstitué; nous en avons trouvé un vestige dans les terrains tertiaires supérieurs de Java. Plus tard, l'homme apparaît dans les gisements des vallées du Rhin et de la Meuse, et les traces de son industrie sont éparpillées sur toute la surface de l'Europe occidentale et centrale. Les sauvages les plus arriérés de l'époque actuelle peuvent aussi nous donner une idée de ce que furent nos ancêtres à cette époque reculée.

**VII. La Pensée.** — Un des précédents ouvrages nous apprend que la vie est un mécanisme résultant des propriétés de la matière. Nous allons maintenant suivre les manifestations de plus en plus complexes de la vie des fonctions végétatives aux fonctions intellectuelles les plus élevées, jusqu'aux phénomènes de conscience.

La conscience, c'est-à-dire la connaissance de l'individu par lui-même, est une fonction des parties antérieures du cerveau. Elle se décompose, se morcelle, se transforme et disparaît avec les modifications de l'organe dont elle est le mode d'activité.

**VIII. Histoire des Civilisations.** — Nous avons jusqu'ici considéré l'homme à la façon d'un naturaliste. Nous devons maintenant l'examiner au point de vue de son activité sociale. Cette activité se manifeste par un ensemble de faits que nous appelons *Civilisation*. Une civilisation, c'est l'ensemble des activités sociales d'un groupe humain localisé. Nous passerons brièvement en revue les grandes civilisations du monde et nous tiendrons à ne pas laisser dans l'ombre des peuples que les historiens classent d'ordinaire avec mépris dans les non civilisés; civilisations de l'Amérique septentrionale et centrale, de l'Afrique occidentale, de la Polynésie, etc. Parmi les grandes civilisations nous examinerons successivement l'Égypte, la Chaldée, la Perse, l'Inde, la Chine, les civilisations méditerranéennes et de l'Europe occidentale; les

grands Empires historiques nous occuperont aussi en raison de leur influence : Empire romain, Empire carolingien, Saint-Empire, etc.

**IX. Les Religions.** — A l'origine de toutes les sociétés, lorsque les idées expérimentales sont presque absentes, on remarque que tous les phénomènes sociaux sont indifférenciés, mais que les phénomènes religieux se différencient les premiers. Dans ces manifestations religieuses on ne voit pas apparaître de *dieu* à proprement parler. L'homme dépend de son *totem*, espèce animale ou végétale avec laquelle il croit avoir des rapports de descendance. Après le culte du totem se développe celui des ancêtres. Chez les peuples anciens, historiquement connus, nous constatons que la notion de divinité est formée.

Si l'on observe, comme nous le ferons, les cultes des peuples anciens, Egyptiens, Babyloniens, Syriens, Perses, Grecs, Romains, Slaves, Germains, Celtes, ou les grandes religions universalistes, ou celles des peuples qui ont conservé une antique tradition comme les Chinois, les Japonais, les Israélites, les Hindous, ou bien des peuples dits sauvages encore existants, on constatera que les Religions sont des phénomènes qui apparaissent, évoluent et disparaissent sous l'influence de causes variées, mais assignables.

**X. Le droit et la morale.** — De même qu'on a prétendu qu'il y a un sens religieux, on a prétendu qu'il y avait un sens moral. Nous trouvons le fondement de la morale dans les formes élémentaires du droit, dans les multiples interdictions qui défendent aussi bien de mélanger des fils de plusieurs couleurs que de prendre ce qui appartient à son voisin. Ces interdictions nous apparaissent tout d'abord comme étant reliées à des croyances religieuses. Puis nous voyons le droit se dégager de sa gangue pendant qu'en certains endroits la morale s'en sépare jusqu'à devenir une pure abstraction; mais tandis que la morale reste une pratique d'application presque individuelle, le droit se cristallise jusqu'à devenir un anachronisme et ne plus répondre aux besoins de la société qui l'emploie.

**XI. Les organisations sociales.** — En partant du type de la horde nous rencontrons d'abord ces groupes à simple bipartition que sont les sociétés australiennes, puis viennent les sociétés à segments multiples : Mélanésie, Amériques, etc...; au-dessus se trouvent les confédérations de tribus gouvernées par un conseil central (Iroquois, Mokis, etc...) qui, réduites à l'obéissance sous un chef unique, un monarque, deviennent une véritable nation comme celles de la Guinée et de la colonie du Cap. Dans ces sociétés la

division des fonctions s'établit de très bonne heure. Des sociétés dites secrètes se forment; il s'en différencie des prétrises avec des pouvoirs d'autant plus étendus que la société est moins évoluée. Nous retrouverons ces sociétés secrètes jusque dans les civilisations complexes (sociétés religieuses des orphiques grecs, sociétés corporatives du moyen âge, franc-maçonnerie). Un autre procédé de différenciation s'établit plus tard, c'est celui de la division en classes suivant l'aptitude guerrière ou la richesse des membres de la société. Jamais il n'a existé une royauté qui ait régné en détruisant toutes les inégalités de classes.

Au moyen âge nous voyons les associations corporatives devenir de véritables puissances; elles prennent alors la forme urbaine et donnent naissance aux communes. C'est par suite du besoin éprouvé dans les sociétés très différenciées de former des unités spécialisées que nous voyons se reformer aujourd'hui d'une façon très différente les associations corporatives sous l'aspect des syndicats.

**XII. Les systèmes économiques.** — Nous ferons d'abord la remarque que l'étude des systèmes ne se confond pas avec celle des doctrines économiques.

En étudiant les sociétés les plus inférieures nous voyons que tous les biens sont communs entre tous les individus qui composent ces sociétés. Avec la formation d'organismes spéciaux apparaissent des distributions diverses des biens produits par l'ensemble de la communauté; la production elle-même se trouve en général réglementée. Lorsque les nations sont formées nous voyons la production, et non plus seulement la distribution des biens, se réglementer : certaines classes doivent produire (la production étant même fixée). La consommation elle-même est soumise à certaines règles. Avec les découvertes de terres nouvelles et l'extension du commerce, les échanges économiques prennent une ampleur exceptionnelle, les capitaux circulent et, les lois aidant, se concentrent entre les mains d'un petit nombre d'individus, d'où gêne pour les producteurs, gêne encore accrue par le machinisme qui amène une véritable crise dans la situation de ceux qui produisent.

**XIII. Evolution de la technologie et de l'art.** — Une des principales différences que l'homme présente avec les animaux, est de pouvoir agir sur les milieux environnants au moyen d'instruments qui lui sont comme des prolongements de ses organes. L'évolution est longue depuis l'outillage primitif de l'Australien jusqu'à l'outillage si complexe de l'Européen moderne! Après s'être abrité dans des cavernes, l'homme construit des habitations di-

verses selon les milieux où il se trouve pour aboutir aux maisons de fer de l'Europe. Il en est de même pour tout l'outillage, aussi bien de l'outillage guerrier que des ustensiles de cuisine. Après avoir utilisé ses propres forces, l'homme utilise des forces extérieures : vapeur, électricité, etc.

Parmi toutes les techniques, il y en a qui ont pour but d'exprimer des émotions collectives, ce sont les Beaux-Arts. Dans l'état actuel de la conscience sociale les émotions collectives sont aussi nécessaires à la vie des sociétés que les techniques proprement dites. Le rythme, développé par le travail en commun, a donné naissance à la danse et à la musique. Des nécessités économiques, religieuses, technologiques, donnent naissance aux arts graphiques en général : sculpture, peinture, décoration.

**XIV. Les facteurs de l'évolution sociale.** — Les hommes groupés en sociétés ont subi des influences dont les résultats ont été exposés dans les volumes précédents. Ce n'est pas en vertu d'un plan *a priori* que l'humanité a évolué, c'est en raison de certains facteurs que nous allons passer en revue.

Nous devons tout d'abord faire une grande part aux conditions physiques : le climat, la situation géographique des peuples ont motivé la répartition des individus sur différents points de notre planète; la richesse en vivres, les facilités d'accès aux endroits où on pouvait se les procurer le plus facilement ont donné naissance à des centres de population dense. Les facilités de communication ont eu aussi une grande influence sur le développement des formes sociales.

Un autre puissant instrument du progrès est le langage : les idiomes les moins adaptés aux nécessités nouvelles ont disparu laissant la place aux meilleurs, formant ainsi un facteur d'homogénéité. L'écriture joue un rôle semblable.

Enfin il ne faut pas oublier l'action d'hommes qui, par leur développement intellectuel anormal, ont pu avoir à une époque donné une influence accélérante sur la société dont ils faisaient partie.

**XV. L'Homme et le Monde.** — Ce livre tire la conclusion des précédents et montre à quels résultats sont arrivées les sciences à l'heure actuelle. On y trouvera le tableau de l'évolution générale des idées et on verra comment la science moderne classe les faits. On y trouvera la preuve que si nous n'avons pas résolu toutes les énigmes de l'univers nous connaissons un nombre considérable de faits, plus que suffisants, pour montrer que les vieilles théories spiritualistes du monde doivent être irrémédiablement exclues de notre pensée.

Cette Encyclopédie ne présente pas une classification des sciences. Nous avons adopté une méthode d'exposition dans laquelle les faits sont enchaînés en série. On pourrait en subdiviser à l'infini les chapitres sans détruire leur étroite dépendance. Si l'on remarque que la cosmographie comprend deux volumes, la biologie trois volumes, l'anthropologie un volume, la psychologie un volume, et la sociologie sept volumes, on peut objecter qu'il n'y a pas de proportion entre l'importance donnée aux diverses sciences générales et leur importance réelle. Nous répondrons à cette critique que la sociologie n'étant pas arrivée à un point de systématisation aussi avancé que les autres sciences, il nous a paru nécessaire d'en présenter les principaux chapitres avec un plus grand développement. Dans une science en formation les faits sont moins bien identifiés et moins coordonnés que dans les sciences évoluées ; il est donc nécessaire que les auteurs de notre Encyclopédie préparent ce travail.

La sociologie est la plus complexe des sciences, et les mêmes faits, revêtant de multiples aspects, doivent être présentés dans des chapitres différents. Enfin la sociologie est la science qui touche de plus près les lecteurs auxquels nous destinons cette Encyclopédie. Les problèmes de la sociologie sont connexes à la politique, à la morale, aussi chacun croit-il pouvoir les résoudre parce qu'il est immédiatement intéressé à le faire. Lorsque nos lecteurs se seront rendu compte de l'extrême complexité de ces phénomènes ils seront circonspects dans leurs affirmations et nous leur aurons fourni de nombreux éléments pour éclairer leur jugement et aider à orienter leur conduite.

Nous nous rendons bien compte que, lorsque nos 15 volumes auront paru, notre œuvre ne sera pas terminée. La science marche à une allure qui s'accélère régulièrement. Il sera donc nécessaire de mettre le grand public au courant de ses incessants progrès. Nous le ferons en publiant de petits fascicules en supplément aux volumes correspondants de la collection.

Le choix des auteurs a été pour nous une grave préoccupation : nous estimons en effet que les vulgarisateurs ne

---

peuvent être que des savants, ils doivent connaître complètement leur sujet, appliquer dans toutes leurs œuvres la méthode scientifique, c'est-à-dire s'oublier eux-mêmes, s'objectiver, de manière à ne pas donner aux lecteurs une interprétation personnelle des phénomènes qu'ils étudient. Il faut que le vulgarisateur soit en outre un écrivain particulièrement clair, sachant se mettre à la portée d'un public relativement peu instruit. Pour ces raisons nous avons choisi nos collaborateurs parmi des savants spécialistes qui se sont depuis longtemps consacrés à l'enseignement dans les Universités Populaires.

Nous sommes persuadés que notre œuvre atteindra son but : revendiquer contre les systématisations religieuses les droits d'une systématisation meilleure, et rendre proche l'avènement d'une forme sociale mieux adaptée aux besoins de l'espèce.

*Mars 1906.*

J. M. LAHY.

---



# ÉVOLUTION DES MONDES

---

## OBJET DE CE LIVRE

---

Nous n'entendons pas écrire un traité d'astronomie, exposant une ou plusieurs parties de cette science; nous nous sommes limité à réunir les faits astronomiques qui, dans l'état actuel de nos connaissances, témoignent de l'évolution des mondes.

Loïn d'être *incorruptibles*, comme toute l'antiquité le croyait, les astres sont soumis à toutes les vicissitudes des choses ou des êtres, c'est dire qu'ils sont entièrement justiciables du temps qui transforme tout. La science ne trouve rien de fixe ou d'immuable dans l'univers : tout change, tout se transforme, en vertu de lois mécaniques ou physico-chimiques. Les astres pas plus que les êtres ne sont éternels, leur durée est seulement infiniment plus longue. Mais il a semblé à l'homme, pour qui un siècle d'existence est un grand maximum, que les durées sidérales étaient des éternités; aussi n'est-ce pas à l'échelle de l'existence humaine qu'il faut mesurer les longues évolutions astronomiques.

Comme on le verra par l'historique des principaux progrès de l'astronomie, les découvertes de la fin du xix<sup>e</sup> siècle ont permis d'affirmer l'unité de composition des astres, qui implique l'unité de la matière dans les plus lointaines régions explorées. L'étude des étoiles doubles ou multiples a permis d'étendre aux systèmes stellaires les lois de la gravitation,

qui n'avaient été vérifiées jusqu'alors que pour le système solaire. Ce sont là deux des plus grandes conquêtes de l'esprit humain au XIX<sup>e</sup> siècle : d'autres faits d'une portée philosophique non moins considérable ont été constatés : segmentation de comètes en essaims d'étoiles filantes, analyse spectrale d'étoiles temporaires, étude chimique du Soleil, photographie des nébuleuses ; bien d'autres phénomènes encore ont été étudiés et publiés. Mais le grand public a été bien peu mis au courant de ces nouvelles connaissances.

Pour les vulgariser, et pour aider ceux qui désirent se former une conception des origines et des transformations des mondes basée sur les faits constatés, nous avons réuni tous les faits importants qui peuvent contribuer à faire comprendre ce qu'on est en droit d'appeler *la vie des astres*.

Les faits que nous étudions se trouvent énoncés dans les ouvrages récents d'astronomie, mais comme ils y sont perdus dans les nombreuses descriptions formant la matière de ces ouvrages et que le lecteur n'en fait pas habituellement une analyse distincte, il en résulte que cette grande vérité, *l'évolution des mondes*, d'une si haute portée philosophique (1), n'est pas toujours comprise de la plus grande partie des lecteurs.

Pour bien montrer qu'aucun esprit de système ne nous a préoccupé dans notre groupement des faits et dans leur interprétation, nous indiquerons les sources où nous avons puisé, et le plus souvent possible nous laisserons parler les auteurs de l'ouvrage cité.

La deuxième étude, portant sur les principaux progrès de l'astronomie, a pour objet de faire comprendre la marche de l'esprit humain dans la conquête de la vérité.

L'ensemble de l'ouvrage constitue le premier échelon d'un système rationnel du monde, et aidera à démontrer que l'homme peut savoir dès maintenant *d'où il vient*, sans avoir recours à des explications imaginaires ou à de naïves légendes religieuses.

Les études qui suivront compléteront la réponse à cette première question et nous apprendront également ce que nous sommes et de quel côté nous paraissions nous diriger.

(1) L'évolution supprime la création *ex nihilo*.

## CHAPITRE I

### LE SYSTÈME SOLAIRE

La Terre fait partie d'une famille d'astres dont l'ensemble a reçu le nom de système solaire. Le Soleil en est le chef (fig. 1 et 2).

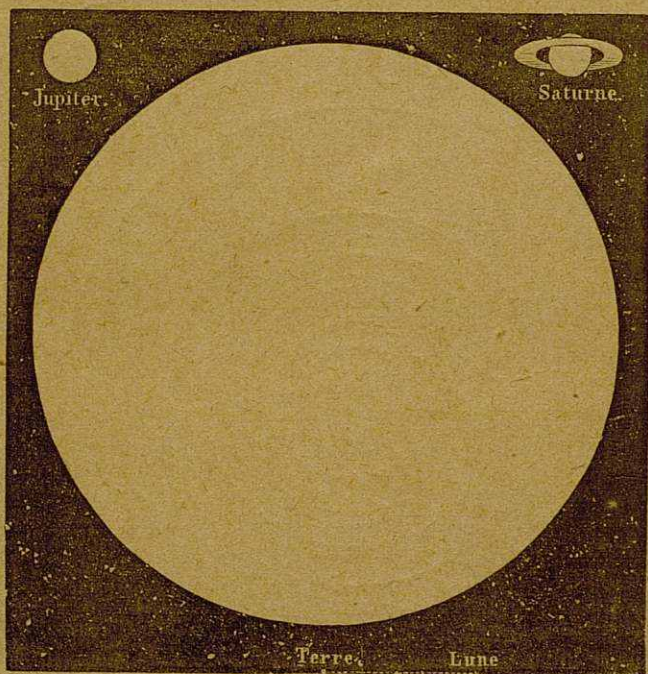


Fig. 1. — Grosseur comparée du Soleil, de la Terre, de la Lune, de Jupiter et de Saturne.

Les éléments constitutifs du système solaire sont exposés dans tous les traités de cosmographie ; il suffit de consulter un de ces ouvrages pour en avoir une rapide connaissance.

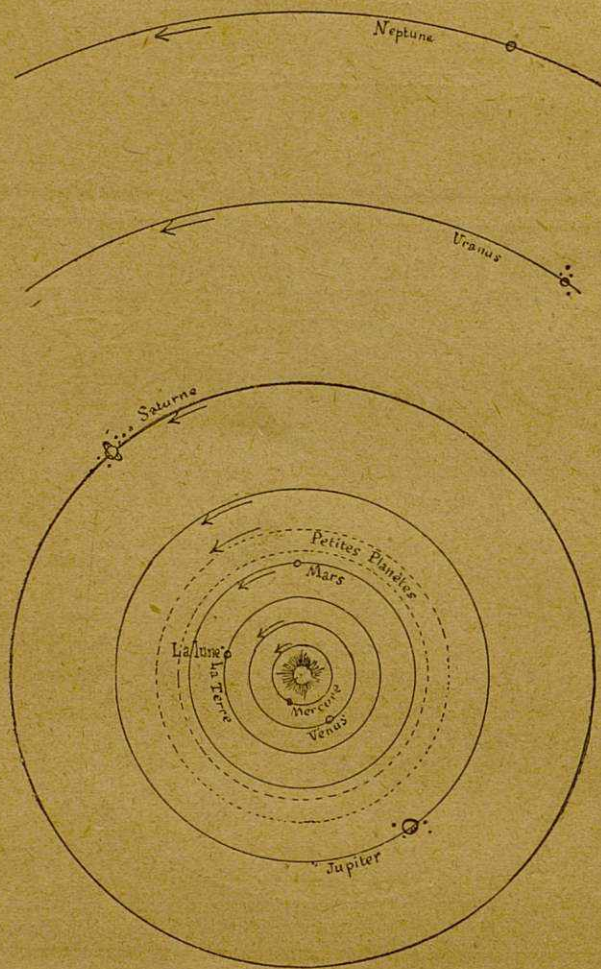


Fig. 2. — Le système solaire.

Nous résumons dans le tableau suivant les principaux de ces éléments.

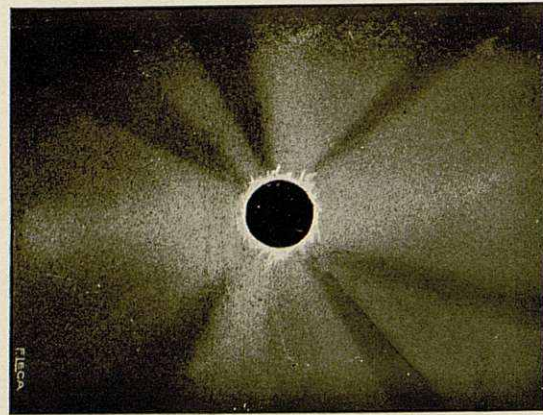


Fig. 4. — Couronne, gloires, aigrettes solaires visibles pendant les éclipses totales, témoignant de l'étendue et de la prodigieuse activité des phénomènes dont le soleil est le centre.

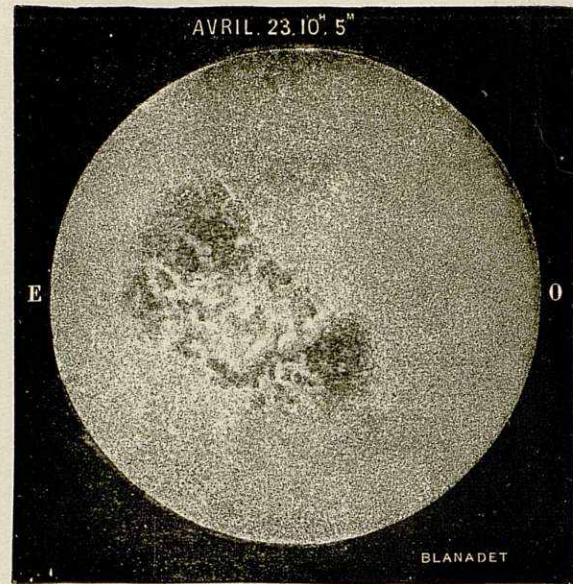


Fig. 9 — Tache solaire du 23 avril 1872.



Fig. 12. — Comète de Donati, 5 octobre 1858.

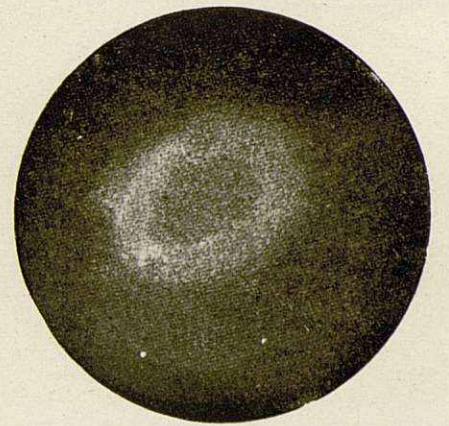


Fig. 13. — Nébuleuse de la Lyre.



Fig. 8. — Lumière zodiacale.

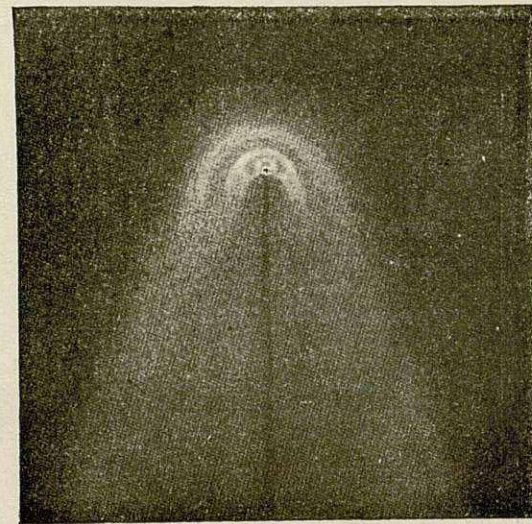


Fig. 11. — Comète de Donati, 2 octobre 1858.

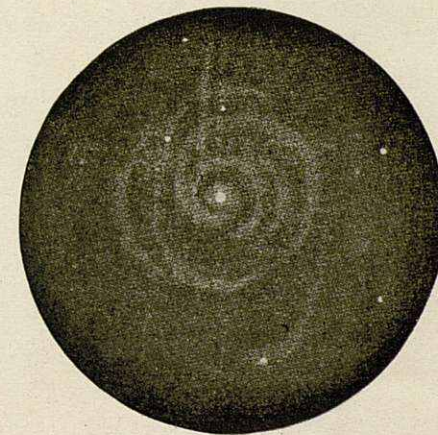


Fig. 14. — Nébuleuse en spirale de la Constellation des Chiens de chasse.

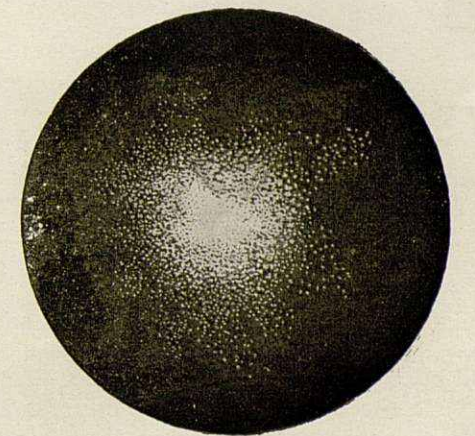


Fig. 16. — Nébuleuse d'Hercule.



Tableau comparatif des éléments principaux du système solaire

comparant la distance moyenne des planètes au soleil ; le diamètre de chacune d'elles ; leur volume, leur masse, leur densité, relatifs au volume, à la masse et à la densité de la terre ; la durée de leurs révolutions, c'est-à-dire le temps (jours, heures et minutes) qu'elles mettent pour faire un tour complet autour du soleil ; enfin la durée de rotation, c'est-à-dire le temps qu'elles mettent pour accomplir un tour sur elles-mêmes.

	Distances moyennes en kilom. tres.	Diamètres	Volumes La Terre = 1	Masses Terre = 1	Densités Terre = 1	Revolutions	Rotations	OBSERVATIONS.	
☉ Soleil		1 384 784 kil.	1 283 720 052	324 439	0 253		25 j., 4 h., 29 m.		
☿ Mercure	57 479 590	4 882 —	0 052	0 061	1 473	87 j., 23 h., 15 m.	88 j. (?)	Possède la plus grande densité.	
♀ Vénus	407 406 300	12 122 —	0 075	0 337	0 897	224 j., 16 h., 49 m.	225 j. (?)		
♁ La Terre	148 488 200	12 756 kil.	1	1	1	365 j., 6 h., 9 m., 10 s., 7	23 h., 56 m., 4 s.	A un satellite, la Lune.	
♂ Mars	226 530 200	6 888 —	0 147	0 105	0 714	686 j., 23 h., 31 m.	24 h., 37 m., 23 s.	A deux satellites.	
PLANÈTES									
TELESCOPICIQUES									
♃ Jupiter	772 554 300	142 392 —	1279 412	309 816	0 242	4332 j., 14 h., 7 m. (11-8 ans)	9 h., 55 m., 37 s.	Enos, la 430e petite planète, est située entre Mars et la Terre. La durée de sa révolution est de 641 jours.	
♄ Saturne	1 416 443 000	121 544 —	718 883	91 919	0 298	10 759 j., 5 h., 49 m. (29 ans)	10 h., 14 m., 24 s.	A cinq satellites.	
♅ Uranus	2 826 469 000	53 346 —	69 347	13 340	0 195	30 688 j., 9 h., 52 m. (84 ans)	?	Possède la plus faible densité. Est remarquable par ses anneaux.	
♆ Neptune	4 462 826 000	48 380 —	51 055	16 199	0 300	60 181 j., 2 h., 13 m. (165 ans)	?	A un satellite.	

**Le Soleil.** — Le Soleil est à lui seul 627 fois aussi gros que toutes les planètes de son système réunies; d'où l'influence qu'il exerce sur elles; le premier effet de cette prééminence est de les forcer à graviter autour de lui dans des orbites régulières (fig. 3).

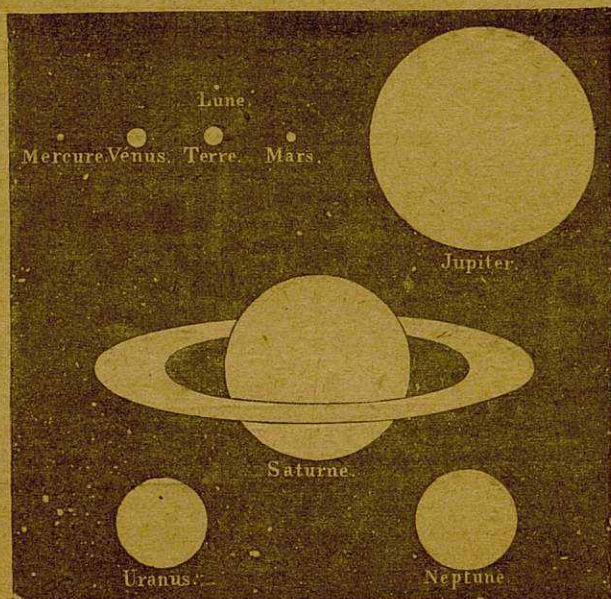


Fig. 3. — Grandeur relative des principales planètes.

C'est lui qui envoie la chaleur et la lumière aux planètes, obscures par elles-mêmes : leur lumière n'est qu'une lumière réfléchie.

La densité de la matière solaire (1,54) est un peu plus forte que celle de l'eau, mais les couches extérieures ou enveloppantes sont certainement gazeuses. Ces couches extérieures sont le siège d'actions puissantes qui produisent l'énergie presque incommensurable que le Soleil répand dans l'espace.

La connaissance de la constitution physique et chimique de notre astre central est aujourd'hui très avancée, mais

des progrès considérables sont encore à accomplir pour arriver à une parfaite connaissance de cet astre. La spectroscopie a permis de reconnaître la présence de corps simples dans les vapeurs qui enveloppent la photosphère ; entre autres on y trouve : l'hydrogène, le sodium, le magnésium, le fer, le zinc, le cuivre, le plomb.

L'étude du Soleil est des plus intéressantes pour notre sujet. Quelle que soit la théorie que les progrès de la science fassent admettre un jour pour expliquer la formation du système solaire, il est toujours certain que le Soleil présente un reste de la masse qui a formé les astres de notre système.

Celui qui pourrait suivre les évolutions du Soleil pourrait reconstituer l'histoire des mondes qui gravitent autour de lui. Le globe solaire, dont la nature ne nous est pas encore complètement connue, est enveloppé de couches de matière à des états divers de condensation : une première couche, qui reçoit le nom de *photosphère*, forme une surface lumineuse. Une autre couche, la *couronne*, forme l'atmosphère solaire. La partie inférieure de cette atmosphère, celle qui est la plus rapprochée de la photosphère, est désignée sous le nom de *chromosphère*, elle est composée principalement d'hydrogène. Le globe solaire est entouré d'une *auréole* dont l'étendue peut égaler le diamètre de l'astre. Des *aigrettes* s'étendent encore plus loin.

La prodigieuse activité dont le Soleil et ses différentes couches atmosphériques sont le théâtre nous est montrée par les *protubérances*, qu'on observe sur le disque solaire lorsque celui-ci est obscurci par une éclipse totale (pl. I, fig. 4).

Les protubérances sont des éruptions d'hydrogène, projetées jusqu'à cent, deux cent et même trois cent mille kilomètres de la surface solaire (fig. 5, 6 et 7).

La *surface solaire* est une expression presque de convention, car une masse aussi gigantesque de matières gazeuses en état d'ignition, sujette à de perpétuelles transformations, comme celle qui constitue le Soleil, n'est pas facile à déterminer ou à délimiter dans ces divers états. L'*atmosphère*, la *chromosphère*, les *gloires* et *aigrettes* appartiennent au Soleil et leur limite est impossible à pré-

ciser : les prodigieux mouvements dont elles sont animées s'y opposent.

Tout porte même à penser que nous ne connaissons pas l'étendue des substances plus raréfiées qui doivent envelopper au loin l'astre du jour. La lumière zodiacale, dont le centre est le Soleil et dont le cône atteint et dépasse l'or-

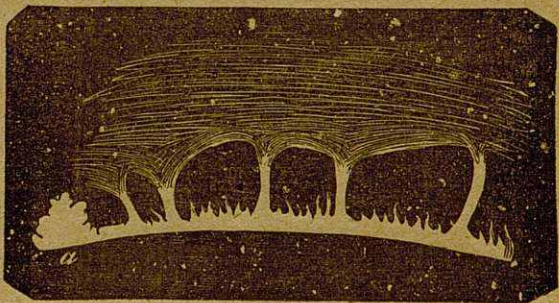


Fig. 5 — Protubérance solaire observée en Amérique le 7 septembre 1871.



Fig. 6. — Protubérance solaire, fin de l'explosion; 7 septembre 1871.

bite de Vénus, semble indiquer que la matière qui compose le Soleil n'a pas de limite déterminée (pl. I, fig. 8).

N'oublions pas de rappeler que la persistance de l'énergie solaire, dont la Terre nereçoit qu'une infime fraction, est



9 h. matin.



12 heures 10 m.



1 heure 59 m.



2 heures 15 m.



Fig. 7. — Changements dans les formes d'une protubérance solaire observés le 23 janvier 1874. La rapidité et l'importance de ces changements montrent la puissance et l'intensité des phénomènes dont le soleil est le théâtre. En D et E on voit une *tache solaire* (voir note p. 22) qui avance vers la périphérie.

attribuée à la transformation du mouvement en chaleur. Ce mouvement est probablement celui de la chute de millions d'aérolithes qui tombent journallement sur l'astre central.

L'étude physique et chimique du Soleil, dont la trop brève analyse que nous venons de faire ne peut donner qu'une idée bien imparfaite (1), est donc, ainsi que nous le disions plus haut, de la plus grande importance pour comprendre l'évolution des mondes. Les extraordinaires manifestations dont le Soleil est le théâtre aident, et aideront encore, au fur et à mesure de leur découverte, à expliquer mécaniquement l'origine et les transformations d'un monde.

**Un monde planétaire.** — Les planètes qui ont des satellites offrent, en raccourci, l'image du monde solaire. Le monde de Saturne est le plus riche des systèmes secondaires, et sa connaissance peut aider à comprendre l'évolution de ce système solaire.

Neuf lunes font cortège à Saturne : elles circulent à des distances de la planète allant de 203.000 kilomètres pour la plus voisine, à 3 910.000 kilomètres pour la plus éloignée. Un des satellites de Saturne, Titan, a un diamètre de 6 800 kilomètres, soit presque celui de Mars qui est de 6 888 kilomètres. En plus de ces neuf satellites, Saturne possède trois anneaux qui l'enveloppent et qui se trouvent à l'endroit qu'occuperaient des satellites. Laplace et les astronomes modernes ont établi que ces anneaux ne sont pas solides : ils semblent formés de corpuscules circulant autour de la planète. Saturne est la planète du système solaire qui a la plus faible densité : 0,113. C'est un peu plus du dixième de la densité de l'eau.

L'anneau le plus rapproché de la planète est en partie transparent, on aperçoit Saturne au travers ; il est éloigné de 32 000 kilomètres. L'aplatissement de Saturne est de près de  $1/10^6$ . C'est le plus considérable des aplatisse-

(1) Nous n'avons pas parlé des taches solaires (pl. I, fig. 9), des phénomènes magnéto-électriques et de bien d'autres phénomènes dont l'astre est le siège, aussi engageons-nous les lecteurs que ces questions intéressent à lire l'excellent petit volume d'Amédée Guillemin, *Le Soleil*, ou tout autre traité d'astronomie moderne.

ments des planètes de notre système. Les anneaux de Saturne, quelle que soit leur constitution, ont certainement une grande importance pour la question de la formation d'un monde. Nous ignorons encore le procédé mécanique qui a donné naissance à ce phénomène, mais il est bien évident que ces anneaux sont des témoins d'une évolution cosmogonique analogue à celle parcourue par le système solaire.

Ils semblent, du reste, avoir de grands rapports avec les anneaux de météorites qui gravitent autour du Soleil et dont nous nous occuperons plus loin.

**Les Comètes.** — L'étude des comètes fournit, et fournira plus encore à l'avenir, des éléments de démonstration de l'évolution des mondes.

Ces astres sont formés de matière nébuleuse dont la partie centrale offre une condensation plus grande que celle des parties détachées qui constituent la queue.



Fig. 10. — Comète de 1811.

Cette queue de la comète atteint parfois des dimensions colossales; c'est ainsi que celle de la comète de 1811 (fig. 10) avait 40.000.000 de lieues de longueur; pour celle de 1843 elle atteignit le double, 80.000.000 de lieues.

En présence de ces dimensions fabuleuses et du temps assez court mis par les comètes pour atteindre de telles dimensions, et surtout du fait que la lumière des étoiles qui

traverse la matière cométaire n'est pas réfractée (1), des savants ont été portés à considérer la queue des comètes comme des phénomènes lumineux ou électriques.

Quelle que soit la nature de ces gigantesques appendices des comètes, il est certain que c'est une matière très raréfiée, quelque chose comme moins qu'un gaz, qui constitue ces astres si curieux.

L'instabilité semble être la loi des comètes : celle dite d'Encke a une ellipse qui diminue progressivement et on peut prévoir sa chute sur le Soleil.

D'autres comètes se sont morcelées : la comète de Biéla, à son retour périodique de 1845, se présenta divisée en deux comètes distinctes, qui marchaient dans le voisinage l'une de l'autre. Ces deux comètes, ou ces deux fragments de comète, se montrèrent pour la dernière fois en 1852. Elles disparurent en tant que comètes, pour faire place à un anneau de météorites que la Terre rencontre sur des points de son orbite, ce qui donne lieu à des pluies d'étoiles filantes. Ces pluies diminuent d'importance avec les années, et on est porté à penser que bientôt il ne restera plus de la comète de Biéla que le souvenir. Ce que nous disons de la comète de Biéla peut s'appliquer à d'autres : la célèbre comète de Lexel, de 1770, semble être dans le même cas.

Le savant astronome italien Schiaparelli s'est occupé à établir des rapports entre les comètes disparues et les essaims de météorites qui donnent lieu aux pluies d'étoiles filantes : il conclut à la parenté des deux phénomènes.

La matière des comètes a de grands rapports avec celle qui constitue certaines enveloppes du Soleil ; elle est extrêmement rare, ténue ; cela autorise à considérer les comètes comme des résidus de la nébuleuse dont est issu notre système solaire. Cette proposition n'est pas un fait acquis à la science ; des astronomes, Laplace entre autres, supposent que les comètes ont une origine étrangère au système solaire.

Mais on doit retenir que ces astres sont formés de matière

(1) C'est-à-dire déviée de la ligne droite, alors que le plus léger brouillard suffit pour produire ce phénomène.

à un état d'extrême raréfaction (1) ; qu'ils ont des trajectoires qui se modifient selon les influences qui les sollicitent (2) ; que les comètes ont des orbites d'étendue très variable, et qu'elles se segmentent ; enfin que leur transformation en essaims d'aérolithes possède toutes les probabilités scientifiques.

Nous pouvons donc bien dire que, dans l'état actuel de nos connaissances, *les comètes témoignent de l'évolution des mondes.*

(1) Plusieurs sont passés dans le voisinage immédiat des planètes sans leur faire subir la moindre perturbation.

(2) Voir : Pl. I, fig. 11 et 12, les modifications rapides de la comète de Donati.

## CHAPITRE II

### SYSTÈMES STELLAIRES

Notre Soleil n'est qu'une étoile ; autrement dit les étoiles sont des soleils, que leur prodigieux éloignement réduit à n'être pour nous que des points lumineux.

Le système solaire transporté à la distance des étoiles, même de celles de première grandeur, ne laisserait plus voir que le soleil lui-même, et encore sous l'aspect d'une étoile assez faible ; toutes les planètes, la Terre, Jupiter même seraient absolument invisibles.

L'orbite de Neptune, limite connue du système solaire, est de près de sept milliards de lieues ; pour traverser cette distance la lumière met huit heures.

Eh bien ! malgré cette immense étendue le système solaire est plongé dans *le vide* de l'espace ; il est loin, bien loin de toutes les étoiles, qui sont elles-mêmes séparées les unes des autres par des espaces analogues. La lumière d' $\alpha$  du Centaure, l'étoile la plus rapprochée de nous, met quatre ans à nous parvenir, malgré sa vitesse de 75 000 lieues à la seconde ; d'autres étoiles sont à des distances de sept ans, vingt ans, soixante-dix ans de lumière !

Si par la pensée nous voulons quitter notre monde planétaire, c'est dans l'immense, dans le prodigieux, presque dans l'inconcevable que nous tombons ; et cela dès les premiers pas que nous tentons, car de plus inimaginables grandeurs nous étonneront encore au cours de notre voyage à travers les mondes stellaires.

**La Voie lactée.** — Quand, par une belle nuit, on contemple la voûte étoilée qui s'étend sur nos têtes, on remarque, la traversant dans toute son étendue, une bande vaporeuse, assez semblable à un léger nuage : c'est la Voie lactée. Ce phénomène est dû à la réunion de millions d'étoiles invisibles à l'œil nu et gisant à des distances indéterminables. Toutes les étoiles composant les diverses constellations font aussi partie de la Voie lactée ; la seule raison qui fasse paraître ces étoiles plus brillantes est leur proximité relative de la région où se trouve notre propre étoile, le Soleil, qui lui aussi appartient à la Voie lactée.

Celle-ci n'est, en définitive, qu'une immense nébuleuse résoluble, comprenant tous les astres de notre univers. Pour donner une idée des dimensions de la Voie lactée, nous rappellerons qu'on estime que, pour traverser sa longueur, la lumière met *12.000 ans* et pour traverser sa largeur, *4.000 ans* (1).

**Les constellations.** — On comprend d'après ce que nous venons de dire que les constellations ne forment pas réellement des groupes. Les étoiles qui les composent sont des unités de la voie lactée que, par effet de perspective ou de dissémination, on peut grouper en astérismes propres à faciliter l'étude de la sphère céleste.

Les étoiles visibles à l'œil nu sont bien moins nombreuses qu'on ne le pense généralement.

On compte	21	étoiles de première grandeur ;
On évalue à	65	celles de deuxième —
	200	— troisième —
	425	— quatrième —
	1.100	— cinquième —
	3.200	— sixième —

Soit 5.011 étoiles visibles à l'œil nu. Ces étoiles occupent en compagnie de notre propre soleil, la région centrale de la Voie lactée.

**Mouvements des étoiles.** — Le système solaire marche dans l'espace avec une vitesse qu'on évalue à cinquante

(1) Rappelons encore que la lumière parcourt 75.000 lieues par seconde.

millions de lieues par année et se dirige vers la constellation d'Hercule ; toutes les étoiles qui semblent, en apparence, fixées dans une position les unes par rapport aux autres, sont également animées d'un mouvement propre à travers l'espace. Il n'y a pas un seul point fixe dans l'univers : tout se meut. Dans une étude sur le mouvement propre des étoiles, Wolf a pu arriver à cette conclusion générale : « Toutes les étoiles, y compris le « Soleil, sont « animées de mouvements propres (1). »

**Les étoiles doubles.** — Beaucoup de ces points brillants qui, à la vue simple, ne présentent que l'aspect d'une étoile, sont, en réalité, composés de deux ou plusieurs de ces astres. L'existence des étoiles multiples est un fait de la plus haute importance pour la conception scientifique de l'univers, car il démontre l'universalité des lois de la gravitation.

Une autre étude — l'analyse spectrale de la lumière des étoiles — nous démontrera l'unité de la matière composant les mondes qui peuplent l'immensité ; mais il est d'une aussi grande importance, au point de vue philosophique, de savoir si les lois mécaniques qui régissent notre système solaire s'appliquent aux autres mondes. C'est ce que l'étude des étoiles doubles semble démontrer. « Les lois « de l'attraction produisent et régissent les mouvements « de ces astres lointains, aussi bien que la circulation des « planètes autour du soleil (2). »

« Sur 120 000 étoiles observées jusqu'à ce jour, on connaît environ 3.000 étoiles doubles. On connaît, en outre, « environ 50 étoiles triples, composées d'un soleil, d'une « terre qui tourne autour de lui, et d'une lune qui tourne « autour de cette terre (3). »

« De sorte que l'on peut admettre que les mondes si- « déraux sont gouvernés dans leurs mouvements par les

(1) WOLF, *Le Mouvement propre des étoiles*. Paris, Alcan, Bibl. utile, XIII, p. 128.

(2) R. P. SECCHI, *Le Soleil et les étoiles fixes*. Paris, Alcan, Bibl. utile, XLIII, p. 4.

(3) AMIGUES, *A travers le ciel*. Paris, Alcan, Bibl. utile, LXXXIX, p. 7.

« mêmes forces qui agissent sur les corps dont se compose « le monde solaire. »

La plus brillante étoile du ciel, l'incomparable Sirius, est une étoile double. Bessel, en observant les perturbations de Sirius, en déduisit l'existence d'un satellite. Clarke, astronome américain, découvrit ce satellite vers 1862. Cet astre nouveau a été observé depuis par plusieurs astronomes, entre autres par Chacornac.

Le Docteur Auwers, de l'Académie de Berlin, représenta les variations de Procyon (étoile voisine de Sirius) par une orbite presque circulaire que l'étoile décrit en quarante ans. Le compagnon de Procyon a été découvert depuis par O. Struve, et observé en 1873-74. A propos de ces découvertes, A. Guillemin rapporte les remarques de Struve disant que « l'astronomie marche vers une nouvelle époque où l'on fera voir que la mécanique céleste ne se borne pas aux phénomènes du système solaire, mais peut s'appliquer aux mouvements des étoiles fixes (1). »

Quelques étoiles doubles. — L'orbite  $\xi$  (ksi) de la Grande Ourse fut la première calculée en 1829 par Savary, astronome français. Herschel en avait fait la première observation. La révolution du satellite a lieu en 61 ans. C'est en 1903 que se termina la deuxième révolution depuis Herschel.

$\zeta$  (dzêta) d'Hercule est un des systèmes binaires dont la révolution est la plus courte : 36 ans.

$\alpha$  ou Castor des gémeaux est un système triple ; la révolution de ses satellites demande de trois à cinq cents ans.

$\gamma$  (gamma) de la Vierge est un système triple ; sa révolution demande 169 ans environ.

$\zeta$  (dzêta) de l'Ecrevisse, étoile triple ; révolution, 58 ans. Les trois composantes, chose remarquable, ont presque le même éclat.

$\alpha$  (alpha) du Centaure, dont les composantes sont de première et de seconde grandeur : révolution, de 75 à 80 ans.

L'étoile 42, Chevelure de Bérénice a une des révolutions les plus courtes : 26 ans.

(1) A. GUILLEMIN, *Le Ciel*. Paris, Hachette, 1877, p. 751-752.

Parmi les plus longues périodes, il faut indiquer :  
 $\gamma$  du Lion, à qui 400 ans sont nécessaires pour accomplir sa révolution.

$\sigma$  (sigma) de la Couronne Boréale demande de 600 à 800 ans.

$\zeta$  (dzéta) du verseau a une révolution qu'on évalue à près de 1.600 ans (1).

Dans son travail sur le mouvement propre des étoiles, M. Wolf conclut en disant : « Nous avons trouvé des systèmes partiels très nombreux, dont les éléments suivent dans leurs mouvements relatifs les lois de Képler et de Newton. Nous sommes donc autorisés à étendre à tous les corps stellaires l'application de ces lois, et nous retiendrons comme conclusion générale, que la gravitation découverte par Newton dans les éléments du système planétaire est une loi absolument générale de la nature (2). »

Les amas stellaires. — Si les constellations ne répondent pas à une réalité et ne sont qu'un système de classification, il est d'autres groupements d'étoiles qui, eux, constituent des agglomérations sidérales réelles. Ce sont les amas stellaires. Quelques-uns d'entre eux peuvent n'être que des parties détachées de la Voie lactée; ils ne doivent pas être considérés comme des corps séparés et distincts de notre grande nébuleuse; mais d'autres lui sont absolument étrangers et méritent une attention particulière, car ils ne sont rien moins que des univers différents du nôtre.

« Sur un nombre total d'environ 5.000 nébuleuses recensées, on en compte aujourd'hui au moins 500, entre la huitième et la neuvième partie, que le télescope est parvenu à décomposer entièrement en étoiles. Parmi ces amas, un très petit nombre sont assez lumineux et assez considérables pour être visibles à l'œil nu. Dans tous, les étoiles sont si rapprochées qu'il est impossible de n'y pas voir de véritables groupes stellaires, de réelles associations, des systèmes de soleils (3). »

(1) A. GUILLEMIN, *Le Ciel*. Paris, 1877, p. 742.

(2) WOLF. *Du mouvement propre des étoiles*. Paris, Alcan, Bibl. utile, p. 140.

(3) A. GUILLEMIN, *Le Ciel*. Paris, 1877, p. 814.

Quelques amas stellaires. — Le plus remarquable des amas d'étoiles de notre hémisphère se trouve dans la constellation d'Hercule, il est visible avec les plus faibles lunettes, et même à l'œil nu, par une belle nuit (fig. 13). « Il est situé peut-être à 400 000 ans de lumière (1). »

Parmi les amas, on peut citer ceux du Verseau, des Gémeaux, du Cancer.

Celui du Toucan, splendide amas visible à l'œil nu, est situé dans le voisinage de la petite nuée de Magellan. Il est formé d'innombrables étoiles de 12<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> grandeur.

L'amas d'Oméga du Centaure, d'après Herschel fils, est le plus grand et le plus riche de tout le ciel. Visible à l'œil nu, il a 21' de diamètre et la luminosité d'une étoile de 4<sup>e</sup> grandeur.

Le bel amas de la Chevelure de Bérénice est de forme sphérique, et il est composé d'étoiles qui sont presque toutes de même grandeur.

#### Les Nébuleuses. —

D'autres amas sont si éloignés qu'ils nous apparaissent sous la forme de petits nuages nébuleux, ce qui leur a fait donner le nom de nébuleuses. Mais grâce à la puissance de pénétration des télescopes, on est parvenu à les réduire en étoiles, d'où le nom qui leur est donné de nébuleuses réductibles.

Ces nébuleuses réductibles offrent des formes qui indiquent que les étoiles qui les composent obéissent à des forces de concentration : la forme spiraloïde et la forme annulaire sont les plus fréquentes ; il est presque certain que la forme de fuseau, que nous offre la nébuleuse

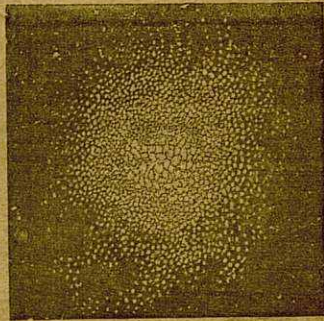


Fig. 13. — Tache nébuleuse à la constellation d'Hercule.

(1) BRIOT, *Les Nébuleuses*. Paris, Alcan, Bibliothèque utile, XLIII, p. 55.

d'Andromède, n'est qu'une forme annulaire ou spirale, vue par la tranche.

« Ces groupements, ces condensations d'étoiles qui semblent s'être formés avec les siècles, sous l'empire de l'attraction, cette puissance dominatrice du monde et qui tend continuellement à rapprocher les divers corps de la nature; ces entassements produits par l'attraction, marchant par la même cause vers un état ultérieur de rapprochement, nous expliquent la forme spirale de certaines nébuleuses, où l'on voit, pour ainsi dire, les soleils tomber en tournant vers certains noyaux de plus grande concentration.

« Quant à l'immensité du temps nécessaire pour produire de pareils effets, il n'y a ni siècles, ni millions de siècles qui puissent la représenter. L'action de notre soleil sur l'étoile la plus voisine de lui, ne rapprocherait pas de nous cette étoile d'un millimètre en cent mille ans (1). »

Dans l'hémisphère austral, près d'un vide de la Voie lactée, existent deux nuées, dites nuées de Magellan.

Le grand nuage s'étend sur un espace de 12 degrés carrés; c'est 200 fois la surface apparente du disque lunaire. Le petit nuage occupe presque 10 degrés et plane au milieu d'une sorte de désert. Dans le grand nuage, Herschel a trouvé 284 nébuleuses, 66 amas d'étoiles, 582 étoiles isolées.

Dans le petit nuage : 32 nébuleuses, 6 amas et 200 étoiles.

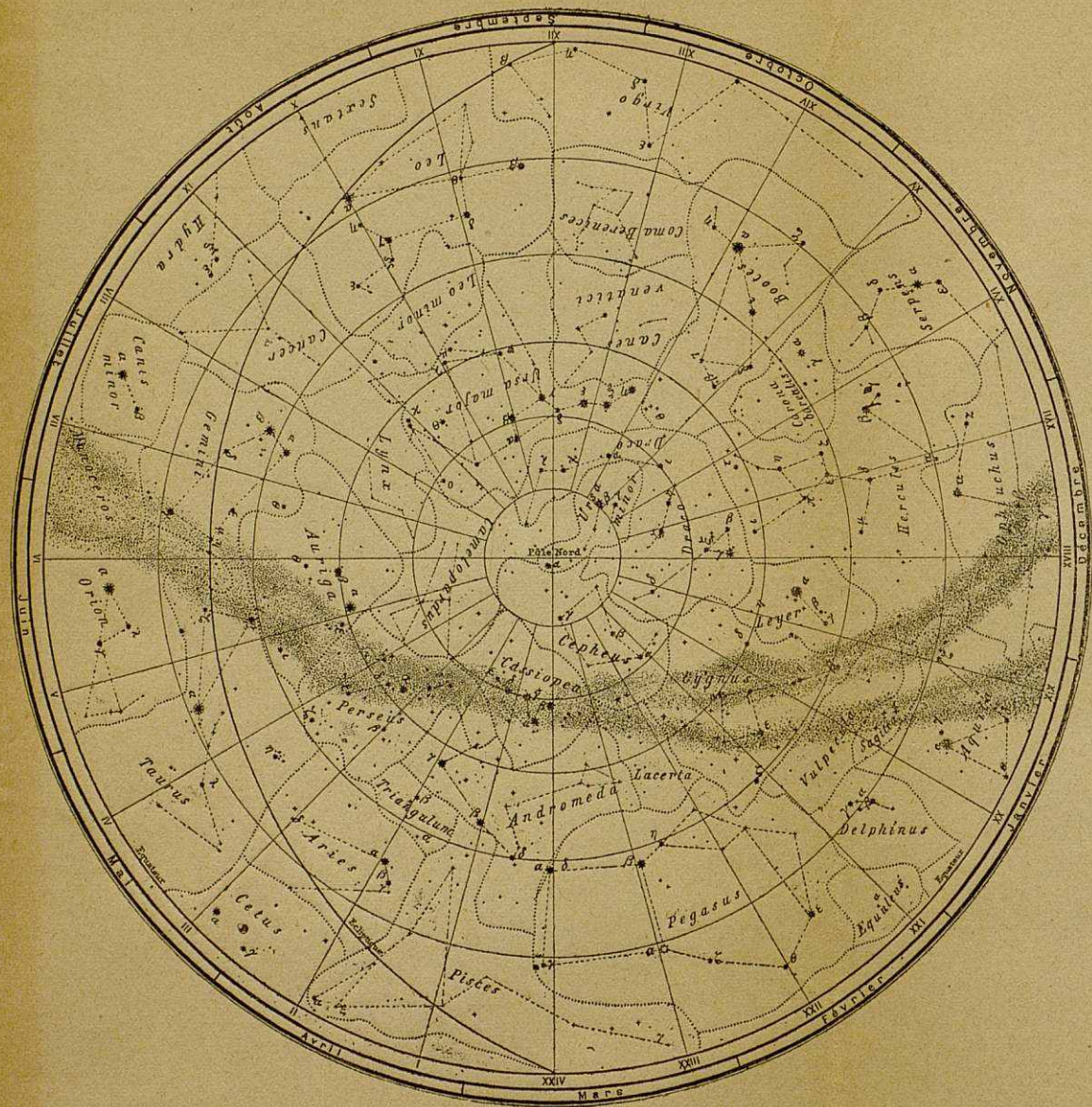
Ce n'est pas un univers qui est là; « ce sont des univers réunis » (2).

Parlant de la grande nébuleuse des Chiens de Chasse (pl. I, fig. 14,) M. Flammarion la décrit ainsi dans une fort belle page :

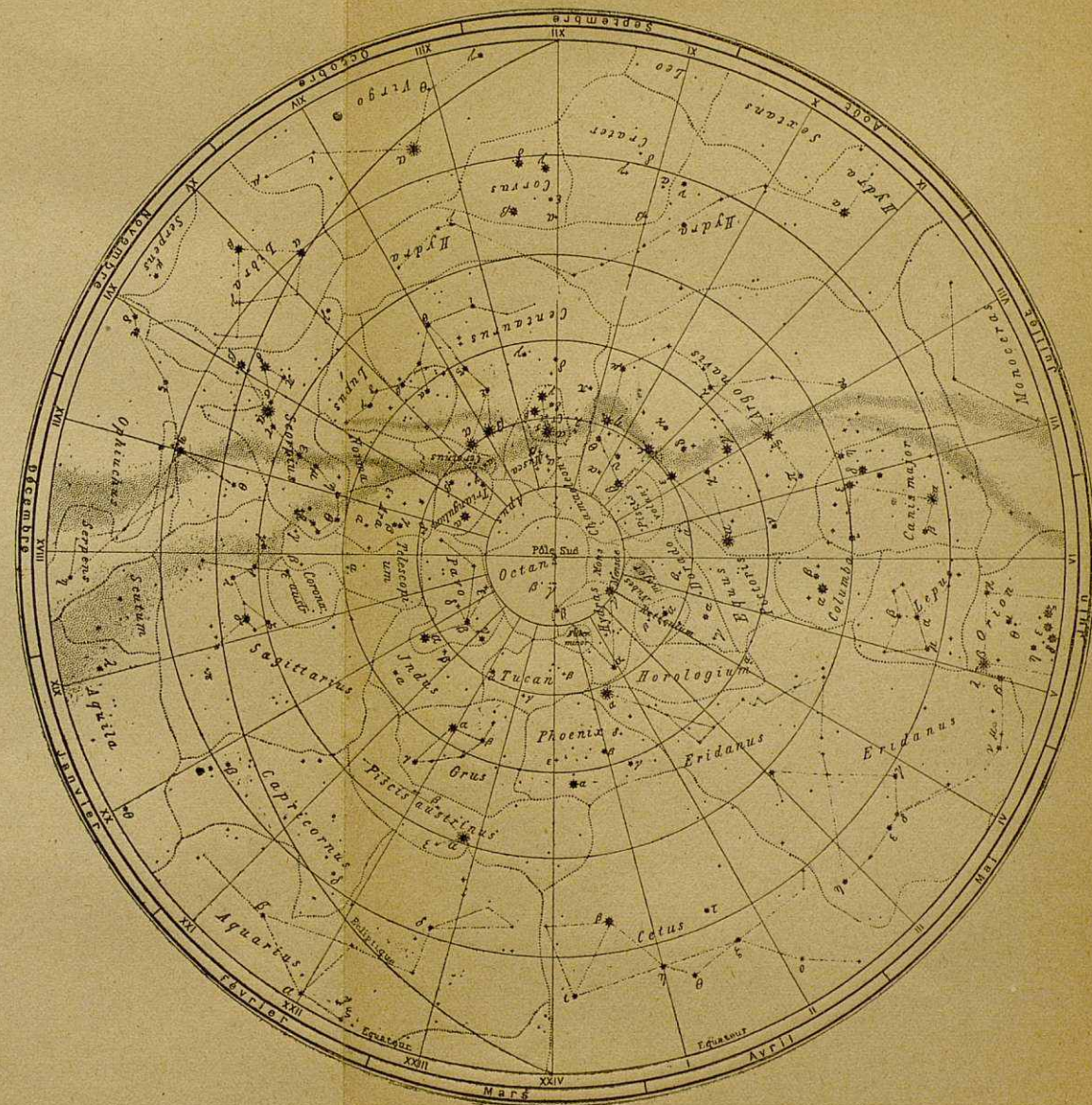
« Chacun de ces grains de poussière est un soleil. Ils paraissent se toucher, mais ils sont séparés les uns des autres par des millions et des milliards de lieues. La main des siècles a contourné ces myriades de soleils en spires consécutives. Tout cela se meut, tout cela vibre,

(1) *Magasin pittoresque*, année 1858, p. 279 (Anonyme).

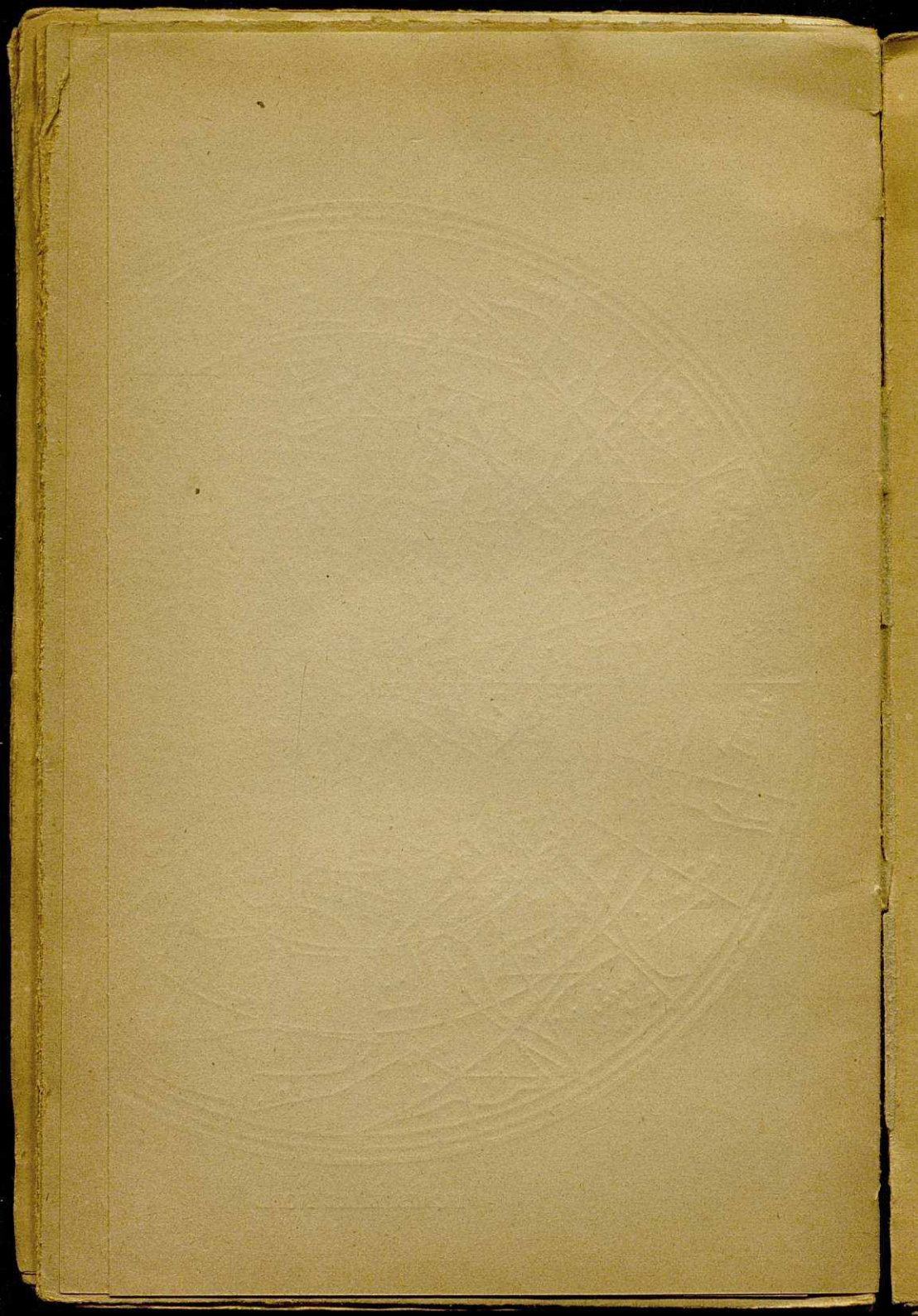
(2) A, GUILLEMIN, *Le Ciel*. Paris, 1877, p. 855 et 857.



HÉMISPHERE NORD



HÉMISPHERE SUD



tout cela gravite, et la forme générale du système semble indiquer qu'il se meut lui-même tout d'une pièce à travers l'espace, en laissant de légères trainées en arrière de sa marche. Ces trainées de soleils tombant vers un centre commun nous donnent le témoignage de la plus immense période que le ciel ait jamais révélée à l'intelligence humaine. Déjà, en voyant des étoiles toutes formées, on conçoit, devant le calme des régions célestes, quel nombre formidable de siècles ont dû s'entasser pour arriver à condenser, à individualiser en soleils distincts la matière cosmique primitive. Mais quand on voit une telle réunion de soleils, une Voie lactée tout entière qui s'est mise en mouvement, a pivoté sur son centre de gravité, de manière à former par le rapprochement de ses soleils des spirales d'étoiles allant en tournant vers un foyer de réunion future, on est effrayé de l'incommensurabilité du temps qui a été employé à contourner ces spires prodigieuses ; le mouvement séculaire de chaque étoile étant si minime, si imperceptible qu'on les appelle toujours des étoiles fixes, même quand il s'agit des étoiles les plus rapprochées de nous. Combien ne doit-il pas être plus imperceptible encore pour des astres situés à de pareilles distances !

« Combien de milliers, de centaines de millions de siècles n'a-t-il pas fallu pour déterminer l'arrangement si lent d'un tel Univers !... »

« Ces nébuleuses offrent vraiment à nos regards émerveillés le plus ancien témoignage de l'existence de la matière (1). »

**Nébuleuses en spirale.** — Dans le mémoire publié par Lord Rosse en 1861, on compte 40 nébuleuses en spirale et 30 où cette forme est soupçonnée.

Les constellations de Céphée, du Lion, de la Grande Ourse, de Pégase, du Triangle des Chiens de Chasse (pl. I, fig. 14), de la Vierge, offrent des nébuleuses en spirale.

L'étude des nébuleuses est une conquête de l'astronomie moderne. « La première qui ait été signalée est celle de la

(1) FLAMMARION, *Astronomie populaire. Les Etoiles*. Paris, 1882, p. 124.

« Ceinture d'Andromède. Elle fut découverte en 1612 par  
 « Simon Marius... En 1656, Huyghens aperçut la grande  
 « nébuleuse de la Constellation d'Orion. Lacaille, au  
 « xviii<sup>e</sup> siècle, en découvrit un certain nombre. Enfin  
 « Herschel en publia des milliers (1). »

Les astronomes de l'avenir auront, dans l'étude des nébuleuses, un champ de découvertes infiniment vaste.

Ce que nous voulons retenir des acquis actuels de la science sur les nébuleuses, c'est que, dans ces univers, séparés de nous par des milliers ou des millions d'années de lumière, la loi de la gravitation existe et la matière qui compose ces astres est la même, ainsi que la spectroscopie l'a prouvé, que celle qui compose notre Soleil et notre Terre.

Le mouvement et la matière, causes de tous les phénomènes terrestres, sont également causes de tous les phénomènes astronomiques perceptibles.

**Spectroscopie.** — Tous les traités de physique, tous les traités d'astronomie moderne s'occupent de l'analyse spectrale de la lumière; nous n'avons donc pas besoin d'insister beaucoup sur cette importante branche du savoir humain.

« On sait que la lumière émise par un gaz incandescent donne un spectre formé de raies brillantes, dont la couleur et le groupement permettent de reconnaître la composition chimique de ce gaz. Les corps solides ou liquides à l'état d'incandescence fournissent, au contraire, un spectre continu, à teintes plates, qui est le même pour toutes les substances; seulement, ce spectre se sillonne de raies sombres lorsqu'une atmosphère de vapeurs arrête au passage quelques-uns des rayons émanés du foyer lumineux. Ces raies sombres caractérisent alors les vapeurs qui enveloppent le corps incandescent. C'est ainsi que les raies noires, dites raies de Fraunhofer, que l'on compte par milliers dans le spectre solaire, nous apprennent de quoi se compose l'atmosphère du Soleil. Elles nous donnent la certitude que

(1) AMIGUES, *A travers le Ciel*. Paris, Alcan, p. 166.

« l'astre qui nous éclaire est fait, en somme, de la même  
« substance dont la Terre est pétrie, car on y retrouve la  
« plupart des éléments terrestres.

« Les spectres des étoiles fixes offrent beaucoup d'ana-  
« logie avec celui du Soleil. Ce sont évidemment des  
« soleils comme le nôtre, entourés d'atmosphères gazeuses,  
« qui renferment à l'état de vapeur une foule d'éléments  
« terrestres. (1). »

(1) RADAU, Les Progrès de l'astronomie stellaire. *Revue des Deux Mondes*, octobre 1875, p. 647.

Les lecteurs trouveront des renseignements complémentaires sur la spectroscopie dans le petit traité de CAZIN : *La Spectroscopie*. Paris, Gauthier-Villars, 1878, 1 vol. 148 p. avec fig. (Collection des *Actualités scientifiques*.)

## CHAPITRE III

### TRANSFORMATION DES MONDES (1)

Bien que, dans les chapitres qui précèdent, nous n'ayons fait qu'une description sommaire de l'univers, nous avons pu déjà constater que la prétendue immutabilité des cieux est un mythe. L'étude qui va suivre, spécialement consacrée aux phénomènes de transformation que subissent les astres, nous démontrera que ceux-ci, loin d'être incorruptibles comme les anciens les imaginaient, sont soumis à toutes les vicissitudes de l'activité de la matière ou du mouvement, ce qui, en dernière analyse, est la même chose.

Les astres se forment, évoluent et disparaissent, c'est-à-dire qu'ils cessent d'exister en tant qu'unité, mais leurs éléments transformés persistent : la matière est impérissable !

Là où l'humanité s'était habituée à ne voir que l'immobile, l'éternel, l'immuablement fixe, la science moderne a trouvé le mouvement, le changement perpétuel, l'instable !

« Supposons un instant qu'un rêve de l'imagination se réalise, que notre vue, dépassant les limites de la vision « télescopique, acquière une puissance surnaturelle, que « nos sensations de durée se contractent de manière à

(1) De très nombreuses citations sont faites dans cette partie de notre travail. Nous estimons que l'explication d'un phénomène ou qu'une pensée y ayant rapport, étant exprimée par des savants qui ont consacré leur vie à l'étude de cet ordre de phénomènes, a plus de poids et de force pour former la conviction du lecteur que la simple description que nous en pourrions faire.

« comprendre les plus grands intervalles de temps, de  
« même que nos yeux perçoivent les plus petites parties  
« de l'étendue : aussitôt disparaît l'immobilité apparente  
« qui règne dans les cieux. Les étoiles sans nombre sont  
« emportées comme des nuages de poussière dans des  
« directions opposées, les nébuleuses errantes se conden-  
« sent ou se dissolvent, la Voie lactée se divise par places  
« comme une immense ceinture qui se déchirerait en lam-  
« beaux : partout le mouvement dans les espaces célestes,  
« de même qu'il règne sur la Terre en chaque point de ce  
« riche tapis de végétation dont les rejetons, les feuilles  
« et les fleurs présentent le spectacle d'un perpétuel déve-  
« loppement (1). »

**Etoiles variables.** — « Absolument parlant, toutes  
« les étoiles sont variables. Elles ont toutes commencé,  
« leur lumière et leur chaleur s'épuise inévitablement avec  
« le temps ; elles s'éteindront toutes, tandis que d'autres  
« se seront allumées ; l'univers est un champ de perpé-  
« tuelles métamorphoses (2). »

Il est certain que toutes les étoiles sont d'une intensité variable, mais la durée des changements observables est parfois si longue qu'il est impossible de s'en rendre compte par l'observation directe. Il y a des étoiles qui depuis deux mille ans sont toujours classées comme étoiles de première ou de seconde grandeur, mais il en est un très grand nombre dont l'intensité lumineuse s'est modifiée. Il en est même qui, pendant des périodes fort courtes, présentent des différences d'éclat telles que, des premières grandeurs, elles descendent jusqu'à ne plus être visibles à l'œil nu.

« Le nombre de ces étoiles simplement variables s'ac-  
« croît tous les jours, à mesure que les cartes célestes,  
« devenues plus parfaites, permettent de vérifier les  
« moindres changements (3). »

(1) HUMBOLDT, cité par RADAU, *L'Astronomie stellaire. Revue des Deux Mondes*, 1875, p. 636.

(2) FLAMMARION, *Les Etoiles et les curiosités du Ciel. Supplément à l'Astronomie populaire*. Paris, 1882, p. 697.

(3) A. GUILLEMIN, *Le Ciel*. Paris, 1877, p. 767.

La constellation des Pléiades renferme plusieurs étoiles variables.

Antarès ( $\alpha$  du Scorpion), qui était classée autrefois comme étant de deuxième grandeur, s'est élevée à la première et paraît diminuer aujourd'hui. Trois des étoiles de la Grande Ourse varient dans des périodes de quelques années. Bételgeuse a une variation d'éclat de deux cents jours

« Omicron de la Baleine, Mira Ceti, découverte en  
 « août 1596 par David Fabricius, est pendant quinze jours  
 « de deuxième grandeur, et décroît pendant trois mois,  
 « jusqu'à devenir invisible. Elle reste dans cet état pen-  
 « dant cinq mois puis elle reparait pour croître pendant  
 « trois mois : sa période est alors achevée ; elle dure onze  
 « mois et demi ; mais elle a des irrégularités et elle est  
 « restée quatre ans invisible (1). »

Les étoiles  $\alpha$  de l'Hydre,  $\sigma$  d'Hercule,  $\zeta$  de Persée,  $\beta$  de Pégase sont des étoiles variables.

On peut encore citer :

R du Verseau ; R, S, T, des Poissons ;  $\zeta$  (dzéta). R, S, T, V, des Gémeaux ; R, S, de l'E. revisse, R du Lion, R, S, de la Vierge, T, U, du Capricorne ; R du Sagittaire.

Herschel citait les étoiles  $\beta$  des Gémeaux,  $\beta$  de la Baleine,  $\eta$  du Sagittaire, la 30<sup>e</sup> du Dragon, la 14<sup>e</sup> du Lynx comme ayant une lumière dont l'intensité va en augmentant.

Mais de toutes les étoiles variables dont la période est courte, la plus curieuse est certainement  $\eta$  (éta) du Navire, qui est située au milieu d'une nébuleuse. En 1837, elle était de première grandeur ; en 1854, elle égalait presque l'incomparable Sirius ; en 1856, elle commença à décroître, en 1859, elle tombait à la troisième grandeur. En 1862, elle n'était plus que de quatrième, en 1864, elle passait à la cinquième, en 1867 à la sixième et en 1870 elle n'était plus visible à l'œil nu. Continuant à décroître, elle était de 7<sup>e</sup> ordre en 1879.

Des observations faites deux siècles auparavant sur cette même étoile  $\eta$ , ont montré qu'elle était de quatrième grandeur en 1677, de deuxième en 1751, etc. (2).

(1) A. GUILLEMIN, *Le Ciel*. Paris, 1877, p. 764.

(2) FLAMMARION, *Astronomie populaire*. Paris, 1882, p. 762.

Depuis l'application de la photographie à l'astronomie stellaire, le nombre des étoiles variables connues augmente sans cesse.

« De nombreux clichés d' $\alpha$  du Centaure ont révélé la présence de 125 étoiles variables... Le nombre des étoiles variables ainsi reconnues est considérable (1). »

**Etoiles temporaires.** — Il existe un autre genre d'étoiles à variations brusques : ce sont les étoiles temporaires.

Parfois une étoile apparaît à une place où il n'en existait pas auparavant, elle brille d'un éclat plus ou moins vif pendant quelque temps et disparaît ou réduit sa lumière et n'a plus que l'apparence d'une étoile visible au télescope. Selon les astronomes qui se sont occupés particulièrement de ces astres, il y a lieu de penser que ce sont des soleils éteints dont nous ne pouvions pas connaître l'existence et qui, par suite de conflagrations ou d'immenses révolutions internes, s'embrasent et redeviennent visibles pour un temps plus ou moins long.

Au rapport de Pline, une étoile temporaire fut observée par Hipparque 125 ans avant notre ère. En 389, sous Adrien, une étoile aussi éclatante que Vénus, brilla trois semaines dans la constellation de l'Aigle. Au ix<sup>e</sup> siècle, une autre se montra dans le Scorpion; en 945 et en 1264, entre Cassiopée et Céphée, on vit apparaître deux étoiles jusqu'alors inconnues.

En novembre 1572, une étoile temporaire apparut dans Cassiopée et fut observée par Tycho-Brahé; elle demeura immobile pendant les dix-sept mois qu'elle fut visible; comparable à Vénus, on la voyait en plein jour. Elle disparut en mars 1574. Elle fut variable d'éclat, et sa lumière subit des changements rapides : blanche les deux premiers mois, elle passa au jaune, puis au rouge; enfin elle redevenit blanche jusqu'à la fin.

En 1600 et 1604, des étoiles temporaires furent observées par l'illustre Képler. Le 20 juin 1670, dans le Renard près de  $\beta$  du Cygne, une étoile apparut et brilla pendant deux ans. En avril 1848, M. Hind constata l'apparition d'une

(1) PUSIEUX, *Sur quelques progrès, etc.* Paris, 1899, p. 17 et 18.

nouvelle étoile dans Ophiucus ; elle était de couleur jaune orangé ; elle est encore visible.

Au milieu de mai 1866, une étoile nouvelle se montra dans la Couronne à un endroit où l'on ne voyait auparavant à l'œil nu, aucun point lumineux. Elle était de deuxième grandeur puis elle s'affaiblit. C'est l'étoile T. Elle est la première étoile observée au spectroscopie par Huggins.

Le 24 octobre 1876, une étoile fit son apparition dans le Cygne. En 1885, une nouvelle étoile se montra dans Andromède ; en 1892, une autre parut dans le Cocher : en 1893 dans la Règle. La dernière en date est celle désignée sous le nom de « la Nova » ou Perséide, qui se montra subitement en février 1901 et brilla quelques jours seulement comme étoile de première grandeur ; un mois après elle était à peine visible à l'œil nu.

On cite encore des étoiles temporaires comme ayant été observées en 173, 393, 1016, 1203, 1230, 1264, 1655. Quelle incertitude qu'il puisse y avoir sur plusieurs de ces observations d'étoiles temporaires, dont le nombre s'élève à plus de vingt-cinq, il n'en est pas moins vrai que *l'apparition subite et la disparition d'étoiles* est un fait acquis à la science. Cet ordre de phénomènes est de la plus haute importance en ce qui concerne la question de l'évolution des mondes.

Aux étoiles nouvelles ou temporaires, on peut rattacher les étoiles disparues ou éteintes.

**Etoiles et nébuleuses disparues.** — Bien qu'il n'y ait que quelques siècles que des observations réellement scientifiques soient pratiquées, on constate déjà la disparition d'un certain nombre d'étoiles et de nébuleuses.

Les étoiles éteintes ne sont pas anéanties ; elles sont, pour la plus grande partie, simplement devenues astres obscurs et peuplent l'immensité en nombre peut-être plus grand que les astres brillants.

« Ces faits nous révèlent que l'espace est semé d'innombrables corps obscurs, nous ne les voyons que quand il se produit en eux d'épouvantables catastrophes, lesquelles ne parviennent à notre connaissance que bien des siècles après qu'elles ont eu lieu.

« Nous verrons ailleurs qu'il ne manque pas de preuves  
 « attestant directement l'existence de telles masses obs-  
 « cures, dont l'inflammation pourrait expliquer de nouvelles  
 « étoiles... »

« ... Beaucoup d'étoiles notées dans les anciens cata-  
 « logues sont aujourd'hui perdues... Ces astres ne sont pas  
 « anéantis ; il reste à supposer qu'ils se sont éteints, c'est-  
 « à-dire réduits à l'état de corps obscurs comme les pla-  
 « nètes (1). »

**Étoiles éteintes.** — En 1437, Oloug Beg constatait qu'une étoile du Cocher, que la 11<sup>e</sup> du Loup et six autres, dont quatre voisines du Poisson austral, toutes marquées sur les catalogues de Ptolémée et d'Abdurrahman-Sophi, ne se voyaient plus de son temps.

Hévélius, mort en 1687, parle de cinq étoiles qui disparurent de son temps.

W. Herschel indique des étoiles éteintes depuis Flams-teed, c'est-à-dire depuis un siècle ; notamment la 9<sup>e</sup> et la 10<sup>e</sup> du Taureau, la 55<sup>e</sup> d'Hercule, vue par Herschel lui-même en 1781 et dont il ne restait plus trace en 1791.

Chacornac, en 1855, communiquait à l'Académie des Sciences une note indiquant un grand nombre de petites étoiles observées par lui et disparues dans un court laps de temps (2).

### La doctrine de l'Évolution s'applique aux étoiles.

— Les apparitions et les extinctions d'étoiles montrent que s'accomplissent dans le monde stellaire des changements considérables ; elles témoignent aussi de l'existence d'astres obscurs peuplant l'infini, car, ainsi que l'écrivait l'immortel auteur de la mécanique céleste : « tous ces corps devenus  
 « invisibles sont à la même place où ils ont été observés,  
 « puisqu'ils n'en ont point changé durant leur apparition.  
 « Il existe donc dans les espaces célestes des corps obs-

(1) BRAVAIS, Mémoire sur le mouvement propre du système solaire dans l'espace. *Journal des Mathématiques pures et appliquées*, VIII, 1813, p. 435.

(2) LECOUTURIER, *Panorama des mondes*, Paris, 1858, p. 65, donne une liste d'étoiles disparues.

« curs aussi considérables, et peut-être en aussi grand  
« nombre que les étoiles. »

Cette notion de l'instabilité des étoiles est si importante pour notre étude de l'évolution des mondes, et en même temps en si complète opposition avec l'instruction officielle, que nous nous croyons obligé de l'appuyer sur quelques affirmations.

« Rien ne nous force de supposer que les choses soient  
« constituées de manière à durer toujours. La lumière et  
« la chaleur qu'une étoile rayonne sont irrévocablement  
« perdues pour elle ; à mesure qu'elle se refroidit, sa puis-  
« sance d'émission, sa radiation vont en diminuant ; en un  
« mot, elle vieillit. Si donc une étoile présente des intermit-  
« tences, rien ne prouve que ces intermittences se présen-  
« teront toujours sous les mêmes aspects : au contraire, il  
« est plus naturel de penser qu'elles sont les signes précur-  
« seurs d'un changement radical (1). »

Dans un discours lu à la séance publique annuelle des cinq académies, M. Janssen, le savant directeur de l'Observatoire de Meudon, avait pris pour sujet : *L'âge des étoiles*.

Il dit :

« Les grandes découvertes réalisées en physique céleste  
« dans ces derniers temps... nous permettent de nous  
« élever aujourd'hui à une vérité d'ordre supérieur et d'in-  
« troduire dans l'Univers la notion d'âge et d'évolution...  
« Le mot âge suppose une existence qui a un commence-  
« ment, un développement, une fin ; l'âge implique un  
« cycle de phénomènes justiciable du temps. Ce qui est  
« éternel n'a point d'âge.

« L'âge des étoiles signifie donc que ces astres sont  
« soumis aux lois d'une évolution semblable à celle que  
« nous offrent sur notre globe les êtres organisés.

« Ainsi les étoiles dont la lumière paraît extra-terrestre  
« et d'une nature toute céleste, ces étoiles dont la fixité a  
« été si souvent prise comme le symbole de l'immuabilité  
« elle-même ; ces étoiles que notre éducation, nos traditions

(1) RADAU, L'Astronomie stellaire. *Revue des Deux Mondes*, oct. 1875, page 650.

« nous avaient habitués à considérer comme les flambeaux  
 « éternels des cieux, seraient donc soumises, comme nos  
 « existences terrestres, aux lois de la naissance et de la  
 « mort ; elles seraient, elles aussi, justiciables du temps et  
 « éprouveraient les vicissitudes que toute vie porte en elle-  
 « même ? Telle est cependant la vérité (1). »

Tout le discours de l'illustre astronome n'est qu'une ma-  
 gistrale démonstration de ce qu'il vient de dire.

« Tous les corps de la nature inanimée ne sont donc point  
 « éternels et immuables ; les corps célestes sont éminem-  
 « ment évolutifs. Leur évolution, seulement, est lente par  
 « rapport à celles que nous observons à la surface de notre  
 « globe ; mais cette disproportion, qui est en rapport avec  
 « l'immensité des temps et des espaces cosmiques com-  
 « parée aux mesures terrestres, ne doit pas nous dissi-  
 « muler l'analogie foncière des phénomènes (2). »

Le P. Secchi, ancien directeur de l'Observatoire romain,  
 parlant de l'étoile T de la couronne, étoile apparue en 1866,  
 dit :

« Ce ne fut en effet qu'un véritable incendie, qui dura  
 « peu de temps, l'étoile passant par toutes les phases de  
 « l'incandescence, sautant à la deuxième grandeur ; ensuite  
 « descendant peu à peu et se réduisant à la huitième. On  
 « peut bien étudier les phases de la décroissance, mais  
 « nous ne savons rien sur les phases de sa croissance ; pro-  
 « bablement, comme beaucoup d'autres, elle s'est allumée  
 « en très peu de temps »...

« ... En 1876, un cas semblable s'est produit dans la  
 « constellation du Cygne près de l'étoile  $\rho$  (rô)... une nou-  
 « velle étoile de troisième grandeur... nous y trouvâmes  
 « les lignes F et G de l'hydrogène, la raie  $\beta$  (bêta) du ma-  
 « gnésium... les spectres de ces deux étoiles temporaires  
 « sont donc semblables et formés de raies brillantes, ce  
 « qui confirme l'idée de violents incendies (3). »

(1) JANSSEN, L'âge des étoiles. *Revue Scientifique*, 19 novembre 1887.

(2) A. DASTRE, La Vie de la matière. *Revue des Deux Mondes*, 15 oc-  
 tobre 1902, p. 403.

(3) R. P. SECCHI, *Les Étoiles*, Paris, Germer-Baillièrre, édit., 1879,  
 2 volumes. Bibl. internationale, tome I, p. 143.

MM. Huggins et Miller, qui étudièrent au spectroscopie cette même étoile T de la Couronne, disent, résumant leurs observations :

« Ces faits nous conduisent à admettre que l'astre s'est  
« trouvé subitement enveloppé des flammes de l'hydrogène  
« en combustion ».

« Le spectre de l'autre portion de la lumière stellaire in-  
« diquerait que cette terrible déflagration gazeuse avait  
« surchauffé et rendu plus vivement incandescente la ma-  
« tière solide de la photosphère (1). »

A Guillemin, qui rend compte des observations de MM. Huggins et Miller, ajoute :

« Sans doute, les étoiles nouvelles de 1572, de 1604,  
« l'étoile temporaire Eta ( $\eta$ ) du Navire sont des soleils qui,  
« comme l'étoile T de la Couronne, ont été le théâtre d'im-  
« menses conflagrations, où l'hydrogène a pu jouer un rôle  
« important. Ces phénomènes ont désormais pour nous et  
« notre monde solaire un haut intérêt, depuis qu'on a cons-  
« taté l'existence d'une couche de ce gaz et son incandes-  
« cence tout autour de la photosphère du Soleil (2). »

Un autre auteur nous dit : « Les observations méri-  
« diennes nous ont appris que rien n'est fixe dans le ciel.  
« Tout change, tout varie, tout se déplace par un travail  
« insensible que révèlent seulement des observations long-  
« temps continuées avec les instruments les plus délicats.  
« Il semble quelquefois que les résultats soient d'autant  
« plus grandioses que les quantités à mesurer sont plus  
« imperceptibles (3). »

Classification des étoiles. — D'après leur couleur, les étoiles peuvent se répartir en 3 types principaux : les étoiles blanches, les étoiles jaunes, les étoiles rouges.

Le P. Secchi, M. Janssen et, du reste, tous les savants qui s'occupent de la composition des étoiles ont admis cette classification.

(1) A. GUILLEMIN, *Le Ciel*. Paris, 1877, p. 802.

(2) A. GUILLEMIN, *Le Ciel*. Paris, 1877, p. 804.

(3) RADAU, *L'Astronomie stellaire. Revue des Deux Mondes*, 1868, p. 749.

D'après l'analyse spectrale de la lumière, et se fondant sur le fait que la plupart des étoiles temporaires et les étoiles variables sont rouges, on est autorisé à considérer ces trois types d'étoiles comme correspondant à trois états de l'évolution cosmique.

Les étoiles blanches du type de Sirius, Véga, Altair, Régulus, Rigel, etc... les étoiles de la Grande Ourse,  $\alpha$  excepté, sont dans toute leur vigueur; leur composition chimique est élémentaire: c'est de l'hydrogène en incandescence.

Les étoiles jaunes du type d'Arcturus, Pollux,  $\alpha$  de la Grande Ourse, Procyon, notre Soleil présentent un état de la matière beaucoup plus avancé que les étoiles blanches. Leurs spectres ont des raies fines et nettes, leur composition chimique comprend un grand nombre de corps inconnus dans les premières.

« Dans la classe des étoiles jaunes, l'analyse montre une couche gazeuse, basse, dense, formée de ces vapeurs métalliques que nous reconnaissons précisément dans notre soleil (1). »

Les étoiles rouges dont les principales sont: de Bételgeuse, Antares, Algol,  $\alpha$  d'Hercule,  $\beta$  de Pégase offrent un état de la matière beaucoup plus avancé que les deux premiers types. Leur spectre est à larges zones brillantes, séparées par des intervalles nébuleux semi-obscur.

Ce troisième type comprend, d'après Secchi, des étoiles qui sont toutes variables.

Après avoir parlé des étoiles jaunes, M. Janssen ajoute:

« Mais il existe des astres parvenus à un degré plus avancé encore de leur évolution sidérale. Ici, le spectre trahit d'une manière incontestable les signes d'un refroidissement fatal. Le violet, cette couleur des hautes températures, manque ici presque absolument: en même temps, des bandes sombres, indice d'une atmosphère épaisse et froide, où les affinités chimiques commencent déjà leur œuvre d'association, envahissent le spectre. »

(1) JANSSEN, *L'âge des étoiles*. (Revue Scientifique, 19 novembre 1887.)

« Chose remarquable, la couleur de ces astres répond  
« en général à des conditions de décrépitude, elle devient  
« orangé foncé et passe souvent au rouge sombre (1). »

(1) JANSSEN, *L'âge des étoiles*. (*Revue Scientifique*, 19 novembre 1887.)

## CHAPITRE IV

### TRANSFORMATION DES MONDES *(Suite)*

**Nébuleuses irréductibles.** — Nous avons à parler maintenant des nébuleuses irréductibles. Celles dont nous nous sommes occupés déjà ne sont, en résumé, que des amas stellaires indépendants ou faisant partie de la Voie lactée. Ce sont d'autres Univers, d'autres Voies lactées réduites par la distance à n'être plus visibles que sous un angle peu étendu.

Les nébuleuses irréductibles se présentent souvent à la vue sous les formes les plus irrégulières qu'on puisse imaginer, mais plusieurs ont des formes bien définies : la nébuleuse du Navire est une nébuleuse de forme indescriptible ; celle du Verseau, au contraire, est de forme sphérique avec un renflement équatorial ; les dernières sont désignées sous le nom de nébuleuses planétaires à cause de leur forme.

Ces corps sidéraux sont formés par des amas de matière à un état primordial, tel que du gaz ou de la matière radiante.

On doit les considérer comme une semence des mondes futurs.

La plus grande incertitude pouvait exister sur la nature des nébuleuses tant qu'on n'avait que les lunettes ou les télescopes pour les étudier, mais le spectroscopie et la photographie sont venus fixer les savants sur la nature chimique et sur la variation de forme de ces corps. Au-

jourd'hui, c'est un fait acquis à la science qu'il existe un grand nombre de nébuleuses non composées d'étoiles, présentant l'aspect de masses gazeuses à condensations variables.

« Outre les amas stellaires, il existe d'autres grandes agglomérations, formées de matière non condensée, à l'état de gaz lumineux, ou encore à l'état de corpuscules solides ou liquides en incandescence.

« Doit-on les considérer comme formant les matériaux de futures étoiles, ou bien comme les résidus de mondes en dissolution? Ces deux conjectures sont permises; ajoutons : sont probables (1). »

« Le résultat le plus important des recherches d'analyse spectrale au point de vue de la Cosmogonie, c'est ce fait désormais hors de doute, que parmi les nébuleuses non résolubles en étoiles, un grand nombre est formé de matière cosmique diffuse à l'état de gaz incandescent. Ce sont là sans doute des soleils futurs, des soleils surpris dans leur devenir. Nul télescope ne pourrait les décomposer en étoiles. D'autres nébuleuses, au contraire, finiront par être résolues en amas stellaires, le spectroscopiste nous le garantit dès à présent (2). »

Sur soixante nébuleuses étudiées au spectroscopie, aucune des dix-neuf, donnant un spectre de raies brillantes, n'a pu être résolue en étoiles.

« En examinant au spectroscopie les diverses nébuleuses, on trouve que les nébuleuses déjà décomposées en étoiles par le télescope donnent toutes un spectre continu; tandis que, parmi les autres, quelques-unes donnent un de ces spectres discontinus, composés seulement de quelques raies brillantes, qui caractérisent les corps gazeux.

« Il y a donc deux espèces de nébuleuses. Les unes sont des amas d'étoiles; telle est la Voie lactée dont notre Soleil fait partie. Mais les autres sont de véritables nuages, des amas de vapeurs. Ce sont des corps célestes

(1) GUILLEMIN, *Le Ciel*. Paris, 1877, p. 901.

(2) RADAU, Les progrès de l'Astronomie stellaire. *Revue des Deux Mondes*, 1875, p. 651.

« d'une nature toute nouvelle qui s'offrent aux études des  
« astronomes; elles seules méritent le nom de nébu-  
« leuses (1)... »

Quelques-unes de ces nébuleuses présentent des noyaux  
brillants; « Ces noyaux seraient-ils des centres d'attrac-  
« tion autour desquels se condenserait la matière gazeuse ?  
« Assisterions-nous à la formation de mondes nouveaux ?

« Cette idée a longtemps poursuivi l'esprit des astro-  
« nomes. Il était réservé à Herschel de trancher la diffi-  
« culté. Cet illustre savant observa la nébuleuse d'Orion  
« depuis 1783 jusqu'en 1811. Il reconnut qu'elle avait  
« changé de forme. A la différence de celles qui avaient  
« précédé, les observations d'Herschel étaient concluantes,  
« parce qu'elles avaient été faites avec le même télescope.

« Aussi, dès l'année 1811, Herschel n'hésitait pas à  
« écrire dans les *Transactions Philosophiques* : « J'ai  
« prouvé des changements. » Herschel, en effet, avait  
« prouvé. La nature avait été prise sur le fait (2). »

#### Indication de quelques nébuleuses irréductibles.

-- Dans  $\eta$  du Navire, nébuleuse vaste et singulière; asso-  
ciée à l'étoile variable, dans la même constellation  $\eta$  du  
Navire autre nébuleuse planétaire.

Dans l'Eridan : Nébuleuse ronde ;

Dans l'Hydre : Nébuleuse gazeuse elliptique ;

Dans la Grande-Ourse : Grande nébuleuse planétaire ;

Dans Hercule : Petite nébuleuse planétaire bleuâtre (pl. I,  
fig. 16) ;

Dans le Dragon : Nébuleuse planétaire, gaz lumineux ;

Dans le Sagittaire : Nébuleuse planétaire, spectre gazeux ;

Dans Andromède : Nébuleuse planétaire, brillante,  
12° de diamètre ;

Dans le Verseau : Nébuleuse gazeuse qui ressemble à  
Saturne.

Parlant de cette dernière nébuleuse, M. Flammarion dit :

« Près de l'étoile U du Verseau, nébuleuse planétaire,  
« H. IV. I. un disque légèrement teinté de bleu, singu-

(1) E. AMIGUES, *A travers le Ciel*, p. 168.

(2) E. AMIGUES, *A travers le Ciel*, Paris. Alcan, s. d., p. 169.

« lièrement lumineux, elliptique, mesurant 23' de longueur  
 « sur 18 de largeur. Sa lumière égale celle d'une étoile  
 « de 7° à 8° de grandeur.

« En 1848, le grand télescope de lord Rosse montra que  
 « son ellipticité est probablement due à la présence d'un  
 « anneau vu par la tranche, et comme complément, le  
 « spectroscopie révèle qu'elle est composée d'une masse  
 « de gaz incandescent (1). »

Parmi les autres nébuleuses, on peut citer une nébuleuse  
 annulaire de la Lyre (pl. I, fig. 15), la nébuleuse du Renard  
 (le *Dumb-bell* des Anglais).

« La constellation d'Orion dont les étoiles semblent  
 « résumer toutes les phases de la vie solaire, comme sa  
 « belle nébuleuse, la plus grande du ciel, nous en présente  
 « la genèse (2). »

Cette nébuleuse est partiellement formée de masses  
 gazeuses incandescentes.

Elle varie dans des proportions remarquables.

**Disparition de nébuleuses.** — Depuis qu'on observe  
 les nébuleuses, plusieurs d'entre elles ont disparu.

Dans la constellation du Taureau, deux nébuleuses  
 observées en 1854 par Chacornac ne sont plus visibles ;  
 d'Arrest, Struve ont constaté ces disparitions. Une autre,  
 dans la constellation d'Argo, vue et étudiée par Lacaille,  
 n'existe plus. Cette disparition de plusieurs nébuleuses in-  
 dique que c'est bien à des amas de matière à un état pri-  
 mordial qu'on a affaire.

« Si une nébuleuse était composée d'étoiles, sa dispa-  
 « rition ne s'expliquerait pas facilement ; les variations,  
 « l'extinction de la lumière sont plus compréhensibles dans  
 « des masses d'une matière diffuse (3). »

**Critique de certaines idées de M. Faye.** — M. Faye  
 reprenant une idée émise par M. Wolf dit :

« On a cru longtemps, avant l'application de l'analyse

(1) FLAMMARION, *Les Étoiles*. Paris, 1882, p. 435.

(2) JANSSEN, *Un Observatoire au Mont-Blanc*. Ac. des Sc., 19 déc.  
 1892, p. 14.

(3) A. GUILLEMEN, *Le Ciel*. Paris, Hachette, 1877, p. 436.

« spectrale, que les nébuleuses nous présentaient l'état  
« primitif des mondes en voie de formation, à leur début  
« pour ainsi dire, et qu'elles devaient aboutir, en se con-  
« densant peu à peu, à des formations stellaires, à des  
« mondes comme le nôtre, c'est-à-dire à un soleil central  
« accompagné d'un cortège de planètes. Il faut renoncer à  
« cette analogie, car il manque à ces nébuleuses une chose  
« essentielle, à savoir : une constitution chimique variée,  
« des éléments susceptibles de revêtir la forme solide.  
« Sans doute notre monde, comme tous les autres, a dû  
« commencer par un amas de matériaux disséminés sur  
« un vaste espace, mais ces matériaux comprenaient une  
« grande variété d'éléments chimiques qui manquent aux  
« nébuleuses proprement dites.

« Et malgré l'hypothèse toute gratuite des partisans  
« de l'unité de la matière, qui font dériver tous les élé-  
« ments d'un seul : l'hydrogène, nous n'admettons pas  
« que, par une transmutation analogue à celle de la pierre  
« philosophale, l'azote ou l'hydrogène engendrent, à la  
« longue, le fer, la chaux ou la magnésie. Vous voyez  
« bien, çà et là, dans cette belle nébuleuse d'Orion, des  
« traces évidentes de concentration locale ; mais l'analyse  
« spectrale n'y décèle rien de plus que ce que les chimistes  
« observent journellement dans leurs laboratoires. Gazeuse  
« elle est, et gazeuse elle restera bien certainement, à  
« moins que des matériaux tout différents ne lui viennent  
« de quelque autre région de l'espace (1). »

A M. FAYE, opposons d'abord M. Faye lorsqu'il dit :  
« Le soleil peut être conçu comme une masse de vapeurs  
« et de gaz animée d'un mouvement de rotation et tenant  
« de son mode même de formation, une température supé-  
« rieure à celle de toute combinaison chimique (2). » Nous  
trouvons une contradiction en ce sens que si on reconnaît  
qu'il y a des états où toute combinaison chimique est impos-  
sible, on sous entend qu'il y en a d'autres où ces combi-  
naisons peuvent se produire, et qu'un état peut se trans-

(1) FAYE, L'Univers et la classification des mondes. *Revue Scientifique*, 18 avril 1885, page 485.

(2) Cité par AGATHON DE POTTER, *Etude sur le monde physique*, Bruxelles, 1899, p. 61.

former en un autre avec le temps et les modifications résultant de l'abaissement ou de l'élévation de la température (1).

On se demande si l'objection a été sérieusement pesée par M. Faye, et si ce n'est pas pour les besoins d'une théorie philosophique qu'un tel argument est avancé.

Il reconnaît lui-même dans le même article de revue qu'une force règne dans les espaces, « l'attraction, qui « sollicite les matériaux de chaque amas vers son centre, « et y accomplit un travail de condensation. Or, dans ce « travail, il y a perte d'énergie, perte apparente seulement ; « car l'énergie, au fond, ne se perd pas plus que la matière. « Comme une sorte de Protée, elle se retrouve sous une « autre forme, celle de l'électricité (2). »

M. Faye reconnaît donc le changement incessant des états de la matière. Comment peut-il dire en parlant d'une nébuleuse qu'elle restera à l'état où nous la voyons ?

Deux autorités de réelle valeur scientifique vont nous aider à réfuter les idées de Faye sur la fixité des nébuleuses.

M. Lœwy, directeur de l'Observatoire de Paris, dans le rapport annuel de cet établissement pour 1898, parlant de l'analyse spectrale des nébuleuses, dit : « La diversité de « leur aspect, l'analyse spectrale de leur masse et des con- « densations lumineuses qu'on y distingue, nous fournissent « des renseignements précieux sur l'évolution de la matière « cosmique qui les constitue et dont les transformations « successives aboutissent à la création de nouveaux « mondes stellaires (3). »

Dans son travail sur l'âge des étoiles, M. Janssen s'exprime ainsi à l'égard de la théorie nébulaire :

« Il ne faut pas voir dans la théorie d'Herschel une doc- « trine s'appliquant, sans exception, à tous les astres de « nature nébulaire que le ciel nous présente. Il est même « des faits d'analyse spectrale qui commandent une grande

(1) C'est le phénomène de la dissociation, découvert par Sainte-Claire Deville : deux gaz ne peuvent se combiner s'ils sont à une trop haute température.

(2) FAYE, *L'Univers et la classification des mondes. Revue Scientifique*, 18 avril 1885, page 485.

(3) LÖEWEY, *Rapport de l'Observatoire de Paris*, 1898.

« réserve à cet égard. Mais il suffit que cette théorie soit  
« vraie dans ses traits généraux, *il suffit qu'en effet, un*  
« *grand nombre d'étoiles se soient formées par voie de*  
« *condensation*, ce qui ne paraît pas douteux, pour  
« qu'elle garde une importance de premier ordre comme  
« guide dans nos recherches cosmogoniques. »

Considérations générales. — Dans l'étude sommaire que nous venons de faire des dispositions de l'Univers, nous n'avons fait que constater les faits acquis par la science à l'aurore du xx<sup>e</sup> siècle, mais ces seuls faits acquis permettent aujourd'hui d'affirmer que la grande loi de l'Évolution, qui préside aux transformations des êtres, des hommes, des sociétés sur la terre, étend son empire en dehors de nous et de notre milieu et préside également aux transformations des astres.

Les faits acquis permettent également de constater que les lois de la gravitation, auxquelles tous les corps obéissent sur terre et dans le système solaire, existent et règlent la marche des mondes composant les univers lointains.

En effet, partout où l'on a pu analyser les mouvements sidéraux, on a retrouvé les principes de la gravitation, et nulle part on n'a rencontré un seul fait qui les infirme.

On peut donc bien se croire autorisé à dire que la gravitation est une loi universelle.

Ce que nous savons positivement nous permet encore de constater l'unité de la matière ; c'est un grand fait, un fait capital au point de vue philosophique.

« Herschel a émis l'idée ingénieuse que la matière nébuleuse pouvait, en se condensant lentement vers son centre, passer par tous les états intermédiaires, et qu'elle était ainsi la substance génératrice des étoiles qui brillent dans le ciel. Il s'explique par l'inégalité de vitesse avec laquelle ces transformations s'effectuent, toutes les formes si variées que nous observons à une même époque... Il serait trop long de discuter les objections que l'on a opposées à cette belle théorie, ainsi que les arguments que l'on a fait valoir en sa faveur : ces objections sont en général peu sérieuses et moins

« fortes que les témoignages qui lui sont favorables » (1).

M. PUISEUX, traitant des progrès de la photographie stellaire, parle de cette théorie d'Herschel et il dit :

« Le point de vue de Laplace est indifférent. Il voit dans  
« les nébuleuses de la vapeur disséminée, tout au plus de  
« la poussière impalpable; elles sont l'étoffe d'où sortiront  
« les étoiles et les planètes de l'avenir. . »

L'auteur ajoute : « Dans ce débat célèbre, tout le monde  
« avait tort et tout le monde avait raison... »

« Il existe entre les corps d'aspect mal défini qui peuplent  
« la voûte céleste, de grandes différences au point de vue  
« de la constitution physique... »

« On a cru quelque temps que le spectroscopie allait nous  
« permettre de partager les nébuleuses en deux familles  
« naturelles bien distinctes. Un gaz porté à l'incandescence  
« donne en effet un spectre composé de lignes brillantes.  
« Les corps solides ou liquides émettent des spectres con-  
« tinus. Malheureusement, presque toutes les nébuleuses  
« sont extrêmement faibles et l'absence de spectre continu,  
« pour beaucoup d'entre elles, ne démontre pas autre chose  
« que l'insuffisance de nos moyens d'observation (1). »

« L'emploi de la photographie n'a pas multiplié autant  
« qu'on pourrait le croire le nombre des nébuleuses; en  
« élargissant leurs limites au delà de toute vraisemblance,  
« elle tend plutôt à relier entre elles celles que l'on con-  
« naissait déjà. On est à se demander si la plus grande  
« partie de la voûte céleste n'est pas tapissée à des degrés  
« différents par une nébulosité capable de se révéler sur  
« les plaques sensibles (2). »

« A tout prendre, les photographies récentes nous éloi-  
« gnent de plus en plus de la conception d'Herschel. Les  
« nébuleuses ne nous apparaissent plus comme reléguées  
« à de fabuleuses distances par-delà les plus faibles étoiles :  
« elles sont au contraire en relations étroites avec des  
« étoiles brillantes. »

... « Il convient de se demander aussi quel est le sens de

(1) BRAVAIS, *Les étoiles*. (Ext. *Encycl. nouv.* 1843.)

(1) PUISEUX, *Sur quelques progrès récents accomplis avec l'aide de la photographie dans l'étude du Ciel*, Paris, Gauthier-Villars, 1899, p. 10.

(2) *Idem*, p. II.

« l'évolution des nébuleuses, si elles marchent vers une  
« dissémination ou, au contraire, vers une condensation  
« plus grande, de quelle nature est ce lien physique qui  
« les rattache aux étoiles : sont elles une émanation des  
« astres brillants ou, au contraire, des soleils en voie de  
« formation ? Problèmes captivants dont il semble que les  
« documents recueillis soient déjà capables de préparer la  
« solution (1). »

Ajoutons que d'autres savants cherchent en ce moment à définir quel rôle joue dans l'univers cet état de la matière nouvellement découvert qui donne lieu aux phénomènes de radio-activité, rayons X ou de Röntgen, en principe qu'aucune solution définitive ne peut être actuellement donnée des phénomènes physiques et chimiques qui ont présidé à la formation de notre Univers.

Mais comme, d'autre part, il existe un nombre illimité de faits et de phénomènes dont les lois mécaniques, physiques chimiques sont connues, nous pouvons nous faire une conception rationnelle et réellement scientifique de l'évolution des mondes, susceptible de perfectionnement, mais dont les grandes lignes resteront.

On ne peut s'occuper que d'un seul univers. — Quel que soit l'ensemble des corps sidéraux qu'on envisage, ce n'est jamais qu'une partie du tout, car le tout est absolument indélimitable, infini, et l'espace est peuplé de mondes en nombre infini.

D'où il résulte que la question de l'origine ou de l'évolution des mondes n'est et ne peut être que la question de l'origine et de l'évolution du monde dont nous faisons partie, ou de tout système sidéral analogue.

Pas de point de départ dans l'évolution des mondes. — Un deuxième fait utile à bien préciser est que, si longue que soit la durée de l'évolution des mondes, ce n'est qu'une fraction infime du temps.

Le Cosmos dans son ensemble est éternel, les parties qui

(1) PUISSEUX, *Sur quelques progrès récents accomplis avec l'aide de la photographie dans l'étude du Ciel*. Paris, Gauthier-Villars, 1899, p. 44.

le composent sont en perpétuel mouvement de transformation.

**Transformation de la force et de la matière.** — La transformation des états de la matière et de la transformation de la force sont des faits acquis à la science.

Nous n'avons pas à rentrer dans le détail de cette incomparable conquête du xx<sup>e</sup> siècle. Lavoisier et tous les chimistes, Mohr, Meyer, Joule, Helmholtz, Tyndall ainsi que tous les autres physiciens modernes l'ont établi.

Quels que soient les rapports de la matière et de l'énergie, et quelle que soit la conception qu'on puisse s'en faire, il reste et restera toujours un fait certain : c'est qu'on ne peut augmenter ou diminuer le total de substance ou d'énergie qui composent le monde. Un autre fait acquis, corollaire de celui-là, c'est qu'aucune force ou énergie n'existe en dehors du monde et n'est indépendante de lui.

Que ceux qui admettent une force de ce genre nous montrent sur quoi repose leur croyance.

**Idées d'Haeckel sur l'évolution du Cosmos.** — Dans son grand ouvrage sur les « *Énigmes de l'Univers* », Haeckel, le savant naturaliste d'Iéna, nous dit (1) : « Dé tous ces immenses progrès de l'astronomie et de la physique qui s'éclairent et se complètent l'un l'autre, une série de conclusions infiniment importantes découlent relativement à la composition et à l'Évolution du Cosmos, à la stabilité et à la variabilité de la substance.

« Nous les résumons brièvement dans les thèses suivantes :

« I. *L'Espace* est infiniment grand et illimité ; il n'est jamais vide, mais partout rempli de substance.

« II. Le *Temps* est de même infini et illimité, il n'a ni commencement ni fin ; c'est *l'éternité*.

« III. La *Substance* se trouve partout et en tous temps dans un état de mouvement et de changement ininter-

(1) HAECKEL, *Les Enigmes de l'Univers*. Paris, Schleicher, p. 27 de l'édition populaire.

« rompu; nulle part ne règne le repos parfait; mais en  
« même temps, la quantité infinie de matière demeure aussi  
« invariable que celle de l'énergie changeante.

« Notre mère la Terre, issue il y a des millions de mil-  
« liers d'années d'une partie du système solaire en rotation,  
« après que de nouveaux millions de milliers d'années se  
« seront écoulés, se glacera à son tour, et après que son  
« orbite aura toujours été en se rétrécissant, elle se précipi-  
« tera dans le Soleil. »

« Pour comprendre clairement l'universel processus  
« d'évolution cosmique, ces aperçus modernes sur l'alter-  
« nance périodique de la disparition et de la néoformation  
« des mondes que nous devons aux immenses progrès de  
« la physique et de l'astronomie modernes me paraissent  
« particulièrement importants, à côté de la loi de substance. »

**Conclusion.** — De tout ce que nous avons dit, il résulte  
bien que rien dans l'univers n'est fixe.

Qu'il s'y rencontre de la matière à tous les états de con-  
densation ou de dissociation.

Que les lois mécaniques suffisent à expliquer tous les  
phénomènes cosmiques.

Que les faits observés s'expliquent par les données de la  
doctrine de l'évolution et ne sont pas toujours explicables  
autrement.

Nous pouvons donc conclure que les mondes évoluent.

## CHAPITRE V

### THÉORIES COSMOGONIQUES

Si l'on nous demande de tracer les grandes lignes des états traversés par notre système solaire pour en arriver où il en est, nous répondrons que de nombreuses théories ont été mises en avant pour satisfaire cette légitime curiosité :

Laplace, Kant, Herschel, Guynemer, Norman Lockyer, Faye, Wolf, pour ne citer que les savants dont nous avons analysé les œuvres, ont formulé des hypothèses ; et bien d'autres hypothèses, fondées sur les progrès de la physique, se produiront encore.

Mais toutes, aussi bien les anciennes que les nouvelles, ne peuvent et ne pourront être que mécanistes si elles sont scientifiques.

Ces théories ne sont pas des faits acquis à la science ; c'est pour cela que nous n'avons pas exposé leurs principes. Il est certain cependant, comme le dit M. Wolf, que « l'exposé fait par Laplace contient, au moins en germe, « tout ce qui est nécessaire pour expliquer les grands traits « et même les particularités du système solaire. Cependant, « il est des points sur lesquels l'hypothèse de Laplace reste « muette, d'autres où elle paraît au moins incomplète ».

Qu'on veuille bien remarquer notre réserve à l'égard des théories explicatives de l'origine des mondes ; nous n'en présentons aucune comme l'expression d'une réalité. Nous

disons, au contraire, que, quelle qu'elle soit l'explication donnée en ce moment, elle sera forcément modifiée par les découvertes physiques ou chimiques de demain. Mais cela ne nous empêche pas de dire et de répéter que, en dehors de ces théories, par l'examen seul des faits qui se passent dans l'univers, on peut affirmer l'Évolution des Mondes et on peut être certain que cette évolution est une loi aussi universelle que celle de la gravitation et que toutes les découvertes futures ne feront que la confirmer, s'il en est besoin.

Nos descendants arriveront certainement à une connaissance très avancée des procédés mécaniques mis en œuvre par la nature pour produire l'évolution cosmique, mais nous avons déjà autant qu'eux la certitude de cette grande explication.

Sous les réserves précédentes, nous allons dire quelques mots des théories cosmogoniques, non pour éclairer notre sujet, mais parce qu'elles sont, en général, l'œuvre d'hommes illustres ou considérables par leur savoir, et que nous pourrions montrer qu'on ne doit pas se laisser influencer par le « principe d'autorité ».

**Kant.** — La première en date des théories cosmogoniques modernes — les seules qui doivent nous occuper — est celle que le grand philosophe de Königsberg, écrivit en 1755 sous le titre de « *Théorie du Ciel ou Essai sur la constitution et l'origine mécanique de l'Univers* (1). »

Cette théorie renferme de mauvaises idées générales, mais présente, il faut bien s'y attendre, vu l'époque, des idées singulières.

C'est ainsi que l'auteur entrevoit la loi de l'évolution ; mais, en même temps, il parle d'un centre de l'univers, comme si celui-ci n'était pas infini. Il n'emploie que les procédés mécaniques pour expliquer les transformations de l'univers et cependant le mot Dieu, ou son équivalent, revient à toutes les pages sous sa plume. Pour Kant, comme pour tous les spiritualistes, le système du monde porte la

(1) M. Wolf en a fait la traduction complète ; elle forme la deuxième partie de l'ouvrage publié par lui sur *Les hypothèses cosmogoniques* Paris, Gauthier-Vil rs 1886.

« marque irrécusable de la main de Dieu. La raison, après  
 « avoir examiné et admiré une si belle harmonie, s'indigne  
 « à bon droit contre la folie téméraire qui ose attribuer la  
 « cause au hasard (1). »

Comme on peut le voir, c'est toujours la même chose ; les spiritualistes ne peuvent pas admettre des lois indépendantes d'un mythe que leur imagination a créé.

Kant semble admettre la coexistence de la matière et d'un Dieu :

« Le monde planétaire a été formé aux dépens de la matière universelle primitivement dispersée dans le chaos. »

« Les étoiles sont autant de soleils, centres de systèmes semblables au nôtre. L'analogie ne permet pas de douter que ceux-ci ont été formés et produits, comme celui dont nous faisons partie, des particules les plus petites de la matière élémentaire qui remplissait l'espace vide, ce contenant infini de la présence divine (2). »

La matière élémentaire qui remplissait l'espace vide ! N'y a-t-il pas là de quoi remplir de stupéfaction les cerveaux que ne brouille pas la métaphysique ?

Mais dans « l'espace vide, ce contenant infini de la présence divine » ! nous nous refusons à suivre l'auteur !

Si on laisse de côté la métaphysique de Kant, sa théorie n'en est pas moins la première en date des tentatives d'explication scientifique de la formation des mondes et sa lecture est des plus intéressantes, dans la belle traduction qu'en a fait M. Wolf.

Laplace. — La deuxième théorie cosmogonique est celle que Laplace formula à la fin de son ouvrage de l'exposition du système du monde. On la trouve déjà dans les comptes rendus des leçons professées à l'École Normale

(1) Même ouvrage, p. 220.

(2) KANT, p. 194 de la traduction de Wolf. La conception du Dieu de Kant est très différente de celle du Dieu des catholiques ; ce n'est pas un Dieu extérieur au monde, c'est un être conçu d'une façon panthéiste, c'est-à-dire intérieur, et indissolublement lié au monde. Cependant, Kant, par suite de l'insuffisance des documents scientifiques de l'époque, n'a pas pu s'élever à une conception purement mécaniste de l'univers.

(l'édition que nous avons sous les yeux est celle de l'an VII. Des travaux de Daubenton s'y trouvent à la suite de ceux de Laplace).

Cette théorie a été résumée dans un très grand nombre d'ouvrages de vulgarisation, connus de tous ceux que ces questions intéressent. Voici le court résumé que Laplace lui-même en a fait dans son *Précis de l'histoire de l'Astronomie* (1821) :

« La considération des mouvements planétaires nous  
 « conduit donc à penser qu'en vertu d'une chaleur exces-  
 « sive, l'atmosphère du soleil s'est primitivement étendue  
 « au-delà des orbites de toutes les planètes, et qu'elle s'est  
 « resserrée successivement jusqu'à ses limites actuelles.  
 « Si les planètes avaient pénétré profondément dans cette  
 « atmosphère, sa résistance les aurait fait tomber sur le  
 « soleil; on peut donc conjecturer qu'elles ont été formées  
 « à ses limites successives, par la condensation des zones  
 « de vapeurs qu'elle a dû, en se refroidissant, abandonner  
 « dans le plan de son équateur. Les satellites ont pu être  
 « formés de la même manière, par la condensation des  
 « atmosphères des planètes; il paraît même difficile d'assi-  
 « gner une autre origine à l'anneau de Saturne. Malgré la  
 « vraisemblance de cette hypothèse, je l'ai présentée avec  
 « la défiance que doit inspirer tout ce qui n'est point un  
 « résultat direct du calcul ou de l'observation (1). »

Nous ne devons pas oublier de rappeler que Laplace n'avait pas connaissance de l'œuvre de Kant quand il formula sa théorie. Il s'y trouve des points communs, mais le fait de deux penseurs arrivant à une même découverte est un fait banal dans l'histoire des progrès de l'esprit humain.

A l'inverse de Kant, Laplace ne prononce pas une seule fois le mot Dieu. On lui prête même cette réponse à une question du Premier Consul à ce sujet :

— « Je n'ai pas eu besoin de cette hypothèse. »

Faye. — Faye a publié en 1884 un volume sur l'origine du monde (2).

(1) LAPLACE, *Précis de l'histoire de l'Astronomie*. Paris, V° Courcier, 1821, p. 146.

(2) FAYE, *Sur l'origine du monde*. Paris, Gauthier-Villars, 1884.

Dans cet ouvrage, il cherche à mettre la Bible d'accord avec la science; après cet effort, d'ordre peu scientifique, il rappelle les idées des anciens sur les questions de cosmogonie. Il reprend les tourbillons de Descartes et fait à ce philosophe l'honneur d'avoir le premier donné les principes sur lesquels doit reposer une explication cosmogonique. Il retrouve les tourbillons dans les nébuleuses en spirale. Enfin, il aborde la théorie de Kant, qu'il repousse après un rapide exposé; et, examinant ensuite celle de Laplace, il la repousse avec autant de facilité. Faye fait alors l'exposé de sa propre théorie, et il la synthétise lui-même à la fin du chapitre XII: « L'Univers a été « tiré du chaos, c'est-à-dire d'amas informe de matériaux « excessivement rares, occupant des espaces immenses et « animés de mouvements de translation en sens divers, « qui ont divisé le chaos général en lambeaux séparés. « C'est par la condensation progressive de ces lambeaux ou « nébuleuses chaotiques vers certains centres d'attraction que « se sont formées les étoiles innombrables. Leur incandescence vient de la chaleur développée dans l'acte de leur formation. Leur provision de chaleur est limitée; elles « finiront par s'éteindre.

« La nébuleuse primitive qui a donné naissance au système solaire était sphérique et homogène. En se séparant « des autres parties, elle avait emporté en elle des traces « d'un lent mouvement tourbillonnaire. Ces gyrations se « sont bientôt régularisées, grâce à la loi particulière de « la pesanteur interne, résultant de sa forme et de son « homogénéité. Des anneaux nébuleux se sont formés ainsi « dans un même plan bien avant l'apparition d'un soleil « central. Ils ont donné naissance à des masses nébuleuses, « se mouvant dans tout ce plan, dans le même sens et dans « des orbites circulaires autour de leur centre commun.

« Les systèmes secondaires, formés par le même procédé « dans ces nébuleuses partielles, se séparent nettement en « deux catégories. Ceux qui ont précédé la formation du « soleil tournent sur eux-mêmes en sens direct, tandis que « les systèmes secondaires les plus éloignés, postérieurs à « la formation du soleil, tournent en sens rétrograde. »

Après avoir parlé du chaos, Faye termine en disant: « Il

« faut donc ici, comme dans toutes les questions d'origine, « débiter par une hypothèse et demander à Dieu la matière disséminée et les forces qui la régissent. »

Cette dernière phrase, ainsi que tout le livre du reste, montre que si M. Faye était un grand astronome, il était un non moins grand déiste. On regrette de voir la préoccupation d'idées spiritualistes dicter des parties de l'ouvrage que nous examinons et en faire ainsi tout autant une œuvre de propagande religieuse qu'une œuvre de science.

On peut se demander, en effet, de quelle utilité pour la théorie astronomique de Faye, est le chapitre entier consacré par lui à développer une théorie scientifico-mystique de M. Hirn sur l'animisme.

**Wolf.** — En 1886, M. Wolf, membre de l'Institut et astronome de l'observatoire de Paris, a publié un ouvrage des plus remarquables sur les hypothèses cosmogoniques (1). C'est une courtoise, mais magistrale réponse aux objections faites par Faye à la théorie de Laplace. Il montre que les critiques faites contre cette théorie peuvent être réfutées, ou qu'elles sont communes à toutes les autres théories, et fait ressortir que des études dues à Roche et à G.-H. Darwin, sur des forces que Laplace n'avait pas mises en jeu, en complétant sa théorie, permettent de la considérer encore comme la plus acceptable de celles formulées jusqu'à ce jour.

L'ouvrage de M. Wolf contient une exposition claire et méthodique des théories de Kant, de Laplace, de Faye; un résumé des travaux de Roche et de G.-H. Darwin, ainsi que l'examen des objections faites à la théorie de Laplace, et il se termine par un chapitre sur la fin des mondes. L'auteur est un spiritualiste sincère, mais son livre est, sauf dans ses conclusions, une œuvre purement scientifique. M. Wolf ne présente aucune théorie personnelle, mais il expose et analyse les grandes théories contemporaines; il fait ainsi une étude synthétique de la question, étude indispensable à connaître pour tous ceux qui veulent s'occuper de cosmogonie.

**Observations sur ces diverses théories.** — Faye parle

(1) WOLF, *Hypothèses cosmogoniques. Examen des théories scientifiques modernes sur l'origine des mondes.* Paris, Gauthier-Villars, 1886.

d'un *chaos* et de la matière créée par un Dieu ; puis, avec les seules lois de la mécanique, organise l'Univers, alors que Laplace ne s'occupe que du système solaire.

L'idée de s'occuper de tout l'Univers, de tout ce qui peut occuper l'espace sans bornes, est une idée erronée qu'il faut repousser. Cette idée provient des traditions bibliques, mais quelle que soit l'antiquité d'une erreur, ce titre seul ne suffit pas à la rendre respectable.

La conception moderne sur la disposition des corps sidéraux nous permet de limiter notre univers à la Voie lactée et aux millions d'étoiles qu'elle renferme. C'est, ne l'oublions pas, un champ presque sans limites, car malgré la puissance de nos télescopes, qui pénètrent à des profondeurs égales à des milliers de fois la distance des étoiles de première grandeur, nous n'en apercevons pas la limite.

Malgré la vitesse de la lumière, qui parcourt 75.000 lieues à la seconde, les lueurs émises à une extrémité de ce domaine mettent dix, douze, et peut-être quinze mille ans à nous parvenir.

Malgré tous nos efforts, il est des régions de cette Voie lactée qui restent insondables, vu leur éloignement. Pour nous, plongés au milieu des millions d'étoiles qui forment cet ensemble, nous devons la considérer comme notre univers.

Mais, à travers les vides de la Voie lactée, comme ceux du Sac à charbon austral (1), par exemple, on a reconnu l'existence de nuages cosmiques qui, comme le nôtre, renferment des étoiles, des nébuleuses, des amas d'étoiles, et sont bien des univers séparés du nôtre.

Ce ne sont plus des dix ou douze mille ans que la lumière demande pour nous parvenir de ces autres univers, mais des cent mille ou des millions d'années.

Nous pouvons étudier en partie les astres qui forment la Voie lactée, mais, pour ceux qui n'en font pas partie, nous ne pouvons plus poursuivre d'observations bien étendues ; ils nous échappent presque par leur éloignement ; nous ne pouvons qu'avoir conscience d'une chose, c'est que l'infinité

(1) SAC A CHARBON : région du ciel austral presque complètement dépourvue d'étoiles.

de l'espace est peuplée d'innombrables univers. Quant à l'ensemble, il n'est même pas concevable.

Le temps n'a pas de limites; l'espace n'a pas de limites; pourquoi voudrait-on en fixer une au nombre des astres qui occupent l'espace?

Si l'espace infini est incompréhensible, n'oublions pas que l'espace fini, limité est absurde. Un nombre, enfin, ne peut jamais se limiter, puisqu'on peut toujours y ajouter une unité.

Nous sommes donc autorisés à dire que vouloir s'occuper de l'origine de tout le Cosmos, de ce que l'on appelait l'Univers dans l'astronomie de Ptolémée, est une idée sans fondement et même absurde pour un cerveau indépendant des préjugés religieux ou philosophiques.

Pour ceux qui croient à une création *ex nihilo*, on comprend que l'Univers étant limité et contenu dans un tout — leur Dieu qu'ils considèrent comme étant éternel — la chose est simple, car il ne s'agit plus que de la création d'une partie et non du tout.

Quant à nous, restant toujours convaincus que les vérités d'ordre scientifique, seules, peuvent nous servir de base, nous devons chercher à comprendre, non la création de l'univers (qui n'est qu'une simple conception métaphysique), mais les phases de la transformation des mondes composant notre univers. Cet univers, limité seulement par la puissance de pénétration de nos instruments et de nos méthodes d'observation, ne pourra jamais être, quelle que soit l'augmentation d'étendue que lui donne le savoir des générations futures, qu'une partie de l'infinité de l'espace.

Ces transformations n'ont pas de commencement et pas de fin. Quand des mondes se forment, d'autres s'éteignent et cela sans cesse et à tous les instants de la durée. Les matériaux et les énergies qui les constituent se transforment et donnent naissance à d'autres combinaisons.

Il n'y a pas eu d'époque où l'univers ait commencé : un monde, un système stellaire peut commencer, mais avant lui d'autres mondes étaient et après lui d'autres mondes seront.

Un monde peut commencer, et encore, faut-il bien comprendre que l'instant que nous prenons pour point de

départ est conventionnel car l'état quelconque pris comme état originaire est toujours la résultante d'un état antérieur.

Que la matière soit éternelle, ce que nous admettons vu l'état actuel de nos connaissances chimiques, ou qu'elle soit une transformation de l'énergie, qu'elle soit quelque chose d'autre encore que la science de demain formulera, peu importe, car cela ne change rien à l'évolution des mondes, lesquels ne peuvent se produire sans cause mécanique donnant lieu à des combinaisons.

Des progrès futurs dans la connaissance de l'univers il pourrait résulter une explication toute contraire à celle donnée par la théorie nébulaire. Les nébuleuses pourraient être considérées comme un résidu de monde au lieu d'en être le point de départ que cela ne changerait rien à l'évolution des mondes en tant que loi mécanique et que philosophie de l'évolution; cela prouverait que la théorie ou *l'hypothèse* de Laplace, d'Herschel, de Faye ou d'autres savants serait erronée et que c'est telle autre qui répond mieux à la vérité.

On peut être certain que, de la nouvelle théorie, il résulterait encore une preuve de plus que les mondes évoluent sans cesse, sans commencement ni fin pour l'ensemble de l'univers.

# HISTORIQUE DES PRINCIPAUX PROGRÈS DE L'ASTRONOMIE

---

## UTILITÉ DE CETTE ÉTUDE

---

« Si l'imagination reste confondue en présence de la grandeur de l'Univers, elle ne l'est pas moins devant les résultats merveilleux auxquels la science humaine est parvenue dans l'étude de sa constitution. »

Delaunay,  
*La Constitution de l'Univers*, p. 146.

Pour bien comprendre la marche de l'esprit humain à la recherche de la vérité, il est indispensable d'étudier l'histoire d'une science. « L'histoire de la science n'est pas la science elle-même, mais elle en assure la conquête en racontant ses tentatives diverses dans les siècles passés » (1); il n'est pas de travail plus utile pour l'étudiant qui veut acquérir l'esprit scientifique.

Nous prenons comme type de ce genre d'études l'astronomie, parce qu'elle est la plus ancienne des sciences natu-

(1) DUC DE CARAMAN, *Histoire des révolutions de la philosophie en France*, 3 vol. Paris, 1815 à 1817, t. II, page 3.

relles. L'historique des principaux progrès de l'astronomie que nous avons écrit n'a pas la prétention d'être une histoire de cette science, ce n'est qu'un résumé synthétique destiné à marquer les grandes étapes de la connaissance des mondes. Cette étude nous montrera que ce n'est que par des perfectionnements successifs, qui se modifient en se complétant les uns les autres, que la connaissance scientifique de l'univers a pu être établie.

Elle nous fera comprendre que, quel que soit le génie d'un homme et l'importance des découvertes qu'il a faites, c'est tout autant l'humanité qui crée ou amène la découverte que lui-même; l'individu ne fait jamais que *coordonner* les éléments existant à son époque.

Ceci dit, pour faire comprendre une vérité philosophique et non pour diminuer la gloire ou le mérite des grands hommes.

Jamais on ne rendra un trop grand hommage à la persévérance d'un Képler ou d'un Newton, par exemple. Ces noms méritent en toute justice de briller au fronton du panthéon humain, mais, si l'on examine l'état des connaissances de l'humanité à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, époque de la grande découverte de Newton (1), on constate que Huyghens a touché du doigt la loi de la *gravitation* et l'a même indiquée, sans rien préciser; que Halley, Hooke et Borelli, contemporains de Newton, eurent également une notion exacte de cette loi.

De même, le calcul différentiel a été découvert au même moment par Newton et par Leibnitz.

Laplace a formulé sa théorie sur l'origine des mondes en même temps que Kant, et cela sans avoir connaissance des travaux du philosophe allemand.

On pourrait multiplier les exemples à l'infini. De tous il résulte que c'est l'humanité qui crée. L'individu n'est qu'un des facteurs de la découverte. C'est à ce titre que nous lui devons de la reconnaissance.

Ce sommaire a encore pour but de réfuter l'erreur popu-

(1) Le *Livre des principes*, contenant la théorie de Newton, fut publié en 1687, mais c'est en juin 1682 que le grand astronome eut la conception nette des lois de l'attraction.

laire si souvent répétée « *que ce qui est vrai aujourd'hui sera erroné demain* ». Par exemple, les hommes ont considéré le système de Ptolémée comme répondant à la réalité; ils adoptent aujourd'hui celui de Copernic; ils ont cru à la théorie de l'émission de la lumière et ils croient à celle des ondulations. Celui qui manque d'esprit scientifique se trouve donc autorisé à dire qu'on ne peut pas plus affirmer le système de Copernic qu'on n'était autorisé à affirmer celui de Ptolémée. M. Poincaré lui-même dit cela!

Ce n'est pas que nous voulions affirmer l'existence d'un tout qui est « le Vrai ». Ce vrai absolu n'est qu'une entité, mais nous voulons montrer qu'il y a des « vérités » et que leur nombre augmente sans cesse.

Nous répétons encore que nous n'avons qu'un but: vulgariser les faits acquis à la science et faire ressortir par des remarques philosophiques le grand fait qui se dégage de tous les progrès: la conception du monde en tant que *phénomène* satisfait autant l'imagination et l'idéal que n'importe quelle autre conception.

Nous pensons que ces courtes observations suffisent à démontrer l'utilité qu'il y a à étudier l'histoire d'une science, même d'une façon abrégée, car le grand public n'a pas toujours le temps de faire de longues lectures sur des sujets spéciaux.

Il faut éviter une erreur assez répandue à la fin du xviii<sup>e</sup> siècle et encore admise par les penseurs qui demandent plus à la tradition qu'à l'expérience.

Cette erreur de Bailly (1): — que les vestiges scientifiques de l'antiquité sont les restes d'une science immense disparue avec le peuple et la civilisation qui l'avait créée, — sera détruite par la connaissance des tâtonnements et des efforts faits par les savants des siècles lointains pour établir les rudiments d'astronomie qui formaient tout leur savoir.

Quelque attrayant que puisse être le mirage d'un grand savoir, transmis par communication aux *sages* de l'antiquité et aux prétendus *initiés* modernes, nous devons lui

(1) BAILLY, *Lettres sur l'origine des sciences et sur celle des peuples de l'Asie*. Paris, 1778.

préférer la simple et froide vérité. En fin de compte, c'est toujours en elle que réside le mieux.

Pour fixer le jugement des lecteurs que cette théorie intéresse, nous recommandons la lecture des ouvrages publiés par les savants depuis un tiers de siècle sur l'Égypte, la Chaldée ou la Grèce anciennes.

L'astronomie est assurément une des plus anciennes sciences, car les merveilleux phénomènes qu'elle a pour but d'expliquer ont de tout temps frappé et étonné les hommes qui en ont été témoins.

Les phases de la lune ont dû paraître bien mystérieuses ou bien étonnantes aux hommes primitifs ; et ces astres si extraordinaires qui viennent à des intervalles irréguliers visiter notre ciel, et dont l'apparition était naguère encore l'objet de si fantastiques commentaires, — les comètes, — ont dû aussi, par leurs formes étranges, captiver l'attention de nos ancêtres lointains. Puis, enfin, en vertu de ce besoin de savoir inhérent à sa nature, l'homme, dès qu'une idée abstraite a pu éclore dans son cerveau, a été porté à chercher le pourquoi ou le comment des choses qui le frappaient d'une façon aussi vive que les phénomènes célestes. Le besoin d'avoir des points d'orientation pour traverser les mers et les déserts l'a également et naturellement amené à chercher dans le ciel des astres pouvant lui servir de guides.

## ANTIQUITÉ

Les plus anciennes observations dont l'histoire ait gardé la mémoire ne remontent pas à plus de 3.500 ans, quoiqu'il soit absolument évident que des connaissances astronomiques plus ou moins élémentaires existaient bien auparavant.

Le beau ciel de l'Orient, toujours pur, devait beaucoup faciliter les remarques que les hommes purent faire sur la marche et les évolutions des astres. Mais quelques simples observations et quelques remarques, tout en étant le point de départ des connaissances astronomiques, ne peuvent être considérées comme formant une science. C'est seulement à l'époque où nombre d'observations sur la marche

des corps sidéraux furent réunies, qu'on peut placer la naissance de l'astronomie.

Platon dit que les Égyptiens, trente siècles avant notre ère, savaient que Mercure et Vénus sont satellites du Soleil.

Il y a vingt siècles, les Chinois auraient découvert la période lunaire de dix-neuf ans.

En l'an 1100, avant notre ère, Tchéou-Koung mesure l'obliquité de l'écliptique.

Dès une haute antiquité, des observations étaient faites en Chine, en Chaldée, en Égypte : quelques-unes sont parvenues jusqu'à nous. Elles se rapportaient à des pratiques d'astrologie ou d'établissement d'horoscopes. Elles étaient par conséquent peu susceptibles de faire accomplir des progrès à la science astronomique.

On attribue aux Arcadiens l'établissement de la semaine, au <sup>x</sup>e siècle avant notre ère, mais nous savons que dans la civilisation babylonienne, il existait des périodes de sept jours. Il est certain que l'homme était alors assez avancé pour se créer une division du temps, et la plus naturelle qu'il eut à sa portée fut celle des phases lunaires. Les durées de la semaine, du mois et de l'année furent formées d'après les diverses apparences de notre satellite.

Le ciel fut divisé en douze signes correspondant aux douze groupes d'étoiles les plus remarquables qui se trouvaient sur la ligne que parcouraient le soleil, la lune et les planètes ; ce sont ces signes qui ont reçu le nom de zodiaque (1).

## ANTIQUITÉ CLASSIQUE

THALÈS DE MILET (640-548). Un des chefs de l'école *ionienne*, qui fut la première école qui prit l'observation pour base, réunit les éléments de la géométrie et de l'astronomie. Il prédit une éclipse de Soleil, celle du 28 mai

(1) Une hypothèse sociologique a été exposée par MM. E. DURKHEIM, et M. MAUSS. (De quelques formes primitives de classification. *Année sociologique*, 1903, p. 1-72.)

585 avant notre ère ; il semble avoir enseigné la doctrine de la sphéricité de la Terre ; ses ouvrages sont perdus.

ANAXIMANDRE (610-547). Disciple de Thalès ; savait que la lumière de notre satellite n'est que la lumière réfléchie du Soleil. Il supposait ce dernier aussi gros que la Terre et enseignait la sphéricité de notre globe. Il connaissait enfin l'obliquité de l'écliptique. « Anaximandre passe pour avoir le premier imaginé des sphères de cristal dans le but d'expliquer le mouvement des astres... Ces sphères qui vinrent inutilement encombrer la science, ne font pas honneur à la sagacité du disciple de Thalès. Il fallut, ensuite, tant d'efforts séculaires pour parvenir à les briser ! » (1)

ANAXAGORE DE CLAZOMÈNE (500-428), « fut persécuté par les Athéniens, pour avoir enseigné les doctrines de l'école Ionienne. On lui reprocha d'anéantir l'influence des dieux sur la nature, en essayant d'assujettir ses phénomènes à des lois immuables. Proscrit avec ses enfants, il ne dut la vie qu'aux soins de Périclès son disciple et son ami, qui parvint à faire changer la peine de mort en exil. Ainsi la vérité, pour s'établir sur la terre, a souvent eu à combattre des erreurs accréditées qui plus d'une fois ont été funestes à ceux qui l'ont fait connaître » (2).

PYTHAGORE (590), Philolaüs, son disciple, et l'école pythagoricienne professaient des théories astronomiques qui indiquent des observations assez sérieuses pour l'époque, entre autres la rotation de la terre.

DÉMOCRITE (450). Déclare que le nombre des mondes est infini comme leur étendue ; il en naît sans cesse de nouveaux, tandis que d'autres périssent. Il considérait la Voie lactée comme formée par la réunion d'un grand nombre d'étoiles, auxquelles l'éloignement donne l'apparence diffuse.

MÉTON. Publia aux jeux Olympiques le fameux Cycle

(1) HOFER, *Histoire de l'Astronomie*. Paris, Hachette, 1873, p. 97.

(2) LAPLACE, *Précis de l'histoire de l'Astronomie*. Paris, Courcier, 1821, p. 23.

lunaire qui a gardé son nom, période au bout de laquelle les nouvelles lunes arrivaient le même jour que dix-neuf ans plus tôt. Les Grecs, enthousiasmés de cette découverte, la firent graver en caractères d'or. C'est pour cette raison que nous appelons encore nombre d'or le chiffre qui désigne l'année du cycle lunaire. La période lunaire de 19 ans a été découverte aussi par les Chinois plus de 1.600 ans avant Méton (1).

EUDOXE, de Cnide. Trois siècles et demi avant notre ère découvrit que l'année avait 365 jours  $\frac{1}{4}$ . Il écrivit un traité des phénomènes célestes qui se retrouve presque tout entier dans le poème d'Aratus.

ARISTILLE ET TIMOCHARIS, de la fameuse École d'Alexandrie, un demi-siècle après lui, commencèrent des catalogues d'étoiles.

PYTHÉAS DE MARSEILLE (300). Fit des observations astronomiques qui servirent à Erastosthène pour ses cartes géographiques.

ARISTARQUE DE SAMOS. Il admettait la rotation de la Terre et sa translation autour du Soleil; il observa le solstice d'été de l'an 281.

Il essaya de déterminer le diamètre solaire, qu'il trouva être égal à la 720<sup>e</sup> partie de son orbite; il se servit très ingénieusement des quadratures de la lune pour déterminer la parallaxe du Soleil, qu'il trouva environ 20 fois plus éloigné que la Lune. Malgré l'erreur énorme existant entre cette mesure et la distance véritable qui nous sépare du Soleil, on n'en doit pas moins considérer cette tentative d'Aristarque comme une des plus grandes expériences scientifiques de l'antiquité. Aucun astronome avant lui n'avait porté si loin les bornes du monde.

Parlant de la connaissance de la translation de la Terre que possédait Aristarque, M. Hofer, le savant auteur de *l'Histoire de l'astronomie*, dit: « La vérité venait enfin « d'apparaître, mais elle disparut aussitôt comme un mé-

(1) *Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles*, 1877, p. 56.

« téore et tout rentra dans les ténèbres. Elle céda la place  
 « à l'erreur qui devait, par l'organe de tous les astronomes,  
 « continuer encore pendant plus de 25 siècles à faire jouer  
 « au soleil le rôle qu'Aristarque de Samos avait assigné à  
 « la terre.

« Et après cet exemple mémorable, on ose encore invo-  
 « quer le passé ou la science traditionnelle comme une  
 « autorité devant laquelle nous n'aurions qu'à nous in-  
 « cliner » (1).

ERATOSTHÈNE (276-196). Né à Cyrène ; fut appelé par Ptolémée III à diriger la bibliothèque d'Alexandrie.

Il fut un des plus grands savants de son époque, et détermina l'obliquité de l'écliptique avec une certaine précision (2).

Il trouva le moyen de mesurer la Terre.

Il calcula la distance de la Lune et du Soleil ; il porta celle de ce dernier à quarante millions de lieues, ce qui est une approximation des plus remarquables pour l'époque.

Au temps d'Ératosthène, Alexandrie était le grand centre intellectuel, son observatoire possédait des instruments qui, pour la science d'alors, étaient aussi parfaits que peuvent l'être nos télescopes pour la science de nos jours. La sphère armillaire, dont quelques biographies font même honneur à ce savant, était un instrument composé de deux cercles fixes et d'un cercle mobile.

L'astrolabe, qui comprenait plusieurs cercles gradués, semble n'être qu'un perfectionnement de l'armille.

Plusieurs instruments dont nous ne possédons que des descriptions incomplètes existaient au Sérapeum d'Alexandrie. Le dioptré, ainsi que l'astrolabe, sont donnés comme ayant été inventés par Hipparque, un des successeurs d'Ératosthène, mais il paraît bien plus vraisemblable que

(1) HOEFER, *Histoire de l'Astronomie*. Paris, Hachette, 1874, p. 112.

(2) La Terre tournant autour du Soleil répond successivement aux douze constellations du zodiaque. Sa trace dans le ciel s'appelle l'Ecliptique, parce que les éclipses ne peuvent avoir lieu que dans son plan. Ce plan est incliné présentement sur l'équateur solaire de 23° 27'.

ce ne sont que des perfectionnements d'instruments déjà en usage et dus à Eratosthène.

Les Anciens ont-ils fait usage de tubes pour observer ? La chose est vraisemblable, mais bien que ne nous ne connaissions pas tous les moyens dont ils disposaient, nous pouvons juger de leur outillage scientifique et de leurs connaissances par les découvertes ultérieures, et tout nous autorise à rejeter la prétendue supériorité du savoir des anciens.

ARATUS (mort en 277). Contemporain d'Eratosthène, composa un poème sur l'astronomie ; c'est à la prière d'Antigone Gonastas, roi de Macédoine, qu'il écrivit son ouvrage qui paraît, dit la *Biographie Universelle*, avoir été composé sur des ouvrages plus anciens. Il renferme tout ce qu'on savait à cette époque sur la sphère. Ce poème a été traduit par Pingré à la suite des *Astronomiques* de Manilius (1786).

HIPPARQUE (mort en 128). Le plus grand astronome de l'antiquité.

Il donna le moyen de déterminer l'inégalité des mouvements du Soleil et de la Lune.

A propos d'une étoile temporaire apparue à son époque, il refit les catalogues d'Aristille et de Timocharis en les augmentant considérablement. Ce travail lui fit faire une de ses plus importantes découvertes : celle de la *précession* des équinoxes (1).

(1) PRÉCESSION. L'année sidérale, qui est le temps que la Terre met pour se retrouver au même point de son orbite est de 10 minutes 48 secondes 7, plus longue que l'année tropique, laquelle est la durée que la Terre emploie pour se retrouver au même équinoxe. Cette différence de 20 minutes change annuellement le lieu où l'écliptique coupe, deux fois par an, l'équateur céleste. Il se produit de la sorte une rétrogradation des équinoxes. Ce phénomène de la précession a pour résultat de faire décrire à la ligne des pôles un cercle entier en 26.000 ans, d'où il résulte que l'étoile polaire cessera d'être la plus voisine du pôle pour la redevenir à la fin de ce cycle.

Il donna à l'année une durée qui n'excédait que de 4 minutes  $1/2$  celle qu'elle a réellement.

« Etablir les rapports des astres entre eux par la détermination de leur distance, de leur grandeur, de leur position et de leurs mouvements, tel était le vaste problème qu'Hipparque s'était proposé de résoudre plus de seize siècles avant Képler » (Hœfer, p. 161.)

Pendant deux siècles et demi, entre Hipparque et Ptolémée, aucun progrès ne semble avoir été accompli ; les astronomes publièrent des œuvres, mais ils ne firent que commenter les travaux de leurs devanciers, le poème des Phénomènes, d'Aratus, entre autres.

SOSIGÈNE, de l'Ecole d'Alexandrie, fut mandé à Rome par J. César pour la réforme du calendrier.

CLEOMEDE pour qui la terre n'était qu'un point comparé à la grandeur du monde.

SENEQUE (68). Le philosophe qui a émis sur les comètes des vues qui étaient une vision géniale de la nature de ces astres.

Ces intuitions étaient familières à Sénèque qui, on se le rappelle, a prédit la découverte de l'Amérique.

PTOLÉMÉE (mort vers 130). Dans un ouvrage intitulé « Composition mathématique » connu sous le nom d'*Almageste* par les Arabes, et qui est une sorte d'Encyclopédie des connaissances astronomiques de son temps, Ptolémée rassembla et résuma les travaux de ses devanciers. On en grava par ses soins les parties importantes sur les murs d'un temple d'Alexandrie.

Le système du monde qui porte son nom, et qui n'est que le système des apparences, est l'œuvre collective des prédécesseurs de Ptolémée plus que son œuvre personnelle.

Ptolémée connaissait la théorie de la rotation et de la translation de la terre, déjà professée par l'école pythagoricienne, mais il s'est, de parti pris, arrêté au système pri-

mitif, « fondé, dit Hœfer (p. 209), sur le sens commun que des philosophes modernes ont voulu prendre pour base de leur doctrine. Ptolémée n'a fait que le reproduire et le développer ».

D'après ce système, la Terre est au centre du monde, les planètes, et le Soleil lui même, tournent autour d'elle; les étoiles font de même le tour de la Terre en 24 heures; Pour comprendre l'absurdité de cette dernière supposition, il suffit de penser que l'étoile la plus voisine de nous est à une distance telle que sa lumière met quatre ans à nous parvenir, malgré les 75.000 lieues qu'elle franchit par seconde.

Or la circonférence que décrirait cette étoile voisine étant d'un développement égal à six fois sa distance, il faudrait 25 ans à la lumière pour parcourir une telle orbite; on juge par là l'in vraisemblable vitesse dont les étoiles devraient être animées pour faire le tour de la terre en 24 heures.

« Ce n'est pas seulement par les illusions de la vue, non « rectifiée par l'intelligence, c'est encore par l'esprit de « dogme traditionnel que l'auteur de l'Almageste s'est « laissé subjugué. L'inégalité du mouvement du soleil, « découverte par Hipparque, n'était aux yeux de Ptolémée « qu'une anomalie apparente... L'auteur de l'Almageste « poussa à l'excès les hypothèses qui avaient été jusqu'alors « émises pour sauver les dogmes sacro-saints du cercle et « du mouvement uniforme (1). »

Pour expliquer des phénomènes résultant de la translation de la terre qu'il supposait immobile, Ptolémée imagina des cercles excentriques et des épicycles portés par les cercles, mais les découvertes ultérieures forcèrent à compliquer encore le système des épicycles au point que des astronomes du moyen âge, le roi de Castille, Alphonse X entre autres, protestèrent contre cette complication.

Si Ptolémée ne mérite pas la gloire que lui a donné le faux système qui porte son nom, par contre, il doit être ins-

(1) HOEFER, *Histoire de l'astronomie depuis ses origines jusqu'à nos jours*. Paris, Hachette, 1873, p. 213.

crit parmi les astronomes inventeurs, car c'est à lui qu'on doit la découverte de l'évection.

Ptolémée divisa les étoiles visibles à la vue simple en six classes, d'après leur grandeur.

Laplace parlant des traités de Ptolémée sur l'optique, sur la musique, la chronologie, la gnomonique et la mécanique, dit : « Tant de travaux sur un si grand nombre d'objets supposent un esprit vaste et lui assurent un rang distingué dans l'histoire des sciences (2). »

THEON de Smyrne, qui vivait au VI<sup>e</sup> siècle, écrivit des commentaires sur le poème d'Aratus et sur l'Almageste ; il est auteur de tables qui offrent quelque intérêt pour l'histoire du calendrier.

Théon est encore connu pour avoir été « le père et le premier maître d'Hypathie, dont parle Sysenius dans ses lettres et qui périt en 415, victime du fanatisme des chrétiens d'Alexandrie, excités par l'archevêque Cyrille. Hypathie enseignait l'astronomie » (Hœfer, p. 236.)

## LES ASTRONOMES ARABES

Après la chute de l'Ecole d'Alexandrie, l'astronomie ne fit plus aucun progrès pendant plusieurs siècles.

Les savants qui s'en occupèrent ne firent guère que des commentaires sur quelques points des œuvres des anciens.

A Byzance, on s'occupait plutôt d'établir le sexe des anges ou les couleurs que devaient porter les cochers du Cirque, que d'acquérir des connaissances sur les dispositions de l'Univers.

(1) EJECTION. La plus grande des inégalités lunaires est désignée par ce mot : Quand la lune est en conjonction, c'est-à-dire dans la même direction que le Soleil par rapport à la terre, elle s'éloigne de nous ; quand elle est en opposition, c'est-à-dire à l'opposé du Soleil par rapport à la Terre, sa distance diminue : les deux attractions de la Terre et du Soleil se combinant dans la même direction le changement d'excentricité porte les variations à plus de  $7^{\circ} \frac{1}{2}$ .

(2) LAPLACE, *Précis. de l'hist. de l'Ast.*, 1821, p. 53.

Dans l'Occident de l'Europe aucun progrès ne s'accomplit pendant plusieurs siècles.

On peut cependant citer quelques auteurs pour mémoire.

« Engelbert, moine de Saint-Laurent, de Liège, et Gilbert Mamimot, évêque de Lisieux, faisaient des observations astronomiques et en enregistraient les résultats.

« Mais il faut croire que cette science n'était pas en très grand honneur, car Hildebert de Tours la traite très légèrement dans un poème de quinze chants intitulé « Le Mathématicien » (1).

HEMEALDE, vers 680.

BEDE (mort en 735) « L'astronomie fut le principal objet de ses études. »

ALDHELM.

ALCUIN (mort en 804).

HERMAN CONTRACTUS (mort en 1054).

JEAN DE SÉVILLE

RODOLPHE DE BRUGES

PLATO TIBURTINUS

} Traducteurs d'ouvrages  
astronomiques.

GERARD DE CRÉMONE (1187) traduisit l'Almageste du texte arabe.

Pendant que Byzance et l'Occident de l'Europe tombaient de plus en plus dans l'ignorance et la barbarie, les Arabes « reprirent les sciences là où les avaient laissées les écoles « d'Alexandrie et d'Athènes, si brusquement arrêtées dans « dans le développement.

(1) DE CARAMAN, *Histoire des révolutions de la philosophie en France*, vol. I, 1843, p. 447.

« Les premiers Khalifes favorisèrent puissamment cette « renaissance (1).

« Les conquérants arabes et les Khalifes mahométans « donnèrent les premiers, à une partie du monde, la tran- « quillité et l'ordre nécessaires aux travaux de l'esprit. Leur « gouvernement, plein de générosité et de justice pour tous, « favorisa dans toutes les directions l'essor de l'intelligence « humaine (2). » Ce furent, à Bagdad : AL-MAMOUN. (mort en 814) Khalife et astronome qui fit traduire l'Almageste et détermina l'obliquité de l'écliptique; il fit construire des observatoires et procéder à la mesure d'un arc du méridien (3).

ALBATENIUS. (929) Auteur de très délicates observations, faites pendant plus de quarante années; écrivit un traité sous le nom de *Science des Etoiles*.

AL-FERGHANI (mort en 820). Publia le *Livre des mouvements célestes*.

AL-KHINDI. Décrivit une observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 839.

YAHIA-ABOU-MANSOUR (848). Mesura l'obliquité de l'écliptique.

ALBUMAZAR. (805-885) Plus astrologue qu'astronome; ses travaux servirent à R. Bacon pour l'explication des marées.

Les frères MOHAMMED, AHMED, ET HASSAN (mort en 847) dont l'observatoire était à Bagdad.

(1) HOEFER, *Histoire de l'astronomie depuis son origine jusqu'à nos jours*. 1873, Paris, Hachette, p. 253.

(2) J. BERTRAND, *Les fondateurs de l'astronomie moderne*. Paris, Helzel, 1863, p. xiv.

(3) Dans un traité de paix qu'il conclut avec l'empereur Michel III, il exigea que ce dernier lui remit les livres grecs en sa possession. Il fit réunir dans l'île de Chypre, qu'il venait de conquérir, tous les documents littéraires qu'il put trouver.

THÉBIT-BEN-KORRAH (mort en 900) déclarait que les observations seules pouvaient assurer le progrès de la science. Il détermina l'année sidérale à une seconde en plus que la durée actuellement admise.

ABOUL-HASSAN-ALI (900). Et ses frères, firent un demi-siècle d'observations.

Au Caire, HAKEM-BIÁMR-ALLAH (900-1021). Sultan d'Égypte, fit construire un observatoire et dresser des Tables astronomiques.

ABOUL-WEFA (939-998). Découvrit une inégalité lunaire.

IBIN-YOUNIS (mort en 1008). Avec le précédent, un des rédacteurs des Tables Hakémites, fit de nombreuses observations d'éclipses qui ont servi à reconnaître l'accélération du mouvement de la lune.

HASSAN-BEN-HAITHÈM (mort en 1038).

ALHAZEN (mort en 1048). Publia un *traité des crépuscules*, dont la partie relative à la réfraction aurait servi à Képler.

Au Maroc et en Espagne : ARZACHEL (mort en 1080), de Tolède, auteur de tables astronomiques et d'instruments.

AVERRHOËS (1120-1198). Philosophe, écrivit un *Abrégé de l'Almageste*.

ALPÉTRAGE (mort en 1156). Observa l'obliquité de l'écliptique : « Mécontent des complications du système de Ptolémée, il proposa un système nouveau qui, bien que tombé dans l'oubli, témoigne, dit Hœfer, d'une tendance heureuse à se débarrasser des fausses hypothèses spiritualistes de l'antiquité. »

ABOUL-HASSAN (mort en 1200). Auteur d'un traité des instruments astronomiques et de plusieurs ouvrages scientifiques.

Les autres peuples mahométans ne le cédaient en rien aux Arabes. Chez les Persans, chez les Mongols, nous devons signaler NASSIR-EDDIN THOUSI (1201-1274). Construisit par ordre de Houlagou, khan de Mongolie, un observatoire à Méragah. Avec plusieurs astronomes, il composa des Tables astronomiques : les Tables Ilkhaniennes, qui existent en manuscrit à la Bibliothèque nationale.

SCHAH CHOLGUI (mort en 1260).

IBN-SCHATHIR (mort en 1350).

OLOUG-BEG (1393-1450). Petit-fils de Tamerlan. Ce prince profita des richesses scientifiques réunies par son père et son aïeul.

Hœfer (p. 274) dit : « Tamerlan fonda un empire et fixa sa résidence à Samarkande. Tamerlan y avait attiré les savants les plus célèbres et fondé une Académie des sciences.

« Son fils et successeur, Schah Rokh, créa une magnifique bibliothèque et profita de ses relations avec les principaux souverains de l'Europe pour acquérir les manuscrits les plus précieux et les plus rares... »

Oloug-Beg fit construire un collège qui passa pour une des merveilles du monde. Il est l'auteur d'un catalogue d'étoiles et de Tables des planètes.

« Avec ce prince finirent, dit Hœfer, les travaux astronomiques et mathématiques de l'Orient musulman. »

Les Arabes avaient donné des noms aux principales étoiles du ciel, noms qui sont encore employés pour désigner quelques-unes d'entre elles, bien que sur les cartes et dans les traités d'astronomie on fasse usage de chiffres et des lettres de l'alphabet grec pour les indiquer en ordre. Bételgeuse, Fomalhaut, Véga, Aldébaran, etc., sont des noms arabes.

## LES ASTRONOMES DU MOYEN-AGE

Les Arabes et les Orientaux ont été les continuateurs de la science antique, et, sans exagérer le mérite de leurs découvertes, il est bien permis de faire un rapprochement entre le développement florissant de leur civilisation et le triste état des connaissances humaines dans les pays de la chrétienté.

On attribue au christianisme le rôle de sauveur et de conservateur des connaissances de l'antiquité, alors que les luttes des Papes dans Rome ont plus détruit de richesses antiques que toutes les invasions subies par cette capitale de la chrétienté ne lui en avaient fait perdre.

Comment admettre le doute sur la destruction de la bibliothèque d'Alexandrie par les chrétiens (1) quand on voit un Cyrille faire massacrer Hypathie coupable de répandre l'instruction ; un saint Paul brûler les livres ; et des princes comme Al-Mamoun, Al-Hakem, Houlagou, ou encore les successeurs de Tamerlan consacrer leurs efforts à réunir des savants et des livres, à construire des observatoires ou des écoles !

Tous les fanatismes se valent, celui des musulmans est aussi dangereux que celui des chrétiens du moyen âge ; mais nous devons reconnaître que l'astronomie fut délaissée par les chrétiens pendant plus de cinq cents ans et qu'elle fut alors étudiée par les Arabes, les Maures, les Persans et les Hindous. C'est à ces mêmes peuples que nous devons la conservation de plusieurs des connaissances de l'antiquité.

Le XIII<sup>e</sup> siècle fut, pour l'occident de l'Europe, une époque de renaissance, mais le progrès ne s'accomplit pas brusquement.

(1) On sait que cette destruction a été attribuée aux Arabes par ceux-là même qui avaient à se défendre de ce monstrueux acte de barbarie. Quelques auteurs modernes répètent encore cette légende.

Cependant, c'est de ce même XIII<sup>e</sup> siècle qu'on peut faire partir l'histoire de l'astronomie occidentale.

JEAN DE HOLYWOOD, dit SACRO BOSCO, mort en 1256. « La traduction latine de l'Almageste et les autres travaux des astronomes d'Espagne furent extrêmement utiles à Sacro Bosco, qui fit en France ses traités du calendrier, de l'astrolabe et de la sphère. Ce dernier a eu longtemps une grande vogue ; il a contribué, plus qu'aucun autre livre, à répandre les premières notions d'astronomie apparente, depuis le milieu du XIII<sup>e</sup> siècle jusqu'au commencement du XIV<sup>e</sup>. Clavius l'a commenté (1). »

C'est dans le traité *de Sphæra mundi* de Sacro Bosco qu'on trouve un des plus anciens emplois des chiffres arabes en France. Gerbert, Alcuin, ont écrit aussi sur l'astronomie.

ROGER BACON, né à Oxford (1214-1294), fut incontestablement l'esprit le plus éclairé de son siècle. Il publia des remarques sur la réfraction astronomique, ce qui lui a fait toucher du doigt, et on peut même dire découvrir, le principe des lunettes (2).

« Ayant remarqué une erreur dans le calcul des temps à l'égard de l'année solaire, il proposa en 1267 au pape Clément IV un plan pour la réforme du calendrier. Une grande partie du quatrième livre de *l'Opus Magnum* est consacrée à l'exposition de ce plan.

Ce travail fut utilisé par les auteurs de la réforme grégorienne (3). »

FRÉDÉRIC II (mort en 1250). Empereur d'Allemagne et roi de Sicile, encouragea les études astronomiques et la pre-

(1) DAUNOU, *Discours sur l'état des lettres au XIII<sup>e</sup> siècle*, p. 201.

Clavius dont il est question dans cette citation est un des mathématiciens qui travaillèrent à la réforme du calendrier grégorien.

(2) Voir à ce sujet DE CARAMAN, *Histoire des révolutions de la philosophie en France*, t. III, p. 223, qui cite des passages de Bacon relatifs aux verres et même aux lunettes d'approche.

(3) DE CARAMAN, même ouvrage, p. 220.

mière traduction latine de l'Almageste d'après la version arabe.

ALPHONSE X (1221-1294), roi de Castille et prétendant à l'Empire, était un des hommes les plus instruits de son époque. Il réunit à Tolède un certain nombre de savants maures ou juifs pour s'occuper d'astronomie.

Il se livra lui-même à des observations, mais ne pouvant comprendre les complications des cercles et des épicycles de Ptolémée, il aurait déclaré, dit-on, que « si Dieu l'avait appelé à son conseil lorsqu'il créait le monde, les choses eussent été dans un meilleur ordre (1). »

Le collège astronomique réuni par lui travailla à dresser des Tables astronomiques qui portent son nom. « Les Tables Alphonsines, auxquelles on avait travaillé pendant quatre ans, et dont les frais s'élevaient à 40.000 ducats, somme énorme pour le temps, parurent le 30 mai 1252, jour de l'avènement d'Alphonse... »

« Le principal mérite de ces Tables, qui ont remplacé avec avantage celles de Ptolémée, consiste dans la correction de quelques époques, et dans une détermination plus exacte de la longueur de l'année (2). »

Les savants qui ont accompli l'œuvre méritent d'être nommés ; il est du reste intéressant de constater que dans ce siècle d'ardente foi religieuse, la science donnait déjà à des hommes appartenant à des religions ennemies un motif de se réunir pour travailler en commun. Les principaux de ces juifs, catholiques et musulmans qui s'entendaient pour la recherche du vrai étaient : Ibn-Moussa, Joseph Ben-Ali, Jacob Albuena, Samuel El-Conejo, Jehuda El-Conejo, Abou Ragel, Isaac Ben-Saïd.

En ces siècles de foi religieuse la science ne pouvait accomplir aucun progrès sérieux. L'esprit humain occidental était dominé par la théologie et, ce qui ne valait guère mieux, par la philosophie scolastique. Les hommes croyants

(1) LAPLACE, *Exp. du syst. des Mondes*. Paris, Gauthier-Villars, 1884, liv. V, ch. IV, p. 431.

(2) HOEFLER, *Histoire de l'astronomie, depuis ses origines jusqu'à nos jours*. Paris, Hachette, 1873, p. 283.

n'ayant pas besoin de savoir, il en résulta l'absence de tout effort social vers la connaissance. La nécessité d'avoir de grands monuments pour les cérémonies religieuses créa la renaissance romane, d'où sort ensuite la grande floraison artistique du XIII<sup>e</sup> siècle.

Cette manifestation de puissantes recherches vers le beau et l'utile, montre que la conquête du vrai, c'est-à-dire la Science, aurait pu faire également des progrès si le besoin s'en était fait sentir socialement. Tous ceux qui étudient impartialement l'histoire y trouvent la preuve que la foi, la croyance religieuse érigée en système politique, est un obstacle aux progrès de l'esprit humain.

La preuve matérielle de cette assertion, pour cette période, peut être fournie par l'absence de tout progrès scientifique dû à cette synthèse des puissances d'alors : *l'Église*, et par le martyre des individualités dont les connaissances dépassaient la moyenne. Abeillard persécuté, Roger Bacon passant une partie de sa vie dans les prisons monastiques, Alphonse X détrôné par les ennemis de ces idées, peuvent en témoigner.

« Au XIV<sup>e</sup> siècle, dit Hœfer, il devenait de plus en plus dangereux de cultiver la science.

« Pierre d'Abano, dont les ouvrages, parmi lesquels on remarque un traité de l'Astrolabe, ne parurent pas de son vivant, fut, sur l'accusation de sorcellerie, brûlé en 1316, en effigie, après sa mort. Cecco d'Ascoli fut brûlé de son vivant à Florence, en 1327, à l'âge de 70 ans. Il était l'auteur d'une sorte d'encyclopédie, dont le premier livre traite de l'astronomie.

Cet ouvrage renferme des connaissances fort avancées en météorologie. »

ASTROLOGIE. — On a reproché à tous les astronomes du moyen-âge d'avoir consacré une partie de leurs études à l'astrologie. Il semble bien en effet que tous, même Roger Bacon qui a écrit contre l'astrologie, croyaient à cette pseudo-science. Il faut arriver jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle pour voir la rupture définitive entre les astronomes et les astrologues. Le désir de connaître était pour beaucoup dans cette croyance. On ne possédait pas la science des choses, on consultait la tradition astrologique, ramassis de vérités et

d'un nombre considérable d'erreurs créées par des affirmations transmises. L'ambiguïté des formules avait permis de trouver quelques faits en concordance avec elles, sans remarquer les faits plus nombreux qui les contredisaient.

## LA RENAISSANCE

Au xv<sup>e</sup> siècle on voit poindre des éléments de la grande révolution intellectuelle que nous appelons *la Renaissance*.

En même temps, on voit apparaître les fondateurs de l'astronomie moderne. Mais l'évolution présidant toujours à la marche de l'esprit humain, nous rencontrons des hommes dont les connaissances servent de trait d'union entre le moyen-âge et les temps modernes ; de même chez les créateurs de la vraie science astronomique, comme Tycho-Brahé, chez des génies comme Képler, nous verrons survivre des croyances du moyen âge. La loi de l'évolution est un fait comme la loi de la gravitation. Il n'y a donc rien là que de très naturel ; on peut même dire qu'il ne peut en être autrement. La doctrine de l'évolution permet de mieux se rendre compte de la marche du progrès des sciences.

GEORGES DE PUERBACH (1423-1461). Professeur à l'université de Vienne (Autriche). Il s'était attaché à l'observation pour vérifier les hypothèses des anciens.

Créa des instruments, reprit l'usage du fil à plomb.

Ouvrages : *Théorique des Planètes*, 1488, in-fol. *Tables des éclipses*.

N. DE CUSA (1401-1564), (de son vrai nom : Krebs), Cardinal, légat de Nicolas V auprès des princes allemands. Il fit revivre, le premier, l'hypothèse de Pythagore sur le mouvement de la Terre autour du Soleil.

REGIOMONTANUS (1436-1476), l'astronome le plus

célèbre du xv<sup>e</sup> siècle ; il fit un cours d'astronomie à Padoue.

Calcula les premières éphémérides régulières qu'on ait eues depuis l'époque des astronomes d'Alexandrie. Il observa une grande comète en 1472, et publia ses observations.

Ouvrages : *Ephémérides astronomica in-4<sup>o</sup> Kalendarium novum, Pomdin 1476. De triangulis planis et sphericis*, publié en 1533.

Kopernic a publié un ouvrage sur le même sujet, mais sans avoir eu connaissance de l'œuvre remarquable de Regiomontanus.

BERNARD WALTHER (1436-1504). Elève de Régiomontanus et possesseur de ses papiers, continua ses travaux. Il observa les effets de la réfraction près de l'horizon.

Il commença à se servir d'horloges à poids, sans pendule, pour les observations astronomiques.

KOPERNIC (né en 1473, le 12 février, mort en 1543 le 23 mai, à Thorn, ancienne Pologne).

En écrivant ce nom, nous éprouvons le besoin de manifester notre admiration, car il est celui d'un des plus grands hommes dont s'honore l'humanité, et la révolution intellectuelle dont son œuvre est le *substratum* est une des plus considérables qu'ait jamais accomplies l'esprit humain.

Pour les anciens, la Terre était le centre du monde. Après Kopernic elle ne sera plus qu'une planète très secondaire du système solaire ; et ce système lui-même, grain de sable d'une plage sans limites, tombera au rang de simple étoile parmi les millions d'autres qui composent la Voie lactée.

De la Terre centre du monde, de l'homme roi de la Terre, il était facile de conclure que tout avait été fait pour l'homme qui était ainsi le mobile de la création. Cette aberration intellectuelle est ce qu'on appelle *l'erreur géocentrique*. Bien des pages ont été écrites pour la combattre, mais, pour rester dans l'histoire de l'astronomie, nous ne citerons que ces lignes de Laplace :

« Il s'agissait d'une vérité (la rotation de la terre) qui,  
« pour nous, est du plus haut intérêt par le rang qu'elle as-  
« signe au globe que nous habitons. S'il est, en effet, im-  
« mobile au milieu de l'univers, l'homme a le droit de se  
« regarder comme le principal objet des soins de la nature ;  
« toutes les opinions fondées sur cette prérogative méri-  
« tent son examen ; il peut raisonnablement chercher à dé-  
« couvrir les rapports que les astres ont avec sa destinée.  
« Mais, si la Terre n'est qu'une des planètes qui circulent  
« autour du Soleil, cette Terre déjà si petite dans le sys-  
« tème solaire, disparaît entièrement dans l'immensité des  
« cieux dont ce système, tout vaste qu'il nous semble, n'est  
« qu'une partie insensible (1). »

Kopernic après avoir étudié à Cracovie s'en fut perfec-  
tionner ses connaissances en Italie, à Padoue et à Bologne  
où D. Maria, de Ferrare, enseignait l'astronomie ; il aida  
son élève à obtenir une chaire d'astronomie à l'Université  
de Rome, en 1499. Mais, dit un de ses historiens (2), si  
« l'astronomie, exposée par Kopernic, satisfaisait son  
« auditoire, il n'en était pas de même pour le jeune pro-  
« fesseur, qui trouvait que tous les systèmes anciens  
« péchaient par leur base et manquaient d'ensemble et  
« d'unité. Les planètes et les étoiles, d'après leur hypo-  
« thèse, parcouraient l'espace infini avec une rapidité qui  
« surpasse l'imagination. Il était impossible de trouver un  
« lien dans leur course vagabonde. Kopernic sentait  
« l'erreur, mais son génie n'avait pas encore trouvé la  
« vérité. »

Le même historien fait comprendre à son insu, car, très  
religieux, il croyait à une mission providentielle de son  
héros, l'influence d'une époque sur les grands hommes  
qui y vivent. Il dit en effet : « Le triomphe de Colomb était  
« un encouragement pour les génies investigateurs.  
« Kopernic, guidé par sa vocation, par les conseils d'*Albert*  
« *Brudzewski* (professeur d'astronomie à Cracovie), sti-  
« mulé par la renommée de Regiomontanus, encouragé

(1) LAPLACE, *Exp. du syst. des Mondes*. Paris, Gauthiers-Villars.  
liv. V, ch. iv, p. 434.

(2) CZYŃKI, *Kopernic et ses travaux*. Paris, Renouard, p. 64.

« par l'exemple de Christophe Colomb, poursuivait ses recherches astronomiques, non pas en aveugle disciple qui adopte, sans examen, les doctrines de ses prédécesseurs, mais en juge sévère, capable de reconnaître l'erreur, capable de se frayer une route nouvelle. »

En 1502, de retour dans son pays, Kopernic fut pourvu d'un canonicat qui, en lui assurant l'existence, lui permit de consacrer sa vie à l'étude de l'astronomie. Il entreprit, ainsi qu'il le déclare, l'examen des idées des anciens pythagoriciens sur le mouvement de la terre. « Pour voir si aucun d'eux n'avait admis pour les sphères célestes d'autres mouvements que ceux acceptés par les écoles » et unissant les indications des anciens avec l'idée de la sphéricité de la Terre démontrée par la récente découverte de l'Amérique, Kopernic entrevit le vrai système du monde. Il se mit à travailler à son grand ouvrage : *De revolutionibus orbium celestium*, qui est l'exposition du véritable système solaire. On sait que le Soleil en occupe le centre et que la Terre, réduite au rôle de planète, tourne sur elle-même en 24 heures et autour du Soleil en 365 jours. Toutes les autres planètes gravitent également autour du Soleil. Mais Kopernic crut que la Terre en tournant autour du soleil lui montrait toujours la même face, ainsi que la lune le fait par rapport à la terre. On ne concevait pas encore que les mouvements de rotation et de translation fussent indépendants l'un de l'autre. La vérité est difficile à saisir dans son ensemble; aussi cette erreur de mécanique céleste n'empêche-t-elle pas Kopernic d'être le grand rénovateur du vrai système du monde.

« Chose étrange! dit Hofer (1). On ne se douterait guère que le système qui devait à la fin triompher est peut-être aussi ancien que celui de Ptolémée. Mais quelle différence dans la marche de l'un et de l'autre système! On dirait deux courbes qui se développent, par un mouvement très inégal, en sens inverse l'une de l'autre. Dès son origine, l'erreur (le faux système du monde) s'avance avec une audace d'affirmation qui ne souffre pas

(1) HOEFER, *Histoire de l'Astronomie*. Paris, Hachette, 1874, p. 210 et 211.

« de réplique, et enlève la presque unanimité des suffrages. La vérité (le vrai système), au contraire, ne se hasarde d'abord que timidement, au milieu des sarcasmes ou des violences qu'il rencontre ; on ne sait pas même au juste d'où émane le vrai système du monde, car ni Pythagore, ni Philolaüs, ni Aristarque de Samos, ni Nicetas, etc., n'en revendiquent la paternité. L'idée que la *terre tourne* était une de ces inspirations qui, tour à tour abandonnées et reprises, semblent d'abord vouloir se soustraire à la possession des mortels. Enfin, après bien des siècles d'oubli ou de dédain, le cardinal Nicolas de Cusa — un prince de l'Eglise! — remit le mouvement de la terre sur le tapis, à l'époque même où Gutenberg inventa l'imprimerie ; et bientôt Kopernic, un chanoine, — malice du sort! — fit triompher définitivement l'idée païenne. »

Kopernic travailla 23 ans d'un labeur constant à édifier son œuvre, avant de la publier. Il avait, ainsi qu'il le dit lui-même, « *gardé son livre sur le chantier près de 36 ans.* » (1)

La première édition parut à Nuremberg en 1543, l'année même de sa mort. La rotation de la terre est un fait acquis à la science. Lors de sa proclamation, la politique religieuse, n'en apercevant pas l'importance philosophique, la laissa annoncer. Le pape reçut la dédicace du livre ; c'était Paul III, celui-là même qui autorisa Loyola à organiser la compagnie des Jésuites (2).

Si on aime les antithèses, on doit retenir celle-ci : à l'époque où se publia une des plus grandes conquêtes intellectuelles, se créa l'institution la plus déprimante qu'ait jamais connue l'humanité. Mais un demi-siècle plus tard, l'idée de la rotation de la terre faisant son chemin, on en prit peur ; on s'aperçut alors que si la terre tournait, on

(1) « En 1543, Kopernic brisa d'une main ferme et hardie la maigre partie de l'échafaudage antique et vénéré dont les illusions des sens et l'orgueil des générations avaient rempli l'univers. » (ARAGO).

(2) C'est en 1540 et 1545 que furent approuvés les statuts et les privilèges des Jésuites.

ne pourrait plus enseigner que Josué avait arrêté le soleil. L'Eglise n'hésita pas, elle décréta que la terre était... immobile ! et condamna le livre de Kopernic. Pendant 150 ans cet *interdit* pesa sur la Science ; il n'empêcha pas cependant la Terre de tourner et la vérité de marcher (1).

### SEIZIÈME ET DIX-SEPTIÈME SIÈCLES JUSQU'A NEWTON

**RHÉTICUS** (1514-1579). Enseigna les sciences à Wittenberg et à Leipzig. Il publia plusieurs ouvrages, défendit les idées de Kopernic, dont le grand ouvrage fut publié par ses soins.

**REINHOLD** (1511). Assigna à l'année 365 j. 5 h. 55. m. 58 s. C'est cette détermination qui fut adoptée pour les réformes grégoriennes du calendrier.

**MOESTLIN** (Allemagne) (1550-1631). Partisan du système de Kopernic, professa à Tubingue, se livra à l'étude des comètes et publia plusieurs livres sur ce sujet. Il expliqua le phénomène de la lumière cendrée de la Lune, due au reflet de la terre sur notre satellite.

Il eut pour disciple Képler.

**TYCHO-BRAHÉ** (Né à Knudstrup) (1546-1601. Il dut à la bienveillance éclairée du roi de Danemark, Frédéric II, une rente annuelle et la possession d'une île à trois lieues

(1) En 1829, la ville de Varsovie érigea une statue à Kopernic. Le clergé, pour qui l'interdit avait encore sa vigueur, refusa de célébrer une messe à la mémoire du grand astronome.

de Copenhague, où en 1576, il installa son observatoire dont le roi paya l'installation.

Il s'y livra pendant 21 ans à des observations et à de laborieux calculs. A la mort de son protecteur, ses ennemis parvinrent à lui faire retirer sa pension. Tycho partit avec sa femme et ses neuf enfants, accompagné de quelques disciples. Il se retira près de l'empereur Rodolphe qui lui accorda une large hospitalité. Tycho associa à ses derniers travaux Muller, Fabricius et Képler qui reçurent de lui la mission de continuer ses tables.

Tycho fut un observateur remarquable. La précision qu'il apportait aux observations fut cause de sa grande découverte de la *réfraction*. Mais il croyait que cette déviation des rayons lumineux ne se produisait que jusqu'au 20° de degré au-dessus de l'horizon pour les étoiles et à 45° pour le soleil.

« C'est ainsi, dit Hœfer, que la vérité se présente toujours entourée de quelques scories d'erreur. »

La plus célèbre des découvertes de Tycho est celle de la *variation de la Lune*.

Ayant observé la fameuse étoile temporaire de 1572, Tycho conçut le désir de dresser un catalogue d'étoiles. Képler publia ce catalogue, qui intéressa pour son époque, n'a pas de valeur scientifique en face de la précision des catalogues modernes, due à la perfection des instruments.

Sincère admirateur de Kopernic, Tycho n'en accepta cependant pas le système. Il créa celui qui porte son nom, indiqué aujourd'hui au seul titre de curiosité historique.

Il laissait la Terre au centre de l'univers et faisait tourner le Soleil autour d'elle, mais toutes les autres planètes tournaient autour du Soleil.

Nous n'indiquons cette tentative du grand astronome danois que pour montrer une fois de plus que les vérités scientifiques ne peuvent être conquises par l'esprit humain qu'après des essais ou des efforts successifs.

On peut se demander si Tycho n'a pas été convaincu du système de Kopernic, tant il marque d'admiration pour lui.

Parlant des travaux de Tycho, J. Bertrand dit : « Ce

« sont ces résultats accumulés qui, sans montrer directement la vérité, devaient préserver Képler de l'erreur, en « fournissant un appui solide à l'audace de son esprit inventif » (1).

La vie de cet astronome comporte un grand enseignement moral. D'une des plus aristocratiques familles danoises qui était alliée à de hauts dignitaires de la cour, il n'avait qu'à se laisser aller, ainsi que son père le désirait, à la carrière des armes. Il préféra l'étude, le travail, et pendant 35 ans tint registre exact de ses observations astronomiques. Vivant à une époque où les préjugés de caste étaient irrésistibles, il était lui-même, ainsi que le dit l'auteur que nous venons de citer, « pénétré de l'importance de sa noble condition et du sentiment de sa supériorité sur les roturiers ».

Il épousa une simple paysanne, Christine, qui était, dit-on, d'une grande beauté.

On voit que, si Tycho-Brahé fut un grand astronome, il ne fut pas moins un grand caractère, puisqu'il suivit, malgré les obstacles, ses goûts pour l'étude et les sentiments de son cœur, plutôt que son intérêt. La postérité a approuvé le jugement que Tycho porta sur lui-même au moment de sa mort : « *Je ne crois pas avoir vécu inutile.* »

JEAN KEPLER (1571-1630). « Jean Képler naquit le 27 décembre 1571, il résuma *l'harmonie des mondes* en trois lois immortelles, auxquelles il a attaché son nom, consacra à la recherche *d'une seule de ces lois dix-sept ans d'efforts et de calculs* et mourut le 15 novembre 1630, laissant à sa veuve 22 écus, un habit et deux chemises (2). »

Les trois lois immortelles dont Képler a doté l'humanité sont :

1° Les rayons vecteurs (3) des planètes décrivent des aires proportionnelles au temps.

(1) J. BERTRAND, *Les fondateurs de l'astronomie moderne*. Paris, Hetzel, 1865.

(2) E. AMIGUES, *A travers le ciel*. Biblioth. utile. Paris, Alcan, p. 18.

(3) RAYONS VECTEURS. On nomme rayon vecteur la droite idéale menée du centre d'une planète au centre du Soleil. Par suite de son mouvement de translation autour du soleil, la terre décrit une ellipse,

2° Les orbites des planètes sont des ellipses dont le Soleil occupe le foyer commun.

3° Les carrés des temps des révolutions des planètes sont entre eux comme le cube des grands axes des orbites.

Képler est un des plus purs génies dont s'honore l'humanité. Sa persévérance dans l'effort lui fit trouver sa troisième loi (1). Mais si grand soit l'effort personnel dans son œuvre, il ne fut qu'un anneau de la chaîne dont s'honore l'humanité, car Kopernic et Tycho-Brahé ont préparé Képler comme du reste l'œuvre de Képler prépara celle de Newton.

Ouvrages : *Stella Martis*; *Astronomia nova*; *Harmonice mundi*; *De astronomia lunari*, etc.

GIORDANO BRUNO (1556-1600). Enseigna publiquement le système de Kopernic. « Il fit plusieurs ouvrages sur le principe des choses, sur les étoiles fixes et la constitution de l'univers, qui selon lui, était infini, peuplé d'autres soleils et d'autres terres, et dont, par conséquent, le centre n'était nulle part. » (GUYNEMER.) Après avoir passé six ans sous les plombs de Venise, il fut livré à l'Inquisition et périt sur le bûcher. On lui prête cette fière réponse à ses bourreaux : « Je soupçonne que vous prononcez cet arrêt avec plus de crainte que je ne l'entends. »

Dans son traité sur l'univers, il parle du mouvement de rotation du soleil sur son axe. A ce moment se place un fait important dans l'Histoire de l'Astronomie, c'est l'invention des lunettes.

Vers 1606, Lippersheim, opticien de Midelbourg, construisit des lunettes d'approche.

Le 2 octobre 1608, il fit connaître son invention aux États-généraux de Hollande. Jansen, autre opticien de la même époque, passe pour avoir, dès 1590, inventé de semblables instruments. Il serait bien extraordinaire que quel-

le rayon vecteur se déplace donc continuellement et décrit des aires. La première loi de Képler établit que les aires décrites par le rayon vecteur sont dans un rapport exact avec les temps employés à les décrire.

(1) « Le 15 mai 1618, il fut donné à J. Képler de connaître seul le gigantesque mécanisme de l'univers. » (AMIGUES, *A travers le ciel*, p. 21.)

ques indications ou indiscretions n'aient pas mis ces deux inventeurs (confrères et concitoyens) en concurrence.

Borel et Mélius ont également pu prétendre à l'invention, mais on ne doit pas oublier qu'un ouvrage de Roger Bacon, qu'on publia en 1542, décrit théoriquement le télescope (1) et que ces divers opticiens ont pu en tirer le principe de leur instrument. D'autre part, on peut soutenir que Galilée seul est le premier qui ait construit, dès 1609, une lunette méritant le nom de lunette astronomique.

Il en offrit une, qui possédait un pouvoir grossissant de 100 fois en diamètre, au doge de Venise.

Il avait, comme il le dit lui-même entendu parler « d'une lunette imaginée par un certain Hollandais », ce qui lui donna le désir de construire un appareil pour ses études et après plusieurs essais et perfectionnements il parvint à construire *une véritable lunette astronomique*. Ces compétitions montrent, une fois de plus, qu'une découverte dépend de l'état intellectuel et des besoins d'une époque autant, sinon plus, que du génie d'un inventeur quelconque.

L'époque de la construction des lunettes et des horloges mues d'un pendule inaugure une période nouvelle. C'est l'aurore de l'astronomie moderne. L'esprit humain va bientôt marcher de progrès en progrès, et réduire de plus en plus l'inconnu par des méthodes et des observations dont la précision ne fera qu'augmenter incessamment.

La première découverte que permit l'invention des lunettes fut celle des taches solaires, vers 1610. On raconte que le P. Scheiner, l'un des auteurs de cette découverte, ou tout au moins qui a cherché à se la faire attribuer, n'osa la publier sous son nom et s'en ouvrit à son provincial. Celui-ci lui répondit : « J'ai lu et relu Aristote et n'y ai rien trouvé de pareil; tranquillisez-vous, mon fils, il n'y a de taches dans le Soleil que celles qu'y mettent vos yeux ou les verres de votre nouvel instrument ».

On peut voir par cette répartie combien l'expérience ou l'observation était peu appréciée à cette époque, où l'on ne voulait tenir compte que de ce qu'avaient dit les anciens.

(1) *Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles* pour 1877, p. 115.

Le P. Scheiner lui-même écrivit un ouvrage pour combattre les découvertes de Kepler.

GALILÉE, né à Pise (1564-1642). En observant le balancement d'une lampe suspendue à une voûte de la cathédrale de Pise, il découvrit en 1582 (1) l'isochronisme du pendule. En 1583, il démontra par des expériences que les corps divers tombent avec des vitesses égales. Amigues (2) parlant de la célèbre expérience de la tour de Pise, où les partisans de la physique d'Aristote furent obligés de reconnaître leur erreur, dit : « De ce jour date une ère nouvelle dans l'histoire de la science. »

Les serviles disciples d'Aristote, accablés par le témoignage des faits, perdent insensiblement de leur crédit (3). La philosophie scolastique recule devant la philosophie naturelle. A l'esprit d'autorité se substitue peu à peu l'esprit de la science, c'est-à-dire l'esprit critique et de libre examen.

En 1590, Galilée découvre que dans la chute des corps l'espace parcouru croît comme le carré des vitesses ou des temps.

En 1610, Galilée découvre les montagnes de la Lune et il annonce que notre satellite tourne toujours la même face vers la Terre.

La même année, il découvre les satellites de Jupiter I, III, IV, et les phases de Vénus; ce dernier phénomène était une confirmation du système de Kopernic.

On doit à Galilée l'invention du pendule, mais c'est Huygens qui en fit l'étude scientifique.

Il construisit des lunettes sur le simple avis qu'il reçut d'un de ses correspondants que ces appareils existaient. C'est à lui que revient l'honneur d'avoir fait le premier usage des lunettes astronomiques.

« Galilée peut être mis au rang des hommes que la na-

(1) Hœfer dit 1583.

(2) AMIGUES, *A travers le Ciel*. Paris, Alcan, p. 32.

(3) Les partisans d'Aristote soutenaient que de deux balles de plomb la plus lourde devait arriver la première au bas de la tour. L'expérience a lieu et les deux balles de poids différents arrivent en même temps.

ture avait ornés de ses dons les plus précieux. La liste de ses ouvrages est moins longue qu'on ne le supposerait d'après tout ce qu'il a fait; aujourd'hui ils ne sont plus consultés que pour l'histoire des sciences; toutes les vérités utiles qu'ils renferment ont passé dans la circulation et on en profite comme de la lumière du jour, sans s'occuper de la source d'où elle émane (1). »

Galilée professant la doctrine de la rotation de la Terre et l'ayant démontrée dans ses *Dialogues sur les systèmes de Ptolémée et de Kopernic* fut poursuivi par l'Inquisition romaine, et malgré la protection du grand-duc de Toscane, Ferdinand de Médicis, il fut condamné à faire une abjuration, à genoux, de la doctrine de la rotation de la Terre. Comme nous n'écrivons pas une biographie des savants, mais bien un historique des principaux progrès de l'astronomie, nous n'avons pas à analyser l'acte odieux et le ridicule dont l'Eglise romaine s'est couverte par cette condamnation.

Ce ridicule provient, non de ce que cette institution mal-faisante ait été cruelle avec l'illustré astronome, mais de ce qu'elle prétendait mettre un frein à l'émancipation de la raison humaine. Elle combattait dans Galilée le novateur de la science expérimentale et non l'individu pour lequel elle eut plus d'égards qu'elle n'en aurait eu pour un autre qui aurait été moins bien en cour de Rome et de Florence (2).

PIERRE GASSENDI (1592-1655). Ainsi que Galilée, Gassendi fut un savant doublé d'un grand philosophe, mais il est certain qu'il n'avait pas le caractère d'un sectaire prêt à donner sa vie ou sa tranquillité pour ses idées.

Ainsi que Descartes, et que bien d'autres du reste, il évita d'affirmer trop hautement ses profondes convictions philosophiques ou scientifiques.

(1) *Magasin pittoresque*, 1<sup>re</sup> année, p. 348.

(2) Sur le procès de Galilée, on peut consulter : HOFER, *Histoire de l'Astronomie*; J. TROUSSART, professeur à Poitiers, 1865, *Galilée sa mission scientifique, sa vie et son procès*. « Nous avons consacré, dit cet auteur, plus de quinze ans à l'étude de Galilée et de son temps. »

Il est certain que c'est un travail des plus remarquables et qui éclaire cette importante question historique.

Partisan des doctrines de Kopernic, il écrivit en faveur du système de Tycho-Brahé pour ne pas avoir de démêlés avec la Congrégation de l'Index.

Il approuva par lettre privée les dialogues de Galilée, ce qui montre à quelle triste situation morale étaient réduits les savants au xvii<sup>e</sup> siècle, grand siècle de la domination de la Compagnie de Jésus.

Gassendi est le premier astronome qui fit une observation du passage de Mercure sur le Soleil. Parlant de cette observation, il écrit : « Je l'ai trouvé et je l'ai vu, ce qui n'était arrivé à personne avant moi, le matin du 7 novembre 1631. »

Il s'occupa de la nomenclature des taches lunaires.

Ouvrage : *Histoire de Tycho-Brahé et de Kopernic.*

JEAN FABRICIUS découvrit un des premiers les taches du Soleil et publia sa découverte : *De Maculis in Sole observatis*, etc., en juin 1611 (1).

Cette découverte est donc un des premiers jalons de la moderne théorie de l'évolution des mondes.

DAVID FABRICIUS (1564-1617). Le père de cet astronome, pasteur et astronome hollandais découvrit le premier une étoile périodique le 13 août 1496 (c'est la fameuse étoile *Mira Ceti*, o (omieron) de la Baleine).

Cette découverte avait son importance, car elle était également un coup porté à l'antique conception de « l'immutabilité des cieux ».

(1) Nous avons déjà indiqué Scheiner comme un des auteurs de cette découverte ; Galilée est également un des premiers à avoir observé les taches du Soleil.

Il est certain que cette découverte devait être une conséquence de l'invention des lunettes.

L'étude précise des taches ne devait être réellement faite que de nos jours, avec les merveilleux instruments dont disposent nos savants. Au début du xvii<sup>e</sup> siècle, elle permit une détermination de la rotation du Soleil.

Mais sa haute importance pour l'époque était de détruire un préjugé scientifique des anciens, celui de la croyance à la nature spéciale des « feux célestes » et à la corruptibilité des cieux.

MARIUS SIMON (MAYER dit) originaire de Bavière (1570-1624). Élève de Tycho-Brahé.

Il découvrit la première nébuleuse, celle d'Andromède, le 15 décembre 1612, et un satellite de Jupiter en 1610.

J. BAYER (1572-1625), né à Augsbourg. Publia un atlas de 51 cartes célestes sous le titre d'*Uranométrie*, en 1603.

Le premier il désigna les étoiles par les lettres de l'alphabet grec. Ce n'est que nos jours que les lettres ont été remplacées par les chiffres.

GRIMALDI, né à Bologne (1619-1663). Découvrit le phénomène de la *diffraction de la lumière* (1).

Il publia une carte lunaire et les noms qu'il employa pour désigner les différents points de notre satellite ont été adoptés, et avec d'autant plus de raison que ce sont les noms des grands astronomes qu'il utilise de préférence.

HÉVÉLIUS né à Dantzig (1611-1687). « Hévelius se rendit célèbre par d'immenses travaux, et spécialement par des observations sur les taches et la *libration* de la lune. Il a existé peu d'observateurs aussi infatigables ; on regrette qu'il n'ait pas voulu adopter l'application des lunettes au quart de cercle, invention qui en donnant aux observations une précision jusqu'alors inconnue, a rendu la plupart de celles d'Hévelius inutiles à l'astronomie (2). »

Hévelius est le premier qui observa les phases de Mercure.

En 1668, il reconnaît que les orbites cométaires sont courbes et tournent leur concavité vers le soleil.

Il étudia l'étoile variable de la Baleine découverte par Fabricius et lui donna le nom de *Mira Ceti*, (l'admirable de la Baleine), ce qui lui a fait attribuer la découverte de cette étoile.

(1) DIFFRACTION. — C'est l'effet de la déviation des rayons lumineux dans l'ouverture des lunettes, ce qui augmente le diamètre apparent des astres observés.

(2) LAPLACE, *Exp. du syst. des Mondes*, Paris, Gauthier-Villars, liv. V, ch. IV, p. 447-448.

Par reconnaissance pour son protecteur, le roi de Pologne, il dénomma une constellation *Ecu de Sobieski* (1).

Hévélius découvrit quatre comètes, celles de 1652, 1664, 1665 et 1682.

Il forma le premier catalogue des nébuleuses.

Principaux ouvrages : *Machina Caelestis*, 1637 ; *Selenographia sive Lunæ descriptio*. 1647. *Cometographia*, 1668. *Atlas des diverses phases lunaires* (d'une grande exactitude).

HUYGHENS (1529-1695) né en Hollande. Ce grand savant fit une application du pendule aux horloges et par cette combinaison obtint dans la marche des machines horaires une régularité inconnue auparavant.

Les horloges et les montres avaient pour organe régulateur de leur marche des volants, munis de poids (foliots). Ces machines imparfaites ne permettaient qu'une approximation du temps à quelques minutes près pour 24 heures.

Pour se rendre compte du progrès accompli dans la mesure du temps par l'adoption du pendule, il suffit de se rappeler qu'on construit des horloges astronomiques dont la variation est à peine d'une fraction de seconde par mois.

Les nouvelles horloges munies du pendule rendirent possibles des observations de haute précision.

Grâce à la puissance des lunettes construites par lui, Huyghens reconnut en 1655 que les apparences indiquées par Galilée sur Saturne étaient dues à un anneau qui entoure cette planète. Il vit aussi, que cet astre possédait un satellite.

Cette lune de Saturne est d'un volume presque égal à celui de Mars et beaucoup plus gros que Mercure.

(1) Louis XIV fut également son bienfaiteur ; il lui envoya en 1673 une somme importante, pour l'indemniser de la perte de ses livres et de ses instruments, brûlés dans un incendie dû à la malveillance d'un misérable domestique.

Une partie des manuscrits d'Hévélius est conservée à l'Observatoire de Paris.

C'est le géant des satellites du système solaire, si le diamètre 6890 kilomètres qu'on lui attribue est exact.

En 1666 Huyghens découvre la nébuleuse d'Orion ; c'est la deuxième en date des nébuleuses découvertes.

En 1659, il constata la rotation de Mars sur son axe.

Les théorèmes sur la force centrifuge lui firent toucher de bien près à la théorie de la gravitation.

Huyghens regardait le Soleil comme une étoile (1).

(Idée qui date de la plus haute antiquité païenne).

DOERFEL, né en Saxe. En observant la comète de 1680, comète très brillante et qui se déplaçait rapidement, il découvrit le mouvement parabolique des comètes.

*Ouvrages : Observations astronomiques sur la grande comète de 1680.*

JEAN-DOMINIQUE CASSINI (1625-1712). Premier directeur de l'Observatoire de Paris.

La science doit à ce savant la théorie des satellites de Jupiter, la découverte de quatre des satellites de Saturne, de la rotation de Vénus et de Jupiter. Il fut le premier à signaler des étoiles doubles et un des premiers à étudier le curieux phénomène de la lumière zodiacale, dont il fit de nombreuses observations. Ce phénomène avait été décrit dès 1661 par Childrey (2).

L'éminent astronome Radau porte un sévère jugement sur Cassini.

« La venue de Cassini a été une calamité pour la science, car le remuant Italien fit reléguer au second plan le savant, profond et modeste (il s'agit de Picard dont il eût suffi de mettre à exécution les projets pour assurer à la France la gloire d'avoir tracé à l'astronomie d'observation ses véritables voies » (3).

PICARD originaire de l'Anjou (1629-1683). (4) Fut un

(1) *Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles, 1877.*

(2) *Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles, 1877.*

(3) RADAU. L'astronomie stellaire. *Revue des Deux Mondes*, octobre 1875.

(4) La date de la mort de ce savant est incertaine. On donne 1682, 1683 et même 1684.

des promoteurs de la création de l'Observatoire de Paris, en 1667.

Il montra, en 1669, comment on peut déterminer directement les ascensions droites (1) par les passages au méridien.

Il fut chargé de la mesure d'un degré d'arc du méridien. Il y consacra la plus grande partie de son temps pendant les années 1669 et 1670, et en publia les résultats en 1671 : « Cette mesure de la terre a été la première qui fut digne de quelque confiance. » RADAU.

Cette mesure, la plus exacte obtenue jusqu'alors, servit à Newton pour son étude des lois de la gravitation.

C'est à cette époque qu'il commença à observer les étoiles pendant le jour d'une façon régulière.

En 1673, Picard inventa la méthode des hauteurs correspondantes.

Il commença en 1679 la publication de la *Connaissance des temps* dont il publia les 5 premiers volumes.

« Il fait le premier attention à la collimation et l'a corrigée » (2).

Afin de déterminer la position de l'observatoire de Tycho-Brahé, il fit un voyage à l'île de Hven, près de Copenhague, et ne trouva que des ruines là où Tycho avait établi sa cité « d'Uranienborg » (le bourg d'Uranie). Il publia ce voyage en 1680.

Ce pèlerinage scientifique, qui évoque certainement de la part de Picard un sentiment de grande considération pour l'œuvre de Tycho, rappelle celui que ce dernier fit à Warmie, ancienne résidence de Kopernic, pour avoir des souvenirs de l'illustre astronome :

La science porte à des sentiments d'estime qui sont une

(1) ASCENSION DROITE. « C'est l'angle que fait avec le méridien le plan horaire d'une étoile, vu de tout autre corps céleste à l'instant où vient y passer le signe du Bélier, fixé pour marquer l'équinoxe du printemps.

« Ainsi l'ascension droite du soleil à midi est l'heure sidérale de son passage au méridien. » GUYNEMER.

(2) L'objectif et l'oculaire d'une lunette doivent être fixés de telle sorte que la ligne de vision passe par le centre des deux verres. C'est cette ligne qui est dite de collimation.

véritable religion, dans la pureté de l'étymologie : relier, unir les hommes.

AUZOUT, né à Rouen (1630-1691). Inventa le micromètre à fil mobile, en 1666. Il fut un des premiers membres de l'Académie des sciences.

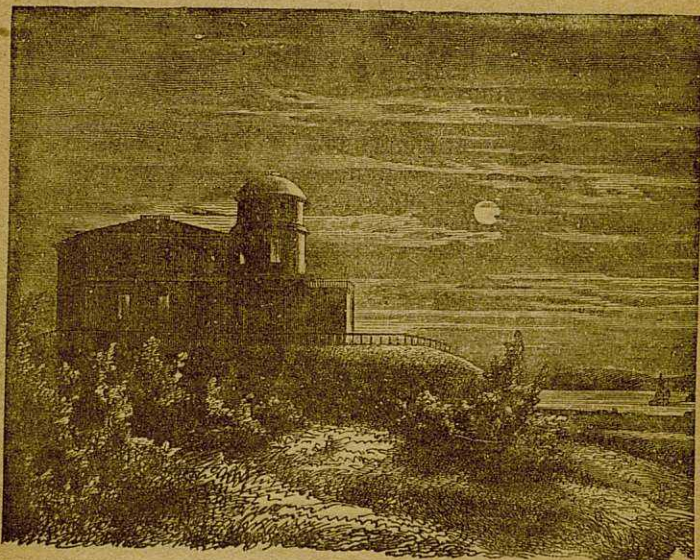


Fig. 17. — Vue d'un observatoire.

Institution des SOCIÉTÉS SAVANTES (1666). Une cause de grands développements pour les sciences en général et pour l'astronomie en particulier, se trouve dans la création des Académies et des sociétés royales de Londres et de Berlin.

L'Académie des sciences de Paris s'assembla pour la première fois le 22 décembre 1666.

Vers la même époque, des observatoires furent fondés : à Copenhague en 1656, à Dantzic en 1641, à Paris en 1667.

Bien des noms moins connus, pourraient allonger encore la liste des savants ayant contribué aux progrès de l'astronomie au XVII<sup>e</sup> siècle. Citons seulement :

FABRICE PEIRESC (1580-1637), qui fut un homme remarquable, au point de vue du savoir, du caractère et du cœur. Il intervint plusieurs fois afin de faire adoucir la sentence prononcée contre Galilée. Il fut l'ami des savants et des philosophes de son temps, il pratiqua et encouragea les études astronomiques.

La veille de sa mort, le 23 juin, et bien que malade depuis 3 semaines, il pria encore son ami Gassendi de prendre la hauteur méridienne du soleil (pour la vérification du solstice).

FONTANA (1602-1656), observa le premier en 1636 les taches de Mars et en 1643 l'ombre des satellites de Jupiter (1).

ISMAEL BOULLIAUD (1605-1694) fut le premier à signaler, en 1667, des changements dans les nébuleuses (2).

### DE NEWTON A LA FIN DU DIX-HUITIÈME SIÈCLE

ISAAC NEWTON (25 Décembre 1642-1727).

Une des plus importantes conquêtes de l'esprit humain a été la connaissance de la loi de la gravitation.

Le nom de Newton est indissolublement lié à la découverte de la gravitation. Mais si c'est lui qui l'a formulée dans son célèbre ouvrage *Des principes mathématiques de la philosophie naturelle* (1687), plusieurs savants en avaient déjà donné des indications : Kopernic, Képler, Borelli, Hooke, Huyghens. Aussi Hofer peut-il dire avec raison : « Le principal mérite de Newton est non pas

(1) *Annuaire de l'observatoire de Bruxelles*, 1877

(2) *Annuaire de l'observatoire de Bruxelles*, 1877.

d'avoir découvert, mais d'avoir démontré la loi de la gravitation universelle. »

Cette loi de la pesanteur universelle, qui est la base de la mécanique céleste, s'énonce en disant que :

*Les corps s'attirent en raison directe de leurs masses et en raison inverse du carré de la distance* (1).

Simultanément avec Leibnitz, Newton inventa l'analyse infinitésimale. Il expliqua la libration de la lune, découverte par Hévélius. Il indiqua la cause des marées et s'occupa de l'optique, dont il publia un traité en 1704.

On doit mentionner que Newton et les savants de son temps ne se sont occupés de la loi de la gravitation qu'en ce qui concerne le système solaire. Aujourd'hui, des philosophes positivistes vont même encore jusqu'à prétendre que rien ne prouve que cette loi soit universelle. Les découvertes sur les étoiles doubles tendent au contraire à prouver que la loi de Newton s'applique à la gravitation de tous les corps de l'Univers.

« Nous avons trouvé des systèmes partiels très nombreux, dont les éléments suivent dans leurs mouvements relatifs les lois de Képler et de Newton. Nous sommes donc autorisés à étendre à tous les corps stellaires l'application de ces lois, et nous retiendrons, comme conclusion générale de notre travail, que la gravitation découverte par Newton dans les éléments du système planétaire est une loi absolument générale de la nature (2). »

ROEMER (1644-1710), né en Danemark.

Mesura la vitesse de la lumière au moyen des satellites de Jupiter en 1675 (3).

(1) L'attraction n'est pas une propriété réelle des corps, elle est une explication familière du phénomène de la pesanteur. Newton lui-même a dit : « *Les choses se passent comme si les corps s'attiraient en raison directe de leurs masses, et en raison inverse du carré de la distance.* »

(2) WOLF. *Du mouvement propre des étoiles*. Paris, Alcan, Bibliothèque utile, t. XLIII, p. 213.

(3) La lumière parcourt 75.000 lieues par seconde. C'est cette espace franchi en une seconde qui est pris comme unité de mesure pour les distances stellaires. Lorsqu'on dit qu'α du Centaure est à

Il inventa plusieurs instruments d'observation, notamment la lunette méridienne.

Les mémoires de l'Académie des sciences renferment de nombreux travaux de ce savant.

JEAN FLAMSTEED (1645-1719), né en Angleterre. Premier directeur de l'Observatoire de Greenwich dont il posa les fondements le 10 août 1675.

Il construisit, à l'aide d'instruments méridiens, des cartes célestes assez minutieuses.

Il publia un travail sur l'équation du temps. C'est lui qui introduisit l'emploi du temps moyen (1).

Flamsteed eut des démêlés avec Newton qui ne semblent pas être à l'honneur de ce dernier, dont le caractère ne paraît pas avoir été toujours égal au génie.

HALLEY (1656-1742), né en Angleterre. Est un des savants qui pressentirent la gravitation universelle.

Il est l'auteur de la première méthode pour calculer le retour des comètes. Il annonça la périodicité de celle de 1682 qui porte son nom, et calcula son retour ; elle revint en effet en mars 1759.

Halley décrivit le mouvement propre de quelques étoiles comme Aldébaran, Sirius, etc.

Il découvrit la nébuleuse du Centaure et celle d'Her-  
cule.

En 1739, il signala, le premier, l'accélération séculaire de la Lune ; dès 1675 il avait indiqué les inégalités de Jupiter et de Saturne : augmentation de la durée de la révolution de Saturne et diminution de celle de Jupiter. Il était ré-

quatre ans de lumière, cela veut dire que la lumière met quatre ans pour franchir la distance qui sépare cette étoile de la Terre. En chiffres ronds le jour moyen étant de 86.400 secondes, et l'année de 365 jours, les 4 ans comprennent 130.144.000 secondes. A raison de 75.000 lieues à la seconde, cela donne une distance de 9.460 milliards de lieues.

(1) TEMPS MOYEN. La Terre décrivant une ellipse tourne plus ou moins vite autour du Soleil selon la distance où elle se trouve de l'astre central. Il en résulte que le Soleil paraît avancer ou retarder sur une horloge bien réglée. C'est pour obvier à cet inconvénient qu'on a fait usage du temps moyen.

servé à Laplace de démontrer que ce phénomène était dû à l'attraction mutuelle de ces deux grosses planètes et que ce n'était qu'une oscillation limitée à moins de mille ans dans chaque sens.

Halley proposa de se servir du passage de Vénus sur le disque du Soleil pour mesurer la distance de celui-ci à la terre.

BRADLEY (1692-1762) né en Angleterre. Fut directeur de l'Observatoire de Greenwich.

En 1727, il reconnaît et explique l'aberration de la lumière des étoiles (1). Ce phénomène ne peut s'expliquer que par le mouvement de la Terre dont il est une preuve.

La découverte de l'aberration, de son observation, de sa théorie, est sans contredit l'une des plus belles découvertes dont l'astronomie moderne puisse se glorifier.

En 1736, l'Académie des sciences envoya des commissions de savants sous les ordres de La Condamine au Pérou et de Maupertuis en Suède pour mesurer des arcs d'un méridien afin de déterminer « la figure de la terre ».

Bradley reconnut en 1747 la nutation de l'axe terrestre (2).

En 1750 il institua des observations méridiennes de haute précision.

(1) ABERRATION : La lumière du Soleil ne peut nous parvenir, vu la distance, que 8 minutes après son émission. Mais pendant ces 8 minutes, la Terre a parcouru 20° de degré de son orbite, d'où il résulte que le Soleil nous paraît de cette quantité plus en arrière qu'il n'est réellement.

C'est ce phénomène qui est désigné sous le nom d'aberration de la lumière.

Par suite de ce phénomène, chaque étoile semble décrire en un an un cercle autour d'un point où nous la verrions si la terre était immobile. Picard avait constaté une variation annuelle de l'étoile polaire dont il ignora la cause, qui n'était qu'un effet de l'aberration.

(2) NUTATION : « L'action de la Lune sur le renflement équatorial de la Terre, augmente sans cesse la précession des équinoxes : elle change aussi l'obliquité de l'écliptique en faisant décrire à l'axe de la Terre une petite ellipse vers chacun des pôles — l'action solaire ajoute un peu à cet effet et le résultat qui constitue la *nutation* luni-solaire est évalué à 9" 22. » GUYNEMER, *Dictionnaire d'astronomie*. Paris, 1852.

L'œuvre de ce grand astronome marque une date dans l'astronomie ; voici en quels termes Laplace en parle : « Il a laissé, dit-il, un recueil immense d'observations de tous les phénomènes que le ciel a présentés vers le milieu du dernier siècle, pendant plus de dix années consécutives. Le grand nombre de ses observations et la précision qui les distingue, font de ce recueil l'un des principaux fondements de l'astronomie moderne, et l'époque d'où l'on doit partir maintenant, dans les recherches délicates de la Science (1). »

Les positions de 3.000 étoiles calculées d'après les observations du grand astronome anglais, ont été publiées par Bessel sous le titre de *Fondements de l'astronomie, déduits des observations de l'incomparable Bradley*.

Pour donner une idée de l'amour que Bradley portait à la science, on cite le fait suivant : Nommé directeur de l'Observatoire, il refusa l'augmentation du traitement que la reine Anne voulait lui faire, parce que, disait-il, « si la place valait trop, ce ne serait plus un astronome qu'on choisirait pour la remplir ! » GUYNEMER

DOLLOND (1706-1762), né en Angleterre, d'origine française. Il se produisait dans la construction des lunettes un phénomène qui était un réel obstacle au perfectionnement de ces instruments. La lumière, en traversant les verres, se décomposait et produisait des irisations colorées. Le chromatisme (*chromos*, couleur) et l'irisation augmentaient avec le pouvoir grossissant des lentilles, d'où de sérieux inconvénients.

Le savant opticien Dollond, profitant des recherches d'un physicien suédois, Klingenstierna, découvrit que des lentilles faites avec des verres de nature différente supprimaient l'irisation. Les lunettes ainsi construites furent dites « achromatiques » (1758).

LA GAILLE (1713-1762).

On a dit de ce savant qu'il avait fait plus d'observations que tous les astronomes ses contemporains réunis ; il

(1) LAPLACE, *Précis de l'histoire de l'Astronomie*. Paris, 1824, p. 105.

dressa un catalogue de plus de 9.000 étoiles de l'hémisphère austral, et dénomma un certain nombre de constellations, entre autres le Sextant, le Triangle, l'Equerre, le Compas, l'Autel (1).

Il publia des leçons d'astronomie et d'autres ouvrages qui peuvent le faire considérer comme un des premiers vulgarisateurs de cette belle science. Ouvrages : *Observations faites au Cap de Bonne-Espérance. Éléments d'optique.*

CLAIRAUT (1713-1765). Calcula l'influence des grosses planètes de notre système sur la marche de la comète de Halley, dont le retour était attendu.

Il prédit son retour, qui eut lieu en 1759, à un mois près, erreur légère due à ce que la masse de Saturne était mal connue et celle d'Uranus encore ignorée, ladite planète n'étant pas découverte.

« L'apparition de la comète de Halley, dit Amigues, est un grand événement dans l'histoire de la Science. Dès ce jour, les cieux relevaient de la géométrie : le calcul allait leur dicter ses lois ; quant aux comètes, dépouillées désormais de toute mystérieuse influence, elles n'exciteront plus qu'une curiosité purement scientifique. Plus de folles terreurs, ni de vaines superstitions.

L'homme, jusqu'alors courbé par l'épouvante, se relève enfin dans sa dignité ; c'est l'heure de l'affranchissement. (2) »

Clairaut s'occupa du problème des trois corps. « Le problème de déterminer la marche d'un astre soumis à l'action attractive de deux autres astres, a été résolu, pour la première fois, par Clairaut. De cette solution datent les progrès importants que l'on fit déjà, dans le siècle dernier, vers le perfectionnement des tables de la Lune. » ARAGO.

Ouvrages : *Théorie du mouvement des comètes. Théorie de la lune.*

TOBLE MAYER (1723-1762), originaire du Wurtemberg. Trouva le cercle répéteur. Fit des tables lunaires qui

(1) On pense que ces noms furent empruntés à la terminologie de la franc-maçonnerie dont La Caille faisait partie.

(2) AMIGUES. *A travers le ciel, mélanges astronomiques.* Paris, Alcan, Bibliothèque utile, n° 89.

furent d'une grande utilité pour la détermination des longitudes en mer. Ouvrages : *Tables des mouvements du soleil et de la lune*.

L. EULER (1707-1783), originaire de Suisse.

Travailla au problème des trois corps.

On trouve dans un mémoire d'Euler, publié en 1752, une première idée de la stabilité du système solaire.

Il fit faire de grands progrès au calcul différentiel et intégral. Ouvrages : *Introduction à l'analyse de l'infini*, etc.

D'ALEMBERT (1717-1783). Considéré comme un des premiers mathématiciens de son siècle. Il s'occupa, comme Clairaut et Euler, du problème des trois corps : « En 1754, D'Alembert publie les deux premiers volumes de ses recherches sur le système du monde, et applique sa solution du problème des trois corps à l'action mutuelle des planètes » (1).

Énoncé du problème des trois corps :

« Un corps immobile. Autour de lui circule un autre corps. Si ces deux corps étaient seuls dans l'espace, le second marcherait selon les règles du mouvement elliptique. Mais tous les autres corps du système solaire agissent sur lui, et ces influences, quoique secondaires, font dégénérer ce mouvement elliptique en mouvement troublé.

Calculer ce mouvement troublé » (2).

D'Alembert a donné une explication complète du mouvement général en vertu duquel l'axe du globe terrestre revient aux mêmes étoiles en 26.000 ans.

LALANDE (1732-1807). Contribua à populariser le goût des études astronomiques et formula l'idée de la translation du système solaire dans l'espace, qui a été démontrée depuis.

En 1795, Lalande observa une étoile de 8<sup>me</sup> grandeur qui

(1) AMIGUES, *A travers le ciel*. Paris, Alcan, Bibliothèque utile, n° 89.

(2) AMIGUES, *A travers le ciel*. Paris, Bibliothèque utile, n° 89.

était Neptune, mais ne se doutant pas que c'était une planète, il ne la mentionna que comme étoile sur son registre.

Il fit un important catalogue d'étoiles qui est un des plus précieux monuments pour l'astronomie comparée.

Principaux ouvrages : *Traité d'Astronomie*; *Mémoire sur le passage de Vénus*; *Bibliographie astronomique*. Il publia en outre un supplément au *Dictionnaire des athées* de S. Maréchal.

LAGRANGE (1736-1813). Ce grand géomètre fit faire des progrès considérables à la mécanique céleste. Il exposa les causes de la libration de la Lune, ainsi que la raison pour laquelle notre satellite nous présente toujours la même face (1).

Il publia plus de cent mémoires de mécanique analytique, écrit avec une grande élégance. Lagrange fut également un profond philosophe. Il fut le collaborateur de d'Holbach pour son célèbre ouvrage : *Le système de la nature*, dont il écrivit quelques-unes des parties.

MESSIER (1730-1817). Fut un grand observateur de comètes. Il catalogua plus de 100 nébuleuses.

BODE (1747-1826). Directeur de l'Observatoire de Berlin. Publia un atlas céleste considérable, en 1797. Le rapport si singulier des distances planétaires, trouvé par Titius, porte souvent le nom de loi de Bode.

(1) Lorsque la lune se solidifia, elle prit, sous l'action de la terre, une forme moins régulière, moins simple que si aucun corps attractif étranger ne s'était trouvé à proximité. L'action de notre globe rendit elliptique un équateur qui, sans cela, aurait été circulaire.

La lune s'offrirait donc, à un observateur situé dans l'espace et qui pourrait l'examiner transversalement, comme un corps allongé vers la terre.

Voilà donc l'étrange phénomène expliqué, sans recourir à une égalité en quelque sorte miraculeuse. (Égalité de la durée de la rotation et de la translation de la lune.)

(ARAGO, *Rapport à la Chambre des Députés pour la réimpression des œuvres mathématiques de Laplace*. Paris, Bachelier, 1842, p. 35, 36.)

DELAMBRE (1748-1822). Ce fut ce savant qui fut chargé, avec Méchain, d'exécuter la mesure du méridien qui devait servir de base au système métrique.

Il a écrit un *Traité d'astronomie* et une *Histoire de l'astronomie*.

MÉCHAIN (1774-1804).

S'occupa des comètes, mais son titre de gloire est d'avoir contribué à l'établissement du système métrique par la détermination exacte de la longueur du méridien.

WILLIAM HERSCHEL (1738-1822), naquit à Hanovre, mais résida en Angleterre. Grâce à son grand talent d'observation et à la puissance de ses télescopes, Herschel découvrit Uranus et ses satellites, planète 69 fois plus grosse que la Terre et 19 fois et demie plus éloignée du Soleil.

Si, en découvrant Uranus, il avait considérablement agrandi le champ planétaire, combien ne fit-il pas plus en montrant des nébuleuses dont la lumière met plusieurs milliers d'années pour venir jusqu'à nous? Ce fut l'infini qu'il ouvrit à l'étude de ses successeurs.

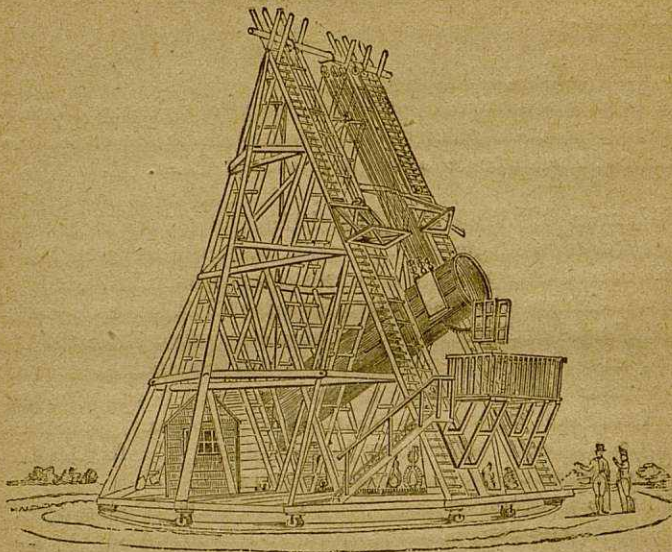
Mais cette découverte qui aurait suffi à illustrer un nom, représente une bien petite somme de travail, en comparaison des *Jauges du ciel* (1) et des catalogues de milliers de nébuleuses observées par ce savant astronome.

Avec Herschel, le système solaire, malgré son étendue si considérable pour les anciens astronomes, ne devint qu'un point, un atome cosmique des étoiles qui nous environnent, et il établit que notre soleil et toutes les étoiles visibles à l'œil nu sont profondément plongés dans la Voie lactée et en font partie intégrante.

Il donna à la Voie lactée une longueur telle que la lumière ne met pas moins de 12,500 ans pour la franchir, malgré sa vitesse de 75,000 lieues par seconde.

(1) JAUGES DU CIEL. — « Ces opérations consistent à compter les étoiles visibles dans le champ d'un réflecteur ayant un diamètre de 15 (un quart de degré). Quoique Herschel et son fils n'aient ainsi examiné que 1/120<sup>e</sup> de la surface entière du Ciel, ce travail est à bon droit considéré comme un des plus vastes qui aient été accomplis dans l'astronomie moderne. » SECHER.

Et plus tard, ce savant re connut encore que les inimaginables dimensions de la Voie lactée qu'il avait données étaient trop petites : son télescope, dont le pouvoir de pé-



Télescope géant de Herschel.

nétration atteignait cependant jusqu'aux étoiles 2.300 fois plus éloignées que celles de 1<sup>re</sup> grandeur, ne pouvait en effet décomposer en étoiles certains amas de notre nébuleuse !

Qu'on cherche à se former une idée des immensités ouvertes aux contemplations de l'esprit humain par cet admirable travail des Jauges du Ciel ! Quels que soient les chiffres qu'on accumule, il est absolument impossible d'en donner une représentation.

Et cependant, malgré ses fabuleuses proportions, la Voie lactée n'est qu'un tout sidéral secondaire dont les différentes parties ont des rapports communs ; mais par delà ses amas, à des profondeurs qu'il faut renoncer à traduire même approximativement, sont des nébuleuses qui nous apparaissent sous un angle insignifiant. Quoiqu'invisibles à l'œil

nu, ces nébuleuses n'en sont pas moins des voies lactées, des univers, que rien ne nous autorise à croire de dimensions inférieures au nôtre et dont la lumière met près de 100.000 ans pour nous parvenir !

Ainsi, notre Univers, loin d'être tout, n'est qu'une infime partie du Ciel. Cet incomparable agrandissement du Monde est un progrès astronomique immense. Il y a loin de ces connaissances à celles de Tycho-Brahé, et cependant deux siècles à peine se sont écoulés !

W. Herschel fit encore, en 1783, l'étonnante démonstration de la translation du système solaire.

A 83 ans, en 1821, il communiqua un dernier travail sur 143 étoiles doubles.

Les travaux de ce grand astronome ont été publiés dans les *Philosophical Transactions*.

LAPLACE (1749-1827). Illustre émule d'Herschel, Laplace compléta les découvertes des lois qui régissent l'univers et mérita de voir son nom associé à celui de Newton.

C'est aux perfectionnements qu'il apporta à la mécanique céleste qu'on doit de pouvoir étudier les mouvements des astres comme de simples problèmes de mathématiques. Il affirma la stabilité des éléments du système solaire et donna les limites dans lesquelles se renferment les variations de l'obliquité de l'écliptique. Ce grand mathématicien publia des œuvres scientifiques de premier ordre qui sont de véritables monuments de science et de style : *Mécanique céleste*, *Théorie analytique des probabilités*, *Essai philosophique des probabilités* et *Exposition du système du Monde*. C'est dans ce dernier ouvrage qu'il formula sa fameuse théorie de l'origine du monde solaire. Grandiose hypothèse, dont l'ensemble, modifié dans des parties de détail par les travaux modernes, est une explication rationnelle de l'évolution solaire et de l'organisation de notre monde ! « Quand bien même, dit M. Faye (1), le progrès des observations ou ceux de l'analyse infinitésimale viendraient à en modifier certaines parties, l'œuvre de Laplace

(1) FAYE, *De l'origine du monde*. Paris, Gauthier-Villars, 1884, page 135.

restera comme une des plus hautes manifestations de l'esprit humain. »

Le phénomène des marées et les tables de la Lune, qui servent à la navigation, furent étudiés avec tant de soin par Laplace, qu'Arago a pu écrire : « L'extrême perfection des tables actuelles de la Lune donne à Laplace le droit d'être rangé parmi les bienfaiteurs de l'humanité. »

La marche régulière de la Lune autour de la Terre est perturbée par l'attraction du Soleil (problème des trois corps). Les inégalités de cette marche dépendent de la distance du Soleil. Laplace déduisit cette distance (*parallaxe*) (1) de l'étude des inégalités lunaires.

Herschel, avec ses jauges du ciel, nous montre des espaces inconnus ; Laplace par sa théorie nous fait remonter le temps et comprendre les diverses phases par lesquelles notre monde a passé avant d'avoir ses formes actuelles.

Laplace eut un collaborateur dévoué dans un savant calculateur, Bouvard (1767-1843), à la participation duquel Arago rend hommage dans son rapport sur les œuvres de Laplace.

LEGENDRE (1752-1833), géomètre dont les *Éléments* réimprimés bien des fois ont encore appris la géométrie aux hommes de notre génération. Il donna une nouvelle méthode pour la détermination de l'orbite des comètes. Il collabora avec Méchain aux mesures du méridien.

FRAUENHOFER (1787-1826). « Opticien bavarois, né de parents pauvres, orphelin à onze ans, il passait ses journées à travailler comme apprenti dans un atelier et ses nuits à s'instruire dans un réduit ouvert à tous les vents. La mesure où il demeurait s'écroula, et ce fut comme par miracle qu'il fut retiré des décombres sous lesquels il était enseveli. Cette délivrance attira sur le pauvre enfant l'attention et l'intérêt général. A force de génie et de patience, il se plaça

(1) La *parallaxe* marque la distance d'un astre à la Terre.

Si un spectateur était dans un astre et regardait la Terre, l'angle sous lequel ce spectateur verrait le diamètre de notre globe s'appellerait la *parallaxe*.

à la tête des plus illustres opticiens d'Allemagne. Comme physicien, comme astronome, Fraunhofer savait beaucoup et il a reculé les bornes de la Science; il mit le comble à sa gloire en achevant le superbe télescope de l'université de Dorplat. Cet homme célèbre mourut en 1826 à l'âge de 39 ans » (1). Fraunhofer découvrit, en 1817, les raies du spectre solaire qui portent son nom. Il remarqua que chaque étoile présente un spectre particulier.

L'analyse spectrale de la lumière (spectroscopie) est une des sciences qui ont le plus fait au XIX<sup>e</sup> siècle pour la connaissance de l'univers. Fraunhofer doit être considéré comme un des fondateurs de cette belle méthode d'analyse.

Au XVIII<sup>e</sup> siècle on peut mentionner encore les noms de BOCHART DE SARON (1730-1794). Premier président du Parlement en 1789, qui s'occupa du calcul des orbites des comètes, et aida divers astronomes par les instruments qu'il mit à leur disposition. Il publia à ses frais la *Théorie des mouvements elliptiques* de Laplace.

S. BAILLY (1736-1792), s'est occupé des satellites de Jupiter. A écrit une histoire de l'astronomie qui comprend trois parties : L'astronomie ancienne; l'astronomie moderne et l'astronomie indienne et orientale.

Au début de cette étude, nous avons indiqué l'erreur de Bailly qui supposait de vastes connaissances scientifiques à la haute antiquité. D'un esprit critique plus heureux en ce qui concernait les choses de son époque, il rédigea un remarquable rapport sur les pratiques du mesmérisme. Arago analyse ce rapport dans le bel éloge de Bailly qu'il prononça à l'Académie des sciences, en 1844.

BUFFON, qui s'occupa de la formation de la Terre et d'autres questions se rattachant à l'astronomie.

LAMBERT (1728-1777), né à Mulhouse, fit les premières comparaisons photométriques (1760). A trouvé un théorème qui porte son nom.

(1) *Magasin pittoresque*, année 1840.

CAVENDISH, qui détermina en 1798, la densité de la Terre par la balance de torsion.

### DIX-NEUVIÈME SIÈCLE

PIAZZI (1746-1826), né en Sicile. Le premier janvier 1801, il découvrit Cérés, la première des petites planètes qui circulent entre Mars et Jupiter (1).

OLBERS (1758-1840) né à Brême. Il découvrit Pallas en 1802 et Vesta en 1807. Il donna une méthode rapide pour calculer l'orbite des comètes.

Baron de DAMOISEAU (1768-1846). Calcula des tables lunaires, ainsi que le retour de la comète de Biéla pour 1822.

HUMBOLDT (1769-1859) né à Berlin; fit en 1803 des observations sur la lumière zodiacale dont il constata le reflet. Il observa des essaims d'étoiles filantes.

(1) PETITES PLANÈTES. La première découverte fut faite le premier jour du XIX<sup>e</sup> siècle par Piazzi; trois autres furent trouvées par Olbers et Harding en 1802, 1804 et 1807. Puis, pendant une quarantaine d'années, aucun astéroïde ne vint augmenter la nouvelle famille des petites planètes. Mais, à partir de 1845, les découvertes se suivirent tous les ans, sans aucune interruption et Hind, de Gasparis, Luther, Goldschmidt, Chacornac, C. et F. Peters, Watson, les frères Henry en trouvèrent chacun un grand nombre.

Il est curieux de consulter un *Annuaire des Longitudes* à ce sujet, et de voir les séries annuelles augmenter graduellement; la raison pour les dernières années en est du reste donnée par une note de l'Annuaire disant: « Depuis que Max Wolf a pris l'initiative de rechercher les petites planètes au moyen de la photographie (novembre 1891), le nombre de ces astres augmente rapidement ». Comme on le voit, c'est presque mécaniquement que progresse cette branche de l'astronomie.

Dans les dernières années du XIX<sup>e</sup> siècle le nom de Max Wolf figure pour 40 découvertes, celui de Charlois pour 99, celui de Palisa pour 80. Le XIX<sup>e</sup> siècle a découvert près de 500 petites planètes.

MALUS (1775-1812) né à Paris. Découvrit la polarisation de la lumière, en 1808 (1).

FRANÇOIS ARAGO (1786-1853). Astronome et physicien.

Il donna une théorie de la scintillation des astres, qu'il rattache au principe des interférences. Il inaugura les études sur la polarisation de la lumière, avec un instrument de son invention, le polariscope : il démontra que la lumière naturelle directement transmise ne se polarise pas, que la lumière réfléchie, au contraire, se polarise.

Le Soleil ne donne que des images blanches ; sa lumière ne polarise pas. Les planètes, les comètes, les satellites qui n'ont qu'une lumière réfléchie donnent des images colorées ; leur lumière polarise.

Il s'occupa de recherches sur la composition du Soleil.

Arago fut un très habile observateur.

En 1842, il fit voter par le Parlement la réimpression des œuvres de Laplace. Le rapport qu'il rédigea à cette occasion, et qui a été publié dans l'Annuaire du Bureau des Longitudes, est une admirable analyse des œuvres du grand mathématicien.

Ce rapport est un résumé de l'œuvre de Laplace fait par un grand savant. Il renferme également un énoncé analytique des œuvres de Clairaut, D'Alembert et Lagrange, et il est dans le genre *vulgarisation* un petit chef-d'œuvre.

Principaux ouvrages : *Astronomie populaire*, 4 volumes, une remarquable étude sur Bailly dans les Comptes rendus de l'Institut. De très nombreuses notices scientifiques dans l'annuaire du Bureau des Longitudes.

SCHROETER (1745-1816), né en Prusse. Observa, l'aplatissement de Mars. En 1805, il mesura la rotation de

(1) POLARISATION. C'est une modification particulière des rayons lumineux, en vertu de laquelle, une fois réfléchis ou réfractés, ils deviennent incapables de se réfléchir ou de se réfracter de nouveau dans certaines directions. Réfléchi sur une glace noire, la lumière se polarise lorsque la réflexion se produit sous un angle de  $35^{\circ} 21'$  avec la glace.

Mercure. En 1808, il parvint à mesurer l'épaisseur de l'anneau de Saturne.

SAVARY (1797-1841), né à Paris. En 1828, trouve que les mouvements dans les étoiles doubles s'exécutent suivant les lois de la gravitation. C'est lui qui calcula la première orbite d'étoiles doubles, celle de  $\xi$  de la Grande-Ourse.

JOHN HERSCHEL (1792-1871). Digne continuateur de son père; eut l'idée de la liaison qui existe entre les raies du spectre solaire et la nature des corps lumineux.

En 1825, il commença une revue plus complète des nébuleuses. Il passa plusieurs années au cap de Bonne-Espérance où il fit de nombreuses observations.

ENCKE (1791-1865), né à Hambourg. Étudia une comète périodique, découverte par plusieurs astronomes à différentes époques et en 1818 par Pons de Marseille.

« Encke entreprit, dès cette époque, ses recherches approfondies sur cette comète et arriva bientôt à ce résultat inattendu : que les lois de Newton ne suffisaient pas pour expliquer le mouvement de la comète et qu'il fallait admettre une accélération continue du mouvement moyen diurne, accélération qu'il attribua à l'action d'un milieu résistant.

« C'est avec l'assentiment général des astronomes que cette comète, dont il s'occupa jusqu'à sa mort et qu'il n'a jamais voulu appeler autrement que comète de Pons, porte le nom d'Encke, proposé par le baron de Zach. »

POISSON (1781-1840), mathématicien et astronome, publia des calculs sur la stabilité du système solaire (1808) et sur la déviation des graves ou corps pesants (1836).

F.G.N.STRUVE (1793-1864), né en Russie. Directeur de l'Observatoire de Pulkova, près Saint-Pétersbourg, fit en 1822 une investigation systématique des étoiles et en détermina plusieurs, publia, en 1837, la plus grande étude sur les étoiles multiples, catalogua 3.057 étoiles doubles, et

fut chargé en 1853 de réunir les travaux sur la mesure du méridien.

LINDENAU, tenta en 1809 la première mesure d'une parallaxe par la comparaison micrométrique d'une étoile à ses voisines.

BESSEL (1784-1846), savant allemand, reprit en 1836 le calcul des dimensions de notre globe. Il annonça l'existence d'une planète au delà d'Uranus.

En examinant les irrégularités que présentait le mouvement de Sirius, il pensa qu'on pouvait les expliquer par la présence d'un satellite gravitant autour de cette belle étoile. Et en effet ce satellite a été découvert en 1862 par M. Alvan Clark.

Pendant huit années, l'illustre astronome a consacré son génie et son admirable talent d'observation à la détermination de zones d'étoiles.

Bessel, appela l'attention sur les protubérances du soleil; détermina la distance de la 61<sup>e</sup> du Cygne, — c'est donc lui qui mesura le premier la distance d'une étoile — et démontra que l'extension rapide des queues des Comètes exige une force distincte de la gravitation et qui lui est opposée.

ARGELANDER (1799-1875), né en Prusse, détermina en 1835 la direction du système solaire dans l'espace, d'après les mouvements propres des étoiles; fit des observations de la lumière zodiacale et des étoiles variables.

QUÉTELET s'occupa des étoiles filantes dont il signala la périodicité pour l'essaim du mois d'août. Pour contribuer à la vulgarisation de l'astronomie, il publia un ouvrage sous le titre : *Éléments d'astronomie*, en 1847.

HENCKE (1793-1866), découvrit Astrée le 8 décembre 1845, ce qui appela de nouveau l'attention sur les petites planètes dont depuis 38 ans personne ne semblait plus s'occuper.

MÆDLER (1794-1874), né à Berlin en 1842 mesura l'aplatissement d'Uranus.

M. BEER et MÆDLER formèrent en 1837 la première carte de la lune fondée sur un ensemble de mesures micrométriques, etc.

LAUGIER, mort en 1872, fit de longues observations et appela l'attention sur le mouvement propre des taches solaires (1841), et des nébuleuses (1846).

Après Laugier, Carrington, astronome anglais, reprit l'étude méthodique des taches solaires, et pendant huit ans fit plus de 5.000 observations qui furent publiées par lui en 1863.

AIRY (1801-1892), directeur de l'observatoire de Greenwich, imagina l'altazimuth pour les observations de la lune hors du méridien.

LE VERRIER (1811-1877), astronome et mathématicien, calcula que la masse de toutes les petites planètes entre Mars et Jupiter ne peut dépasser le *quart* de la masse de la Terre.

Il s'occupa des étoiles filantes; en recherchant la cause de perturbations subies par Uranus, il fut amené à découvrir par le calcul l'existence de la planète Neptune, qui fut vue pour la première fois le 23 septembre 1846 par Gall de Berlin.

A la même époque, un jeune géomètre, Adams, donnait des éléments de la planète perturbatrice de la marche d'Uranus.

Lord ROSSE, mort en 1867 en Irlande, a signalé en 1846 le type des nébuleuses en spirale. Le grand télescope construit par lui à Parsonstown (Irlande) permit d'importantes observations.

FIZEAU, mort en 1906, fit en 1860 la première mesure mécanique de la vitesse de la lumière. Il indiqua qu'on peut se servir du déplacement des raies du spectre d'une étoile pour déterminer si elle s'éloigne ou se rapproche de la terre.

LASSEL (1799-1880), découvre, en 1851, le 3<sup>e</sup> et le 4<sup>e</sup> satellites d'Uranus et en 1846 le satellite de Neptune.

G. P. BOND (1865), directeur de l'observatoire de Cambridge (Massachusetts), observa avec son frère la comète de Donati (1858) ; il étudia les anneaux de Saturne, et en découvrit le 7<sup>e</sup> satellite, en 1848. Il parvint à voir la planète à travers ses anneaux.

D'ARREST (1822-1875), de l'Observatoire de Copenhague, annonça en 1861 la disparition d'une nébuleuse découverte par Hind, en 1851, dans la constellation du Taureau ; elle fut revue par Struve en 1862 : elle était variable. C'est un fait très important au point de vue de la théorie de l'évolution des mondes.

BIOT (1774-1862), publia vers 1860 des recherches sur les réfractions atmosphériques ; fit une étude des aérolithes.

FOUCAULT (1819-1868), physicien et astronome, s'occupa de mesurer la vitesse de la lumière, qu'il fixa à un peu moins de 75.000 lieues à la seconde, et calcula la parallaxe solaire, d'après cette vitesse.

Il fit la démonstration expérimentale de la rotation de la terre par une boule suspendue à un fil de métal attaché à la voûte du Panthéon (1851). Il étudia le perfectionnement des instruments astronomiques.

KIRCHHOFF et BUNSEN ont fait en 1860 de l'analyse de la lumière par le spectroscope une véritable science, qui est aujourd'hui un des moyens les plus puissants dont dispose l'homme pour connaître la nature.

« La spectroscopie astronomique est à son début ; déjà en  
« peu d'années, entre les mains d'observateurs pleins de  
« talent et de zèle, elle a produit des résultats merveilleux.  
« Leur labeur incessant prépare la solution des problèmes  
« les plus hardis qu'il soit donné à l'homme de poser sur  
« la constitution physique et chimique de l'univers. On peut  
« dire, je crois, sans exagération, que la découverte de

« l'analyse spectrale, et celle de la thermodynamique, ont  
 « renouvelé complètement la Science et que, par leur in-  
 « fluence sur la Philosophie naturelle, elles ont au XIX<sup>e</sup> siècle  
 « une importance non moins grande que celle des décou-  
 « vertes de Newton et de Képler au XVII<sup>e</sup> siècle (1). »

M. Janssen, parlant de cette grande découverte, dit :  
 « Remontons au moment où les découvertes de Kirchoff et  
 Bunsen viennent de frapper l'admiration et en quelque  
 sorte de stupeur le monde scientifique. L'atmosphère so-  
 laire est analysée et cette analyse réalisée à 37 millions de  
 lieues met en quelque sorte la chimie en possession des  
 cieux (2). »

CHACORNAC établit un atlas écliptique, grâce auquel  
 il fit plusieurs découvertes de petites planètes ; observa une  
 nébuleuse qui disparut de 1853 à 1862, fait important pour  
 la théorie de l'évolution des mondes.

SECCHI (1818-1878), directeur de l'Observatoire romain,  
 étudia le soleil et les étoiles au point de vue de leur compo-  
 sition.

Ce fut un sagace et remarquable observateur et un véri-  
 table savant qui resta toujours indépendant de l'esprit des  
 jésuites dont il portait le costume. Ouvrage : *Le Soleil, Les*  
*Etoiles*, 2 volumes. *De l'unité des forces physiques*.

CHARLES DELAUNAY (1816-1872), mort le 5 août 1872,  
 victime d'un accident en rade de Cherbourg, consacra  
 14 années à refaire un examen de la théorie des mouve-  
 ments de la Lune.

« Pour donner une idée de la tentative de Delaunay, on  
 « peut dire qu'elle laisse loin derrière elle les plus grandes  
 « entreprises industrielles de notre siècle, par exemple le  
 « percement de l'isthme de Suez. Cette dernière œuvre,  
 « résultante inévitable d'un nombre déterminé de millions,  
 « susceptible d'être menée à bonne fin par tous les ingé-  
 « nieurs dignes de ce nom, n'exigerait ni la hardiesse de

(1) A. CAZIN, *La Spectroscopie*. Paris, Gauthier-Villars, 1878, p. 146.

(2) JANSSEN, *Un observatoire au Mont-Blanc*. Ac. des Sc., 19 décembre  
 1892, p. 7.

« conception, ni l'indomptable ténacité, ni surtout la « vigueur intellectuelle qui étaient nécessaires pour « aborder le problème de Delaunay (1). »

Le Bureau des Longitudes, qui se préoccupe de continuer cette œuvre gigantesque, a demandé en 1902 un crédit pour cela. Delaunay avait publié son premier volume en 1860, le deuxième en 1867; quant au troisième, il resta inachevé par suite de la mort de l'auteur.

L'œuvre n'en est pas moins considérable et l'on s'en fera une idée en sachant qu'au premier volume une seule formule algébrique occupe 138 pages grand in-octavo!

« *La théorie de la lune*, de Delaunay, est l'œuvre d'une virilité scientifique élevée à la plus haute puissance de ce siècle (2). »

YVON VILLARCEAU (1813-1883), qui a fait faire des progrès à l'étude des étoiles doubles.

FAYE (1814-1902), fit des travaux sur les comètes; découvrit celle qui portait son nom; a publié une importante étude sur ce sujet dans l'Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1883.

Plusieurs autres notices ont été publiées par lui dans ce recueil : celles sur la constitution physique du soleil en 1873 et 1874 sont les plus intéressantes.

Ce savant astronome ne sut pas toujours séparer comme il convient la science et la croyance; aussi était-il porté à intercaler dans des études où elles n'ont rien à faire, des déclarations d'un spiritualisme ardent.

Son ouvrage sur l'origine du monde est autant, sinon plus, une œuvre de combat pour le spiritualisme, qu'une œuvre de science, nous l'avons analysé dans l'Évolution des mondes.

AUWERS, né en 1838 à Goettingue, s'est beaucoup adonné à l'astronomie stellaire.

Il s'occupa du satellite de Sirius et découvrit celui de Procyon.

(1) AMIGUES, *A travers le Ciel*. Paris, Alcan.

(2) FAYE, *Annuaire du Bureau des longitudes*, 1873.

JANSSEN, né en 1824. On lui doit la découverte des raies telluriques c'est-à-dire produites par l'atmosphère terrestre dans le spectre solaire. Cette découverte facilite l'étude de la question des atmosphères planétaires.

Il s'est occupé de la constitution du Soleil, et a trouvé le moyen d'examiner les protubérances solaires en tout temps; avant la connaissance de ce procédé, il n'était possible d'observer ce phénomène que pendant la durée des éclipses. Lockyer, astronome anglais, a fait la théorie de ce procédé en même temps que Janssen en montrait pratiquement la possibilité, et chacun d'eux ignorait les travaux de l'autre.

M. Janssen créa le révoluer photographique pour l'observation du passage de Vénus sur le Soleil en 1874. Le principe de cet appareil est un des points de départ du cinématographe.

Directeur de l'Observatoire de Meudon, à la création duquel il a contribué ainsi qu'à celui du Mont-Blanc, cet éminent savant est aussi profond philosophe qu'ingénieur astronome. Dans la séance annuelle des cinq académies, en 1887, il prononça un discours sur l'évolution des mondes sous le titre « *L'âge des étoiles* ».

Il y établit que la loi de l'évolution qui préside aux transformations des êtres, étend son empire aux modifications que subissent les astres dans la durée des temps. C'est une des plus belles pages entre toutes celles écrites par les savants contemporains. Ce discours constitue un progrès ou tout au moins marque une date, dans la connaissance de l'univers.

WOLF, né en 1827, en France, s'est occupé de l'analyse spectrale des étoiles et des comètes. Il a écrit un remarquable ouvrage sur les hypothèses cosmogoniques, renfermant notamment la traduction de la théorie de Kant sur l'origine du monde, et une analyse critique de l'ouvrage de Faye sur le même sujet.

Wolf a apporté des perfectionnements aux méthodes d'observation.

SCHIAPARELLI, né en 1835, en Piémont, s'occupa des

étoiles filantes et établit la relation qui existe entre ces météores et les comètes.

Il observa longuement Mercure et Vénus et en tira la conclusion que la rotation de ces planètes est égale à celle de leur évolution autour du Soleil. Aussi l'Annuaire du Bureau des Longitudes, qui donnait autrefois 24 heures pour la rotation de Mercure, indique depuis quelques années 88 jours (1). Les 23 h. 21 de la rotation de Vénus sont remplacés par une durée de 225 jours.

L'éminent astronome italien a déterminé 11.000 mesures d'étoiles doubles. Il a fait une étude très particulière de Mars et publié des travaux qui font autorité sur cette question.

Il a découvert les canaux de Mars.

ASAPH HALL, né en Amérique. Découvrit les deux satellites de Mars en 1877.

BARNARD (États-Unis) a découvert le cinquième satellite de Jupiter le 9 septembre 1892; en a découvert un neuvième à Saturne; une comète porte son nom.

AMIRAL MOUCHEZ, mort à Paris en 1898. Une des plus grandes entreprises astronomiques de tous les temps est certainement celle qui a été tentée dans les dernières années du XIX<sup>e</sup> siècle et dont l'initiative revient en partie à cet astronome. Il proposa d'établir la carte photographique du ciel, comprenant toutes les étoiles jusqu'à la 14<sup>e</sup> grandeur. Ce qui doit représenter trente millions d'étoiles.

Cette entreprise n'a pu être tentée qu'à notre époque, car il fallait la possession des moyens scientifiques modernes et

(1) Des personnes peuvent être portées à arguer de ce fait et d'autres semblables pour critiquer les faits acquis, sans penser que de ce que tel ou tel phénomène a été indiqué d'une manière erronée d'après des travaux anciens, il n'en résulte pas que tous les faits soient contestables, et, comme l'a fort bien dit A. Maury, « la science n'est pas une métaphysique qui raisonne sur des données inaccessibles à nos sens; elle ne se compose que de faits. Sans doute, elle peut commettre des erreurs, et elle en commet tous les jours, mais ces erreurs tiennent à des observations incomplètes, et finissent bientôt par être rectifiées ».

le concours de presque tous les peuples civilisés pour la mener à bien. Dix-huit observatoires, munis d'appareils établis sur les mêmes données, se sont unis pour cette œuvre, qu'on peut qualifier de gigantesque sans courir le risque d'être taxé d'exagération. « Cet inventaire de la sphère céleste, qui doit comprendre 22.024 feuilles, permettra de mieux approfondir la structure générale de l'univers sidéral. Il fournira des renseignements précieux sur l'apparition et la disparition des astres, leurs variations d'éclat, et sur leur mouvement d'ensemble dans certaines régions de l'espace. » LÆWY (1). Ce même savant, qui présida la réunion internationale de 1900, souligne, par le passage suivant, la haute portée de l'entreprise au point de vue de l'humanité.

« Parmi tous les travailleurs intellectuels, nous osons l'affirmer, les astronomes peuvent revendiquer la gloire d'avoir été les premiers à conduire les peuples à se donner la main par-dessus les frontières, à se distribuer méthodiquement des tâches qui seraient trop étendues pour la durée d'une existence humaine ou les forces d'une seule nation. C'est un privilège de leur science, dû sans doute à la nature et à la grandeur des problèmes qu'elle pose, d'amener les hommes à s'unir pour la poursuite d'un idéal commun, non pas seulement par un élan d'enthousiasme momentané, mais par une entente réfléchie et prolongée (1). »

ROBERT-MAYER (1814-1878, né en Allemagne), est l'auteur de la théorie de la conservation de l'énergie. Il pensait que la radiation solaire était entretenue par la *transformation en chaleur du mouvement* des aérolithes qui tombent incessamment à sa surface. L'Anglais Joule formula également vers la même époque (1849) le principe de la conservation de l'énergie.

L'importance de cette découverte est remarquablement exposée par le D<sup>r</sup> L. Büchner dans son ouvrage *Lumière et vie* (2), dont la première et la deuxième parties intéressent

(1) *Annuaire du bureau des longitudes*, 1901. Notice C, p. 3.

(2) D<sup>r</sup> L. BÜCHNER, *Lumière et vie*. Traduit de l'allemand par le D<sup>r</sup> Ch. Letourneau. Paris, C. Reinwald, 1883.

particulièrement notre sujet, car elles ont pour titre : *Le soleil dans ses rapports avec la vie* et *La circulation des forces et la fin du monde*.

Au point de vue des théories cosmogoniques, la découverte de la conservation de l'énergie est un des plus grands progrès du XIX<sup>e</sup> siècle, cependant si fertile en conquêtes sur l'inconnu. Au point de vue philosophique, sa valeur n'est pas moindre, car elle est une éclatante confirmation des conceptions matérialistes du monde.

N'écrivant pas une biographie des astronomes, nous devons nous restreindre à l'indication des faits saillants. Mais comment ne pas mentionner encore au XIX<sup>e</sup> siècle :

J. BERTRAND, qui s'est occupé du mouvement de la Lune, et des calculs pour la détermination des orbites des planètes.

TISSERAND (1845-1896), qui a réuni ses travaux personnels dans son *Traité de mécanique céleste* (2 volumes), développement du cours professé à la Faculté des Sciences.

BIGOURDAN, qui a découvert une petite planète (n° 390) et a mesuré un très grand nombre de nébuleuses.

RADAU, qui a publié de très remarquables études astronomiques.

ISAAC ROBERTS, qui est l'auteur d'une étude méthodique des nébuleuses et de leurs variations par de nombreux relevés photographiques.

W. HUGGINS, qui, un des premiers, appliqua la spectroscopie aux études stellaires.

MM. LOEWY, POINCARÉ, PUISEUX et bien d'autres savants qui contribuent par leurs travaux, aux progrès de l'astronomie.

WITT, de Berlin, qui découvrit, le 13 août 1898, à l'observatoire Urania une petite planète télescopique qui porte le n° 483 et à laquelle on a donné le nom d'Eros. Cette planète est la plus proche de la Terre.

Cet astéroïde a une orbite très excentrique et se trouve placé à certains moments entre Mars et la Terre, alors que les autres petites planètes se trouvent dans une zone comprise entre Mars et Jupiter.

L'étude d'Eros présente le plus grand intérêt par suite de sa situation entre Mars et la Terre, ce qui permet de nouvelles et plus précises recherches de la parallaxe solaire.

### THÉORIES COSMOGONIQUES CONTEMPORAINES

Ayant analysé plusieurs de ces théories dans « l'Évolution des Mondes », nous nous contenterons de rappeler que Kant, Buffon, Laplace, Herschel, Faye, Wolf se sont occupés de cosmogonie et que leurs théories, même celles qui prenaient une entité « divine » pour point de départ, ont contribué à la vulgarisation d'une conception mécaniste de l'univers.

Il nous reste à indiquer un certain nombre de travaux qui s'occupent de la *connaissance scientifique des origines du monde*.

A. GUYNEMER, dans l'introduction de son *Dictionnaire d'astronomie*, pense qu'une condensation d'une région de la Voie lactée a formé une nébuleuse animée d'une vitesse progressive ; les molécules fluides ont dû se porter et s'élever plus fortement vers l'équateur de l'axe de rotation. Les parties, obliquement soulevées, ont pu se séparer de la masse principale pour former les grosses planètes. La nébuleuse continuant à se condenser et à se concentrer, des soulèvements semblables ont eu lieu à différentes distances, donnant naissance aux autres planètes.

J.-B. RAMES, éminent géologue, a publié en 1869 un livre intitulé *La création d'après la géologie et la philosophie naturelle*, dans lequel il consacre une longue introduction à l'étude de l'évolution des mondes. Il présente l'éther, « source inépuisable de toute substance », comme

étant l'élément générateur des nébuleuses. Des atomes de l'éther se transforment en une matière gazeuse excessivement subtile, qui se réunit en nuées diffuses ; cette matière diffuse va toujours en se condensant ; les atomes se portent vers les points les plus denses ; des déchirements s'opèrent, et chaque lambeau vaporeux qui en résulte est la première ébauche d'une nébuleuse... Les condensations et l'attraction des centres les premiers formés, donnent lieu à une rotation ; le mouvement s'accéléralant, l'intensité de la force centrifuge croît aussi. Il s'opère une déchirure circulaire et une masse se détache sous forme d'un anneau colossal, lequel, avec le temps, donnera naissance à une planète.

Le travail de J.-B. Rames ne se recommande ni plus ni moins qu'un autre pour les explications mécanistes du monde qu'il donne. Mais les quatre-vingts pages consacrées à la compagnie sont à lire pour la hauteur des aperçus philosophiques qu'y a semés l'auteur, et parce qu'elles forment un véritable poème, écrit dans un langage vibrant d'enthousiasme qui ne peut que porter le lecteur aux nobles émotions que donne toujours la compréhension des grands phénomènes de l'univers. De pareilles pages concourent au progrès de l'astronomie, car elles font aimer cette science.

ROCHE, professeur à Montpellier, qui a étendu la loi de Bode aux satellites des planètes, a publié d'importantes études sur *La constitution du système solaire* et sur l'origine de ce même système. M. Wolf a longuement analysé les théories de Roche dans son bel ouvrage sur les théories cosmogoniques, ainsi que les travaux de l'astronome anglais Rames.

G. H. DARWIN, qui s'est livré à des études de physique cosmique d'une réelle valeur.

Il est certain que ces deux derniers savants ont apporté une contribution sérieuse à l'explication mécaniste de la formation de notre système solaire.

CLEMENCE ROYER, morte en 1902. Philosophe dont le grand ouvrage *La constitution du monde* (1) mérite une

(1) CLÉMENCE ROYER, *La constitution du monde*. Paris, Schleicher frères, 1900, 822 p. 92 fig. et 4 planches.

sérieuse étude. Elle a résumé ses idées sur la question dans un intéressant petit volume intitulé *Histoire du ciel* (1). Pour elle « l'état de nébuleuse serait l'état final des soleils et non leur état initial. Les mondes, au lieu de périr par le froid, comme nos mécaniciens nous en menacent, seraient tous destinés à un dernier embrasement, comme le croyaient les stoïciens. Les nébuleuses seraient de vieux mondes réduits en poussières, qui, dans l'infini de l'espace et l'éternité du temps, préparent les matériaux des mondes à venir. »

DU LIGONDÈS est l'auteur d'un ouvrage intitulé *Formation mécanique du système du monde*.

La théorie de cet auteur part d'un lambeau chaotique devenant sphérique avec précipitation de matière vers le centre, ce qui donne des densités différentes. Il se produit des heurts, des chocs, dans la masse, qui régularisent le mouvement. Le travail mécanique amène avec le temps la formation d'anneaux qui donnent naissance aux planètes.

Nous avons mentionné ces différentes théories parce qu'elles sont une contribution à l'explication mécaniste des mondes. Explication qui, tout imparfaite qu'elle est actuellement, constitue un progrès incomparable sur les anciennes conceptions qui, elles, ne relevaient que de la métaphysique.

Nous pensons qu'aucune de ces théories ne répond entièrement à la réalité, bien que plusieurs points en soient certainement exacts. L'avenir donnera une explication réellement scientifique de ce grand problème : mais il sera nécessaire pour cela que l'humanité ait acquis la connaissance des transformations ultimes de la matière et de l'éther et de leurs rapports avec l'énergie. C'est la physique qui semble être appelée à résoudre la question.

(1) CLÉMENTCE ROYER, *Histoire du ciel*. Paris, Schleicher frères, 1901, 1 vol. in-18, p. 246.

## LES VULGARISATEURS DE L'ASTRONOMIE

En terminant cette étude sur les principaux progrès de l'astronomie, nous ne devons pas oublier que vulgariser les acquis de la Science est un rôle social de la plus haute importance. Les progrès de la Science sont l'œuvre d'une aristocratie de penseurs, mais la connaissance de ces faits appartient à tous les hommes. Or la véritable vulgarisation est une œuvre, un progrès, pouvons-nous dire, de notre époque.

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, Dicquemare publie (en 1771) un ouvrage intitulé : *La connaissance de l'astronomie rendue aisée et mise à la portée de tout le monde*, petit ouvrage de 158 pages avec 26 planches en taille-douce.

Lalande donna, en 1795, un *Abrégé d'Astronomie* de 417 pages. Mais ces ouvrages, malgré leur titre, ne pouvaient être lus que par des personnes ayant une somme de connaissances dépassant la moyenne. Il en est de même des ouvrages élémentaires imprimés dans la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. Une traduction d'un traité d'astronomie de John Herschel fils, par Peyrot, en 1834, bien que présentée comme une œuvre de vulgarisation, demandait la connaissance au moins élémentaire de l'astronomie pour être comprise.

Il n'est pas jusqu'à un petit ouvrage de 180 pages de Lalande, intitulé *Astronomie des Dames*, qui ne soit une tentative de vulgarisation malheureuse : sur dix-sept chapitres nous relevons : La mesure des angles. — Equation du temps. — Du flux et du reflux de la mer. — Enfin chap. XVII : explication des fables.

En 1854, parut l'*Astronomie populaire* de F. Arago en 4 volumes formant 2.600 pages. C'est un important ouvrage que tout astronome amateur doit posséder. C'était un réel acheminement vers la vulgarisation de l'astronomie, mais cependant, la technique scientifique y tient une trop grande place et l'ouvrage n'a certainement pas contribué à répandre dans le grand public la connaissance de l'univers autant que l'auteur l'avait espéré par son titre.

Il faut arriver jusqu'en 1864, époque où Amédée Guillemin publia son ouvrage : *Le Ciel*, pour rencontrer une publication donnant beaucoup de gravures sur les questions traitées et laissant soigneusement de côté toute apparence de formules mathématiques. La méthode d'exposition est également réglée pour être facilement comprise des lecteurs non savants. Enfin, l'auteur ne s'est inspiré que des principes de la philosophie scientifique quand il a cru devoir ajouter une remarque d'ordre moral à la description des faits.

Ce même auteur a transformé cet ouvrage et l'a réédité en 1877 avec 967 pages de grand format et plus de 400 gravures, mais si l'illustration de ce volume en fait un bel ouvrage d'astronomie populaire, son prix (une trentaine de francs) le rend inabordable à la plus grande partie du public. Il est vrai que Guillemin, pour obvier à cet inconvénient, fit paraître les principaux chapitres en tirages spéciaux et à bas prix : *Le Soleil, la Lune, les comètes*, etc. Mais tout en admirant beaucoup cette remarquable tentative, nous estimons qu'il faut perfectionner encore ce genre d'ouvrages pour faire une bonne vulgarisation scientifique et pratique.

Un astronome, dont le nom est très populaire, M. C. Flammarion, a publié en 1880 un volume, de vulgarisation : *Astronomie populaire, description générale du ciel*, avec de nombreuses illustrations, qui fut suivie en 1882 d'un autre ouvrage : *Les étoiles et les curiosités du ciel*. Mais le prix élevé (24 fr.) ne permet pas qu'il soit à la portée de tous autant qu'il serait nécessaire. D'autre part, si les faits scientifiques sont présentés avec méthode, et souvent avec un talent d'exposition des plus remarquables, — la description de la nébuleuse des Chiens de Chasse, entre autres, est une page littéraire des plus captivantes, — il est malheureusement nécessaire de faire des réserves sur les considérations philosophiques dont l'auteur croit devoir accompagner certains chapitres. On peut se demander pourquoi des vulgarisateurs, qui mettent tant de soin à éviter d'énoncer des faits erronés dans leurs ouvrages, sont si souvent portés à y formuler des propositions philosophiques qui ne relèvent que de l'antique métaphysique !

Il est certain que les idées spiritualistes, pour ne pas dire plus, de ce vulgarisateur, ont beaucoup nui à la portée sociale de sa propagande.

Une œuvre des plus intéressantes au point de vue de l'augmentation des connaissances astronomiques, et dont la fondation est due en partie à l'activité de M. C. Flammarion, est la création, en 1887, de la Société astronomique de France. Il est peut-être permis de regretter que cette société fasse tendre tous les efforts de ses membres à faire une œuvre très utile sans doute, mais qui ne les porte pas assez à la simple vulgarisation. Certes, le rôle de découvreur est admirable, et on comprend que tous ceux qui peuvent observer soient portés à vouloir attacher leur nom à une découverte, mais, nous plaçant au point de vue de l'éducation populaire, nous estimons que le rôle le plus utile d'une société des amis d'Uranie, serait de vulgariser les faits acquis à la Science. Il est facile de se rendre compte du service que rendraient les hommes qui ont les connaissances nécessaires en astronomie s'ils portaient dans les nombreuses sociétés d'enseignement, dans les universités et les bibliothèques populaires, la connaissance des merveilles de l'univers. Démocratiser les acquis de la Science est un devoir social urgent et connexe de la recherche des nouveaux faits scientifiques. Quoiqu'il en soit, on doit voir dans la création des sociétés populaires d'astronomie un véritable progrès. Progrès qui ne fera que se développer, car on peut entrevoir une époque où tout grand centre possédera la sienne. Cette pensée n'est pas une utopie ni un désir pris pour une réalité. Il est bien évident que les hommes qui se dégagent de plus en plus des décevantes entités métaphysiques, chercheront bientôt une compensation aux rêveries qu'elles procuraient, dans les concepts que la plus grande des sciences peut procurer à ceux qui veulent l'étudier. Les études des incomparables phénomènes astronomiques, même réduites aux éléments généraux, font assister à la transformation des mondes, et rien n'est plus susceptible de donner à chacun des aspirations vers un admirable idéal, et, en tous cas, de provoquer des émotions profondes qui rendent l'homme meilleur.

Un vulgarisateur dont nous approuvons les idées de phi-

osophie scientifique, car il n'a jamais fait intervenir un Dieu ou un Esprit mythique dans son enseignement et ses écrits, fut JOSEPH VINOT.

Il a contribué pendant le dernier tiers du XIX<sup>e</sup> siècle à répandre les connaissances astronomiques. Il a longtemps professé un cours d'astronomie populaire. Il avait fondé une revue, *Le Journal du ciel*, où il indiquait les phénomènes à observer dans la quinzaine. Des cartes célestes très bien comprises permettaient aux lecteurs de suivre les mouvements des astres. Les abonnés de la revue adressaient leurs observations au rédacteur, et ils échangeaient entre eux les livres d'une bibliothèque circulante.

Un autre vulgarisateur des connaissances astronomiques qui fut un moment encouragé par les pouvoirs publics, LÉON JAUBERT, avait réussi après l'exposition de 1878 à installer un observatoire populaire sur une des tours du Trocadéro, et avait organisé des séries de conférences très intéressantes sur l'astronomie.

L'œuvre de Jaubert s'étendit, une société créa, sous sa direction, l'Institut populaire du progrès, où toutes les branches du savoir humain furent explorées (1).

Le dévoué vulgarisateur ne fut-il pas secondé comme il méritait de l'être ou l'œuvre était-elle trop vaste? Toujours est-il que l'observatoire populaire et ses conférences disparurent après des périodes de réel succès.

Nous-même, ainsi du reste que quelques-uns de nos collègues de l'Association polytechnique, avons professé, il y a une vingtaine d'années, un cours d'astronomie populaire, et nous avons gardé la conviction que le public s'intéresse tout particulièrement à cette branche des connaissances humaines, et que si on voulait en vulgariser l'enseignement, les auditeurs seraient ce qui manquerait le moins.

Il est certain qu'un jour les connaissances générales de l'univers seront aussi répandues que celles de l'histoire ou de la géographie. On peut même dire que ces connaissances

(1) Dans le programme de 1892, nous retrouvons le tableau des diverses sciences naturelles dans l'ordre qui, pour nous, constitue la méthode rationnelle d'étude des sciences : astronomie, géologie, biologie, anthropologie, sociologie et psychologie.

---

sont socialement aussi utiles que les autres connaissances classiques; aujourd'hui, l'homme normal ne croit plus aux mythes des vieilles religions; il doit donc acquérir une notion des réalités de l'univers, car du point de départ tout se déduit.

Il est temps de se pénétrer de cette vérité profonde :  
« L'Univers ne s'invente pas, il s'étudie. »

---



## BIBLIOGRAPHIE

---

AGATHON DE POTTER. — *Etude sur le monde physique*. Bruxelles, 1899.

AMIGUES. — *A travers le ciel, mélanges astronomiques*. Paris, Alcan, Bibliothèque utile (n° 89). Ouvrage extrêmement intéressant; s'occupe surtout de la mécanique céleste qu'il présente sous une forme facilement accessible.

ANNUAIRE DE L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BRUXELLES (1877). — Ce numéro contient une « table chronologique des découvertes astronomiques » divisée en trois parties: observations, méthodes, instruments. Cette table est précieuse par les nombreuses sources indiquées.

ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES. — Paris, Gauthier-Villars.

Le bureau des longitudes publie tous les ans un Annuaire renfermant avec des indications astronomiques, géographiques, d'autres relatives aux Poids et mesures, aux monnaies, aux tables de mortalité, des notices scientifiques du plus haut intérêt.

L'année 1838 contient une étude d'ARAGO sur le tonnerre.

L'année 1842, du même auteur, une analyse historique et critique de la vie et des travaux de WILLIAM HERSCHEL; 369 pages de l'annuaire sont consacrées à cette étude.

L'année 1844 contient une notice d'ARAGO sur les principales découvertes de Laplace. C'est un lumineux exposé de l'œuvre du grand astronome.

L'année 1867 contient encore une notice sur l'origine et la formation de notre système planétaire par Laplace.

L'année 1868. Notice de DELAUNAY: la lune, son importance en astronomie. Le dernier paragraphe résume la théorie des marées.

Les années 1873 et 1874. Notice de FAYE sur la constitution physique du soleil.

L'année 1882. Notice de FAYE; aperçu historique sur le développement de l'Astronomie.

L'année 1883. Notice de FAYE sur l'origine des comètes. Remarquable étude.

L'année 1891. Des notices de MM. JANSSEN, TISSERAND et CORNU. L'article de ce dernier expose la méthode Doppler Fizeau pour étudier la vitesse des astres par la spectroscopie.

L'année 1897. Notice de TISSERAND sur le mouvement propre du système solaire.

L'année 1897. Notice de TISSERAND sur la carte photographique du ciel.

Notons que chaque année contient plusieurs notices. Pour l'année 1901, par exemple MM. JANSSEN, BOUQUET DE LA GRYE, BASSOT, LÆVY, POINCARÉ, CORNU ont donné des articles scientifiques.

ANGSTROM (ANDERS). — *Recherches sur le spectre solaire*, 1868. — Astronome à l'Observatoire d'Upsal, s'est particulièrement occupé d'analyse spectrale et a aidé à fixer la nature des corps qui se trouvent dans le soleil.

ARAGO. — *Rapport à la Chambre des députés pour la réimpression des œuvres de Laplace*. Paris, Bachelier, 1842. (Ce rapport a été publié dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes de 1844*).

ARAGO. — Voir *Annuaire*.

BAILLY, J. S. — *Lettres sur l'origine des sciences et sur celles des peuples de l'Asie adressées à M. de Voltaire par M. Bailly et précédées de quelques lettres de M. de Voltaire à l'auteur*. Londres et Paris 1777, 1 vol. in-8 de 348 pages.

Bailly annonce à la première page : « Ces idées exposées dans l'histoire de l'astronomie méritaient d'être présentées séparément et d'une manière qui répondît aux objections. » C'est dans ce dernier ouvrage seul que nous avons puisé nos références.

J. BERTRAND. — *Les fondateurs de l'astronomie moderne. Copernic, Tycho-Brahe, Kepler, Galilée, Newton*. Paris, Hetzel, 1865.

Dans une postface l'auteur donne des renseignements sur D'Alembert, Clairaut, Lagrange, Euler, Laplace.

*Biographie Universelle* par Lud. LALANNE, L. RENIER, etc. Paris, Garnier frères, édit.

On peut consulter les grandes Biographies et les Encyclopédies modernes.

Nous avons également mis à contribution le dictionnaire d'histoire de Bouillet. (Paris, Hachette, édit.) ainsi que de nombreux tirages à part de la Biographie éditée par Didot concernant des astronomes.

Nous devons constater que bien des incertitudes existent encore sur les dates et même sur les faits. Pour les années de la naissance de Tycho de Picard, de Newton et de plusieurs autres savants nous avons adopté les dates qui nous ont semblé appuyées par les plus grandes autorités. Si des erreurs sur ce point se rencontrent dans notre travail, c'est qu'il est presque impossible de les éviter. Nous faisons cette observation parce que nous estimons qu'un vulgarisateur qui travaille pour l'éducation populaire, doit apporter des soins aussi méticuleux à l'exactitude des faits avancés que le savant en consacre à la recherche des lois d'un phénomène.

A. BOILLOT. — *L'Astronomie au XIX<sup>e</sup> siècle, tableau des progrès de cette science depuis l'antiquité jusqu'à nos jours*. Paris, Didier, éditeur, 1864.

Bonne histoire de l'astronomie jusqu'en 1864.

Bien que spiritualiste l'auteur donne d'excellentes pensées sur

l'espace, le temps, la matière, ce qui permet de comprendre son travail dans une bibliographie déterministe.

BRAVAIS (A.). — Mémoire sur le mouvement propre du système solaire dans l'espace. *Journal des Mathématiques pures et appliquées*, VIII, 1843, p. 435. Comparez : *Comptes rendus Académie des sciences*, XVI, 1804, p. 497; XVII, 1843, p. 888.

La distribution des étoiles à mouvement propre fait l'objet des recherches de Bravais.

BRIOT. — *Les Comètes, les Nébuleuses*. Bibliothèque utile, Paris, Alcan (s. d.), XLIII.

BUCHNER. — *Lumière et vie*. Paris, Reinwald, 1883. Ouvrage de philosophie scientifique dont la deuxième partie a pour titre « La Circulation des forces et la fin du monde » et dans lequel l'auteur traite de la transformation des mondes.

CARAMAN (DUC DE). — *Histoire des révolutions de la Philosophie en France pendant le moyen âge jusqu'au XVI<sup>e</sup> siècle*. Paris, librairie philosophique de Ladrangé. Tome I, 1845, tome II, 1846, tome III, 1847.

CAZIN. — *La Spectroscopie*. Paris, Gauthier-Villars, in-18, 1878.

CZYŃSKI JEAN. — *Kopernik et ses travaux*. Paris, Renouard et Cie, 1847.

L'auteur est un profond catholique, qui fait ressortir le caractère religieux de Kopernik, mais son ouvrage est des plus intéressants, surtout au point de vue biographique.

C'est un Polonais qui décrit la vie et l'œuvre d'un de ses plus illustres compatriotes, au moment où sa patrie vient d'être détruite. L'ouvrage renferme une deuxième partie où se trouvent des notes à consulter sur Képler, Galilée, Newton, etc.

DELAUNAY. — *La Constitution de l'univers*. Bibliothèque utile. Paris, Alcan, XLIII.

DELAUNAY, voir : ANNUAIRE.

FAYE. — *Sur l'origine du monde. Théorie cosmogonique des anciens et des modernes*. Paris, Gauthier-Villars, 1884.

Nous avons analysé cet ouvrage dans le cours de notre exposition du sujet.

FAYE. — Notices diverses publiées dans l'*Annuaire du bureau des longitudes*. Années 1873-1874, sur la constitution physique du soleil. Année 1883, sur la figure des comètes.

FLAMMARION (C.). — *Astronomie populaire, description du ciel*, in-8°, Paris, 1830, supplément in-8°, Paris, 1881.

FLAMMARION (C.). — *Les Étoiles et les curiosités du ciel*, supplément à l'*Astronomie populaire*, in-8°, Paris, 1882.

GUILLEMIN (A.). — *Le Ciel, notions d'astronomie à l'usage des gens du monde et de la jeunesse*, in-8°. Paris, 1864. Éditions successives : in-8°, Paris, 1865, 1867, 1869, 1876, 1877 (Hachette). Ouvrage des plus re-

marquables de vulgarisation scientifique, bien écrit, solidement documenté, et n'affirmant que les faits acquis de la science. Il est précédé d'une préface qui est une admirable page de philosophie scientifique.

Du même auteur : *Autres mondes*. Paris, G. Carré, 1892. On pourrait presque intituler cet intéressant volume : esquisse de philosophie astronomique.

Le premier chapitre : « l'infini dans le temps et dans l'espace », est une belle étude philosophique sur la question. Les principaux chapitres suivants sont : Sirius, l'amas d'Hercule, structure de l'univers visible, le mouvement dans l'univers, une autre voie lactée, l'âge des étoiles, la fin du monde solaire, la vie dans les astres. C'est en somme un très intéressant travail touchant la question de l'évolution des mondes.

On lira aussi avec plaisir : *Les Mondes, causerie astronomique, voyage pittoresque dans l'univers visible*, in-8°, Paris, 1861 ; 2<sup>e</sup> édition, in-8°, Paris, 1863.

GUYNEMER (A. de). — *Dictionnaire d'astronomie à l'usage des gens du monde, d'après W. et J. Herschel, Laplace, Arago, Humboldt, Francœur, Mitchel et autres savants français et étrangers*. Paris, F. Didot, 1852.

Ouvrage élémentaire renfermant 500 notices, plusieurs de quelques lignes seulement, mais d'autres de plusieurs pages. Le dernier alinéa de la préface nous donne la pensée de l'auteur sur le but à atteindre par la publication de son dictionnaire : « Dans l'état actuel des connaissances, peut-être est-il plus utile de les étendre à la surface que d'en élever encore le niveau, où déjà si peu d'esprits peuvent atteindre ».

Guynemer fut en effet un vulgarisateur, ses idées philosophiques sont dégagées de métaphysique religieuse. Il publia un *Dictionnaire des incrédules*.

HAECKEL. — *Les Enigmes de l'univers*. Paris, Schleicher frères.

HÆFER. — *Histoire de l'Astronomie depuis ses origines jusqu'à nos jours*. Paris, Hachette, 1873, volume in-8° de 630 pages.

L'auteur qui est un biographe a publié plusieurs histoires des sciences. Son histoire de l'astronomie comprend : les origines de l'astronomie, l'astronomie ancienne, l'astronomie grecque, l'astronomie romaine, l'astronomie arabe et occidentale, qui forment toutes ensemble la moitié du volume. L'astronomie moderne depuis Copernic jusqu'à Newton, les progrès de l'astronomie du xviii<sup>e</sup> siècle à nos jours, notre monde, les mondes et les univers lointains forment l'autre partie.

Très bon ouvrage, remarquable par l'excellent esprit philosophique des remarques de l'auteur et par la méthode d'exposition.

HOUEAU (J.-G.). — *Vade-mecum de l'Astronomie*. Bruxelles, 1882, 1 volume, 1144 pages.

On trouvera dans ce volume tous les renseignements bibliographiques jusqu'en 1882.

H. HUBERT. — *Étude sommaire de la représentation du temps dans la religion et la magie*. Rapport annuel de l'École pratique des Hautes-Études, 1905.

Montre que les calendriers ne servent pas à compter le temps mais à marquer les différentes *qualités* qu'on attribue aux différentes périodes du temps. Ce point de vue exclusivement social contribue à établir la valeur et la genèse des représentations collectives.

JANSSEN. — Directeur de l'Observatoire de Meudon. Toutes les publications de l'éminent savant sont intéressantes à étudier. L'*Annuaire du bureau des longitudes*, la *Revue scientifique*, les comptes rendus de l'Institut et des Congrès scientifiques en renferment un grand nombre. Un travail d'une valeur capitale au point de vue de l'évolution des mondes, est le magistral discours prononcé à la séance des cinq académies en 1887 (publié in : *Revue scientifique*, 19 novembre 1887), et dans lequel M. Janssen se montre aussi profond penseur que grand astronome. Dans toutes ses publications, du reste, règne la note de la plus pure philosophie scientifique.

LAPLACE (P.-S. de). — *Exposition du système des mondes*. Le livre V de cet ouvrage forme un précis de l'histoire de l'astronomie, et le chapitre VI, intitulé : considérations sur le système du monde et sur les progrès futurs de l'astronomie, renferme la célèbre théorie de Laplace sur la formation du monde solaire. 2 vol. in-8°. Paris (an IV), 1796, 2<sup>e</sup> édit. 2 vol. in-4°, Paris (an VII), 1799, 3<sup>e</sup> édit. in-4°, Paris, 1803, 4<sup>e</sup> édit. in-4°, Paris, 1813, 5<sup>e</sup> édit. 2 vol. in-1°, Paris, 1824. Après la mort de l'auteur : 6<sup>e</sup> édit. in-4°, Paris, 1835, etc.

Réimpression à Bruxelles, in-8°, 1826, 1827, 1829, 1832.

Edition retouchée par l'auteur. La première porte sur le titre : « A la librairie du cercle social, l'an IV de la République française ». Le premier volume a 316 pages et le second 314 pages. A la 5<sup>e</sup> édition a été joint, comme livre V, l'abrégé de l'astronomie. Mais l'auteur avait retranché au livre I les chapitres XII, XVII et XVIII, qui ont été rétablis dans l'édition de 1885 faite après sa mort.

La plus récente publication et la plus authentique est celle que l'on trouvera facilement en lecture à la Bibliothèque Nationale (Casier B. O.) intitulée : *Œuvres complètes de Laplace publiées sous les auspices de l'Académie des sciences par MM. les Sociétaires perpétuels*. Paris, Gauthier-Villars, 1884, 12 volumes.

Le volume VI contient l'*Exposé du système des mondes* et le *Précis de l'histoire de l'Astronomie*.

LEBON (Ernest). — *Histoire abrégée de l'Astronomie*, avec 16 portraits. Paris, Gauthier-Villars, 1899.

LOCKYER (Norman). — *Spectroscopic observations of the Sun*, 1867.

*Elementary lessons on Astronomy*, 1868.

*Researches in Spectrum analysis*, 1873.

*On a new class of absorption phenomena*, 1875.

*Studies in spectrum analysis*, 1878.

*Star gazing*, 1878.

*Recherches sur les spectres des météorites*, traduit par M<sup>lre</sup> D. Klumpke, extrait du *Bulletin astronomique*, septembre, octobre, novembre, décembre 1888.

Cet auteur trouva, presque en même temps que Janssen, une méthode

pour l'observation des protubérances solaires à l'aide du spectroscope. Avant eux on ne pouvait étudier ces phénomènes que pendant la courte durée des éclipses totales. La Société astronomique de Paris a associé le profil des deux savants sur une même médaille pour commémorer leur découverte.

LEWY. — *Rapport de l'Observatoire de Paris, 1898.*

DASTRE (A.). — La vie de la matière. *Revue des Deux Mondes*, 15 octobre 1902, p. 405.

PUISEUX. — *Sur quelques progrès récents accomplis avec l'aide de la photographie dans l'étude du ciel.* Paris, Gauthier-Villars, 1899, broch. 30 p. 2 pl.

RADAU (R.). — *Progrès récents de l'astronomie stellaire*, in-18. Paris. 1876. Cf. Radau, *Astronomie stellaire. Revue des Deux Mondes*, 1875, p. 647.

RADAU (R.). — Publication astronomique, 1884 à 1896. *Bulletin astronomique*, 1886 à 1896.

ROYER (J.-B.). — *La Création d'après la géologie et la philosophie naturelle.* Paris, Savy, édit. 1869.

Les pages qui traitent de l'évolution des mondes sont remarquables par la hauteur des idées, et le grand esprit scientifique de l'auteur, ce document est une sorte de poème en prose sur le sujet qui nous occupe.

ROYER (Clémence). — *Histoire du Ciel*, Paris, Schleicher frères, 1901. Cet ouvrage aurait pu être intitulé : *Mes idées sur le Ciel*. Car à côté de parties classiques il contient des vues dont la valeur ne peut s'appuyer sur les faits acquis de la science.

De plus la partie analytique est aussi considérable que la partie historique. On peut dire que l'ouvrage est l'exposé de la façon dont Clémence Royer comprenait l'univers. Tout en faisant quelques réserves sur cette œuvre comme ouvrage de vulgarisation, nous en recommandons la lecture à ceux qui connaissent la question, ils trouveront des vues exprimées en toute indépendance par une femme de génie.

ROYER (Clémence). — *La Constitution du monde.* Paris, Schleicher frères, 1900.

SECCHI. — *Le Soleil et les étoiles fixes.* Paris. Bibliothèque utile, XLIII.

SECCHI. — *Les Étoiles, essai d'astronomie sidérale.* Paris, Germer Baillière, 1879.

TISSERAND, voir : ANNUAIRE.

TROUËSSART (J.). — *Galilée, sa mission scientifique, sa vie et son procès.* Poitiers, 1865.

WOLF (C.). — *Le Mouvement propre des étoiles.* Paris, Bibliothèque utile, XLIII.

WOLF (C.). — *Les Hypothèses cosmographiques. Examen des théories scientifiques modernes sur l'origine des mondes, suivi de la traduction de la théorie du ciel de Kant.* Paris, Gauthier-Villars, 1886.

# INDEX ALPHABÉTIQUE

## DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME

Pour les noms d'auteurs et les titres d'ouvrages qui ne sont pas contenus dans cet index, il faut se reporter à l'*Index bibliographique*.

En consultant l'Index des matières, il convient de lire toujours la page entière à laquelle on est renvoyé : plusieurs renseignements de même nature sont parfois dans la même page.

Se reporter à *tous* les renvois relatifs à un même fait et ne fixer son opinion qu'après les avoir tous consultés ; certains renvois paraissent contradictoires.

### A

ABDURRAHMAN SOPHI  
(astronome) Catalogues d' — 41.  
ABERRATION  
Définition 108 — de la lumière des étoiles 108.  
ABOUL-HASSAN  
(astronome) 82.  
ABOUL-HASSAN-ALI  
(astronome) 81.  
ABOUL-WÉFA  
(astronome) 81.  
ABOU RAGEL  
(astronome) 85.  
ACADÉMIE DES SCIENCES  
Installation de l' — de Paris 104.  
ACCÉLÉRATION  
(Augmentation de vitesse) — séculaire de la lune 107.  
ADAMS  
(géomètre) 122.  
AÉROLITHES  
(masses minérales qui tombent sur un astre. Étymologiquement : Pierres du ciel).  
Chute des — sur le soleil 22. Étude

des — 123. Transformation en chaleur du mouvement des — 128.  
AGATHON DE POTHER  
(astronome) 51.  
AIGLE  
Constellation de l' — 39.  
AIGRETTES  
— du soleil, 19.  
AIRES  
(espace renfermé dans des lignes)  
— des rayons vecteurs des planètes 94.  
AIRY  
(astronome) 122.  
ALBANO (PIERRE D')  
(astronome) 86.  
ALBATENIUS  
(astronome) 80.  
ALBUENA JACOB  
(astronome) 85.  
ALBUMAZAR  
(astrologue) 80.  
ALCUIN  
(savant, conseiller de Charlemagne) 79.  
ALDEBARAN  
(Étoile) 82, 107.

ALBHELM  
(*astronome*) 79.

ALEMBERT (D)  
(*mathématicien*) 111, 119.

ALEXANDRIE  
Observatoire d' — 74. Temple d' —  
76. Bibliothèque d' — 74. Voir  
ÉCOLE.

ALFERGHANI  
(*astronome*) 80.

ALSOL  
(*Étoile*) 45.

AL-HAKEM  
(*astronome*) 81, 83.

ALHAZEN  
(*astronome*) 81.

ALKHINDI  
(*astronome*) 80.

ALMAGESTE  
(*ouvrage de Ptolémée*) 76, 78, 80, 81,  
85.

AL-MAMOUN  
(*astronome*) 80.

ALPÉTRAGE  
(*astronome*) 81.

ALPHA  
(*Étoile*) 29.

ALPHONSE X  
(*astronome*) 77, 85, 86.

ALTAIR  
(*Étoile*) 45.

ALTAZIMUTH  
(*appareil d'astronomie*) 122.

AMAS STELLAIRES  
30. — du Verseau 31. — des Gé-  
meaux 31. — du Cancer 31. — du  
Toucan 31. — Oméga du Centaure  
31. — de la chevelure de Bérénice  
31. Les nébuleuses sont des — 31,  
48. — de la nuée de Magellan 31.  
— dans les vides de la voie lactée  
64.

AMIGUES  
(*astronome vulgarisateur*) 28, 49, 94,  
97, 110, 111.

ANALYSE SPECTRALE  
(*méthode scientifique au moyen de la-  
quelle on peut déterminer la com-  
position des corps qui constituent  
les astres*) 14, 28, 34, 35, 44, 45,  
47, 48, 50, 51, 52, 54, 117, 120, 122,  
123, 126.

ANALYSE INFINITÉSIMALE  
(*Étude des corps infiniment petits*)  
106.

ANAXAGORE  
(*philosophe*) 72.

ANAXIMANDRE  
(*philosophe*) 72.

ANDROMÈDE  
Nébuleuse d' — 32, 34, 100. Constel-  
lation d' — 40, 49.

ANNEAU  
— de Saturne 22, 23, 107, 127. — des  
météorites 23.

ANNÉE  
— de lumière 29. Durée de l' — 71,  
73, 76, 85. — sidérale 75, 81. —  
solaire 84.

ANNUAIRE  
— du bureau des longitudes 119, 125.

ANNULAIRE  
Forme — des nébuleuses 31.

ANTARES  
(*Étoile*) 38, 45.

ANTIQUITÉ  
(*astronomes de l'*) — 72.

APLATISSEMENT  
— de Mars, 119. — d'Uranus, 122.

ARABES  
(*astronomes*) 78, 83.

ARAGO  
(*astronome*) 91, 110, 116, 117, 119,  
133.

ARATUS  
(*poète et astronome*) 75, 76.

ARCADIENNE  
Établissement de la semaine — 77.

ARC  
(*portion de circonférence*)  
Mesure d'un — du méridien, 103,  
108.

ARCTURUS  
(*étoile*) 45.

ARGELANDER  
(*astronome*) 121.

ARGO  
Constellation d' — 58.

ARISTARQUE DE SAMOS  
(*astronome*) 73.

ARISTILLE ET TIMOCHARIS  
(*astronomes*)  
Catalogues d'étoiles d' — 73.

ARISTOTE  
(*philosophe et savant*) 96, 97.

ARMILLE  
(*cerclés représentant le ciel et le  
mouvement des astres*) 74.

ARREST (D)  
(*astronome*) 50, 123.

ARZACHEL  
(*astronome*) 81.

ASCENSION DROITE  
définition de l' — 103.

- ASCOLI-CECCO**  
 (astronome) 86.  
**ASSOCIATION POLYTECHNIQUE**  
 (société de vulgarisation) 136.  
**ASTRÉE**  
 (petite planète) 121.  
**ASTRES**  
 Unité de composition des — 13.  
 Durée des — 13. Transformation  
 des — 13. Vie des — 14. Influence  
 du soleil sur les autres — 18. —  
 Obscurs 41, 42, 43. Eloignement  
 des — 64. Rapport des — avec la  
 destinée de l'homme, 88, 89 (voir  
 sur ce point : Astrologie.) Action  
 attractive des — 110, 111. Scintil-  
 lation des — 119. Voir les noms  
 des divers —. Voir le mot : INCO-  
 RUPTIBLE.  
**ASTROLABE**  
 (instrument pour mesurer la hauteur  
 des astres ; perfectionnement de l'ar-  
 mille) 74, 84. Trait de l' — 86.  
**ASTROLOGIE**  
 (art de prédire l'avenir d'après les  
 astres), 71. Tradition de l' — 86.  
 Rapport de l' — avec l'astronomie,  
 80, 86.  
**ASTROLOGUE**  
 Voir : astrologie.  
**ASTRONOME**  
 Voir : astrologues et noms des di-  
 vers astronomes.  
**ASTRONOMIE**  
 (science des astres) — dans l'an-  
 tiquité, 13, 70, 71. Progrès de —  
 67, 105. Ancienneté de l' — 67, 70.  
 — et Géométrie, 71. Les fondateurs  
 de l' — moderne, 87. Avenir de  
 l' — populaire, 133.  
 Voir : Astronome, astrologue, astro-  
 logie, analyse spectrale.  
**ASTRONOMIQUE**  
 Société — de France, 135.  
**ATLAS**  
 — céleste, 112. — éclipique, 124.  
**ATMOSPHÈRE**  
 — du soleil, 19, 34. Analyse de l' —  
 du soleil, 124. — des planètes, 126.  
**ATTRACTION**  
 Définition, — 106. — mutuelle de Ju-  
 piter et de Saturne, 108. — des  
 astres, 111. — du Soleil, 116. Voir  
 le mot FORCE.  
**AUTEL**  
 Constellation de l' — 140.
- AUSTRAL**  
 Hémisphère — 32.  
**AUWERS (Dr)**  
 (astronome) 29, 125.  
**AUZOUT**  
 (astronome) 104.  
**AVERRHÔES**  
 (philosophe) 81.  
**AXE**  
 (Ligne droite idéale autour de la-  
 quelle tourne un astre).  
 — de la terre, 108, 111.
- B**
- BABYLONIENS**  
 (peuples de l'antiquité). Les — avaient  
 la semaine, 71.  
**BACON**  
 (philosophe et savant).  
 — explique les marées, 80, 86. —  
 explique la réfraction astronomique  
 et découvre le principe des lu-  
 nettes, 84. — imagine le télescope,  
 96.  
**BAGDAD**  
 astronomes de — 80.  
**BAILLY**  
 (astronome et homme politique) 117  
 erreurs de — 69.  
**BALANCE DE TORSION**  
 (aiguille supportée par un fil de  
 cuivre dont les déviations sous l'in-  
 fluence de l'électricité marquent  
 le degré de torsion du fil).  
 Mesure de la terre par la — 118.  
**BALEINE**  
 Constellation de la — 38, 99, 100.  
**BARNARD**  
 (astronome) 127.  
**BAYER**  
 (astronome) 100.  
**BEDE**  
 (astronome) 79.  
**BEER**  
 (astronome) 122.  
**BÉLIER**  
 Signe du — 103.  
**BEN ALI**  
 (astronome) 85.  
**BEN-SAÏD**  
 (astronome) 85.  
**BÉRÉNICE**  
 (amas stellaire),  
 Chevelure de — 29, 31.

- BERTRAND  
(*astronome*) 80, 94, 129.
- BESSEL  
(*astronome*) 29, 109, 121.
- BÉTELGEUSE  
(*étoile*) 38, 45, 82.
- BIELA  
(*comète*) 24, 118.
- BIGOURDAN  
(*astronome*) 129.
- BIOT  
(*astronome*) 123.
- BOCHART DE SARON  
(*astronome*) 117.
- BODE  
(*astronome*) 112. Loi de — 112.
- BONG G. - P.  
(*astronome*) 124.
- BORRELLI  
(*astronome*) 96.
- BORELLI  
(*astronome*) 68, 105.
- BOULLIAUD  
(*astronome*) 105.
- BOUVARD  
(*astronome*) 116.
- BRADLEY  
(*astronome*) 108, 109.
- BRAVAIS  
(*astronome*) 41.
- BRIOT  
(*vulgarisateur*) 31.
- BRUDZESWSKI  
(*astronome*) 89.
- BRUGES (RODOLPHE DE)  
(*traducteur d'ouvrages astronomiques*) 79.
- BRUNO  
(*astronome*) 89.
- BUCHNER  
(*philosophe*) 128.
- BUFFON  
117, 130.
- BUNSEN  
(*physicien*) 123.

## C

- CAIRE  
Astronomes du — 81.
- CALCUL  
— différentiel et intégral (*partie des mathématiques supérieures*) 111. — de la masse des petites planètes, 122. — de l'orbite des comètes,

120. Découverte du — différentiel, 68.

## CALENDRIER

(*tableau des jours de l'année*, 76, 78, 84, 85, 92. Voir les mots : ANNÉE, JOUR, MOIS, voir la bibliographie : H. HUBERT.

## CANCER

Constellation du — 31.

## CAPRICORNE

Constellation du — 31.

## CARRINGTON

(*astronome*) 122.

## CARTE

— céleste, 37, 127, 136. — de la lune, 122. — photographique du ciel, 127.

## CASSINI

(*astronome*) 102.

## CASSIOPÉE

Constellation de — 39.

## CASTOR

Étoile triple, 23.

## CATALOGUE

— d'étoiles, 73, 75, 82, 93, 110, 112. — d'étoiles doubles, 120. — de nébuleuses, 101, 112, 113.

## CAYENDISH

(*astronome*), 118.

## CENTAURE

Constellation du — 26, 39. Étoile alpha du — 29. Étoile omega du — 31. Nébuleuse du — 107.

## CENTRIFUGE

Force — 102 (*qui tend à s'éloigner du centre*).

## CÉPHÉE

(*Constellation*) 33, 39.

## CERCLE

— répétiteur, 110.

## CERES

(*petite planète*) 118.

## CHACORNAC

(*astronome*) 29, 41, 50, 118, 124.

## CHALDÉE

Astronomes de la — 71.

## CHALEUR

Transformation du mouvement en — 22, 128. — des étoiles, 42, 51.

## CHAOS

(*confusion générale des éléments de la matière*).

— d'après Kant, 60 — d'après Faye, 62. Hypothèse du — 64.

## CHARLOIS

(*astronome*) 118.

CHIENS DE CHASSE  
Nébulose des — 32, 33, 134.

CHINOIS  
Astronomes — 71, 73.

CHRISTIANISME  
Influence néfaste du — 83.

CHROMATISME  
(*inconvenient des lunettes*) 109.

CHROMOSPHERE  
(*l'une des enveloppes du soleil*) 19, 22.

CHUTE  
— sur le soleil, 24. — des corps, 97.

GÉRARD DE CRÉMONNE  
(*traducteur de l'Almageste*) 79.

CITATIONS  
Utilité des — dans cet ouvrage, 26.

CLAIRAUT  
(*mathématicien*) 110, 111, 119.

CLARKE  
(*astronome*) 29.

CLAUVIUS  
(*mathématicien*) 84.

CLÉOMÈDE  
(*astronome*) 76.

COCHER  
Constellation du — 41.

COLLÈGE  
— astronomique d'Alphonse X 85.

COLLIMATION  
Définition, 103.

COMÈTE  
Origine des — 23. Matière des — 24, 25. Instabilité des — 24, voir le mot INCORRUPTIBLE. Étude des — 92. Queue des — 23, 121. — morcelées 24. Segmentation des — 14. Périodes des — 24. Analyse spectrale des — 126. Orbite des — 25, 100, 117, 118. Influence qui sollicite les — 25. Retour des — 107. — périodiques, 120. Travaux de M. Faye sur les — 125, — de 1472, 88, — de 1680, 102. — de Biela, 24, 113. — de Donati, 123. — d'Encke, 120. — de Halley, 107. — de Lexel, 24.

COMPAS  
Constellation du — 110.

COMPOSITION  
— du soleil, 119, 125.

CONSERVATION  
Voir FORCE.

CONNAISSANCE  
— des temps, 103.

CONDENSATION  
(*Devenir plus compact*).  
— de la matière cosmique, 51, 52, 53.

CONGRÉGATION  
— de l'Index, 99.

CONSTELLATION  
Réalité des — 27, 30. — de l'Aigle, 39. — d'Andromède, 40, 49. — d'Argot, 50. — de l'Autel, 110. — de la Baleine, 38, 99, 100. — du Cancer, 31. — du Capricorne, 38. — de Cassiopée, 39. — de Céphée, 33, 39. — du Centaure, 26, 31. — des Chiens de chasse, 33. — du Cocher, 40. — du Compas, 110. — de la Couronne, 40, 43, 44. — du Cygne, 39, 40, 43, 121. — du Dragon, 38, 46. — de l'Écu de Sobieski, 101. — de l'Écrevisse, 38. — de l'Équerre, 110. — d'Eridan, 49. — des Gémeaux, 29, 31, 38. — de la Grande-Ourse, 33, 38, 41, 45, 49. — d'Hercule, 28, 29, 38, 41, 45, 49. — de l'Hydre, 38, 49. — du Lion, 41. — du Lynx, 38. — du Navire, 38, 44. — d'Ophiucus, 40. — d'Orion, 34. — du Pégase, 33, 38, 45. — de Persée, 38. — des Pléiades, 38. — des Poissons, 38. — du Poisson austral, 41. — de la Règle, 40. — du Renard, 39. — du Sagittaire, 38, 49. — du Scorpion, 38, 39. — du Sextant, 110. — du Taureau, 41, 50, 123. — du Triangle, 33, 110. — du Verseau, 31, 38, 49. — de la Vierge, 33, 38.

CONTRACTUS HERMAN  
(*astronome*) 79.

COORDINATION  
— scientifique, 68.

CORPS  
Chute des — 97. Problème des trois — 111.

COSMOS  
(*Monde, univers*), voir : ces mots.

COURONNE  
(*Étoile*). Sigma de la — 30. Constellation de la — 40, 43, 44.

CRÉATION  
Voir COSMOS. — ex nihilo, 14, 65.

CRITIQUE  
Esprit — 97. — des théories de l'évolution des mondes, 130.

CUSA (NICOLAS DE)  
(*astronome*) 87, 91.

CYGNE  
Constellation du — 39, 40, 43.

## D

- DAMOISEAU  
(astronome) 118.
- G.-H. DARWIN  
(astronome) 63, 131.
- DÉCOMPOSITION  
— de la lumière, 109.
- DÉCOUVERTE  
— de l'Amérique, 76.
- DELAMBRE  
(astronome) 113.
- DELAUNAY  
(astronome) 67, 124.
- DÉMOCRITE  
(philosophe) 72.
- DENSITÉ  
(rapport du poids d'un corps à son volume).  
— de la terre, 118.
- DESCARTES  
(philosophe).  
Théorie des Tourbillons de — 62.
- DÉVIATION  
— des rayons lumineux, 100. — des corps pesants, 120.
- DICQUEMARE  
(vulgarisateur) 123.
- DIEU  
Hypothèse — est une erreur de Kant, 50, 60. Laplace ne parle jamais de — 61. Impossibilité de — 65. Influence des — 72. Voir le mot : SCIENCE.
- DIFFRACTION  
Définition, 100.
- DIOPTRE  
(Appareil qui mesure la direction des rayons lumineux après qu'ils ont traversé des milieux différents).  
Invention du — 74.
- DISQUE  
— du soleil, 19.
- DISSOCIATION  
(Séparation des molécules d'un corps sous l'influence de la chaleur) 51.
- DISTANCE  
— du soleil à la terre, 108. Rapport des — des planètes, 112. — des étoiles, 121. Unité de mesure des — 106.
- DOERFEL  
(astronome) 102.

## DOLLOND

- (astronome) 109.
- DRAGON  
Constellation du — 38, 49.
- DU LIGONDÉS  
(astronome) 132.

## E

- ECLIPSE  
(Disparition totale ou partielle d'un astre par l'interposition d'un autre astre) — de soleil, 19, 71. Observation des — 81. Table des — 87.
- ECLIPTIQUE  
(Cercle que décrit la terre dans son mouvement annuel autour du soleil), 71, 72, 74, 80, 81, 108.
- ÉCOLE  
— Ionienne, 71, 72. — d'Alexandrie, 73, 74, 76, 78. — d'Athènes, 79.
- ÉCREVISSE  
Constellation de l' — 38.
- ÉCU DE SOBIESKI  
Constellation de l' — 101.
- ÉGLISE  
Voir le mot SCIENCE
- ÉGYPTE  
Astronomes de l' — 71, 81.
- EL-GONEJO  
(astronome) 85.
- ELECTRIQUES  
Rôle des phénomènes — dans la formation des mondes, 22.
- ELLIPSE  
(Courbe fermée obtenue par la section oblique d'un cône droit). — des comètes, 24. Les orbites des planètes sont des — 95. — décrite par la terre, 108.
- ENCKE  
(astronome) 120.
- ÉNERGIE  
Voir MATIÈRE.  
— Solaire, 20, 52. — Théorie de la conservation de l' — 56, 129.
- ENGELBERT  
(astronome) 79.
- ÉNIGMES  
— de l'Univers, 56.
- ÉPHÉMÉRIDES  
(Tables astronomiques qui donnent pour chaque jour de l'année la situation des planètes).  
— régulières, 88.

**EQUATEUR**  
(Grand cercle d'une sphère qui la divise en deux hémisphères et dont les points sont à égale distance des pôles).

— de la lune, 112.

**EQUATION**

(Différence entre le temps vrai et inégal marqué par le soleil et le temps moyen marqué par une pendule bien réglée).

— de temps, 107.

**EQUERRE**

Constellation de l' — 110.

**EQUINOXE**

(Instant de l'année auquel le soleil passant sur l'équateur rend les jours égaux aux nuits pour toutes les régions de la terre) 75, 103.

**ERATOSTRÈNE**

(philosophe) 74.

**ERIDAN**

Constellation d' — 49.

**EROS**

(petite planète) 129.

**ERREURS**

— de la tradition biblique, 64. — de Bailly, 69. — de la mécanique céleste, 90. — de certains systèmes des mondes, 90.

**ESPACE**

L' — est illimité, 56, 65. L' — est vide (Kant) 60. L'Espace n'est jamais vide (Haeckel), 58. L'Infini de l' — est inconcevable, 65. L' — limité est absurde, 65. Direction du système solaire dans l' — 121.

**ESPAIGNOLS**

astronomes — 81, 84.

**ESPRIT HUMAIN**

Obstacles aux progrès de l' — 86. Rapidité des progrès de l' — 14, 61, 96. Marche de l' — 87. Les découvertes de l' — 68.

**ESPRIT SCIENTIFIQUE**

69, 97.

**ÉTERNITÉ**

L' — des mondes n'existe pas, 41.

**ÉTOILES**

Observations des — 85, 103, 120. Les — sont des soleils, 26, 32, 35, 102. Grandeurs des — 37, 38, 40, 76. Distance d'une — 121. — visibles, 27. Position des — 109. Amas d' — 30. — de la voie lactée, 26. — de la Nuée de Magellan, 32. Zone d' — 121. — disparues, 40. — fixes, 95. —

variables, 37, 38, 100, 121. — multiples, 13, 28, 29, 120. — doubles, 13, 28, 29, 102, 106, 115, 120, 125, 127. — temporaires, 14, 39, 40, 43, 75. — périodiques, 38, 99. — filantes, 14, 24, 118, 121, 122, 127. Pluies — 24. Mouvements propres des — 27, 28, 30, 107, 110, 120, 121. — Lumière des — 37, 38, 108. Composition des — 45, 124. Analyse spectrale des — 14, 19, 28, 34, 35, 43, 44, 117, 126. Age des — 42, 43. La mécanique céleste et les — 28. Loi de Képler et de Newton, 30. Classification des — 44, 45, 46. Noms des — 82, 100. Catalogue d' — 73, 82, 93, 110, 112, 120. (Voir les noms des — et AMAS STELLAIRES.)

**EULER**

(astronome) 111.

**EVECTION**  
définition, 78.

**EVOLUTION**

(Voir MONDE).

**EUROXE**

(astronome) 73.

**F**

**FABRICIUS DAVID**

(astronome) 38, 93, 99.

**FABRICIUS JEAN**

(astronome) 99.

**FANATISME**

86, voir le mot SCIENCE.

**FAYE**

(astronome) 62, 115, 125, 126, 130. Critique de quelques idées de M. — 50, 51, 52.

**FIZEAU**

(astronome) 1:2.

**FLAMMARION**

(vulgarisateur) 32, 33, 38, 50, 134.

**FLAMSTEED**

(astronome) 107.

**FOLLOTS**

(volants régulateurs) 101.

**FOMALHAUT**

(étoile) 82.

**FONTANA**

(astronome) 105.

**FORCE**

— de concentration des étoiles, 32. — d'attraction des étoiles, 32. — distincte de la gravitation, 121. — centrifuge, 102. — et matière, 56.

**FOUCAULT**

(physicien) 123.

FRAUENHOFER  
(*astronome*) 116, 117. Raies de — 34.  
FRÉDÉRIC II  
84.  
FUSEAU  
Forme de — de la nébuleuse d'Andromède, 31.

**G**

GALILÉE  
(*astronome*) 96, 97, 98, 99, 101, 105.  
GALL  
(*astronome*) 122.  
GAMMA  
étoile — de la Vierge est un système triple, 29.  
GASPARI  
(*astronome*) 118.  
GASSENDI  
(*astronome*) 98, 105.  
GÉMEAUX  
Constellation des — 29, 31, 38.  
GÉOCENTRIQUE  
erreur — 88 (*fait de la terre le centre de l'univers*).  
GÉOMÉTRIE  
— et astronomie, 71.  
GILBERT MAMMOT  
*évêque et astronome*) 79.  
GLOIRES  
(*flammas qui s'élèvent du soleil*) 19.  
GOLDSMITH  
(*astronome*) 118.  
GRANDEUR  
Voir ÉTOILE.  
GRANDE OURSE  
Constellation de la — 29, 33, 38, 45, 49.  
GRAVITATION  
(*Force en vertu de laquelle tous les corps s'attirent réciproquement en raison directe de leur masse et en raison inverse du carré de leur distance*) 28, 30, 53, 59, 66, 103, 105, 107, 120, 121.  
Voir le mot ATTRACTION.  
GRÈCE  
Astronomes de la — 71.  
GUILLEMIN  
(*vulgarisateur*) 29, 30, 32, 37, 44, 48, 134.  
GUYNEMER  
(*vulgarisateur*) 58, 109, 130.

**H**

HAECKEL  
(*philosophe*) 56.  
HAKÉMITES  
Voir TABLES.  
HALL-ASAPH  
(*astronome*) 127.  
HALLEY  
(*astronome*) 68, 107.  
Comètes de — 110.  
HARDING  
(*astronome*) 118.  
HARMONIE  
— de la nature, 59. — des mondes, 94.  
HASSAN BEN HAITEM  
(*astronome*) 81.  
HELMHOLTZ  
(*physicien*) 56.  
HÉMISPÈRE  
Notre — 31. — austral, 32.  
HÉMEALDE  
(*astronome*) 79.  
HENCKE  
(*astronome*) 121.  
HENRY (frères)  
(*astronomes*) 118.  
HERCULE  
Nébuleuse d' — 107. Constellation d' — 28, 29, 31, 38, 41, 45, 49.  
HERSCHEL  
(*astronome*) 29, 32, 34, 38, 41, 49, 52, 53, 58, 113, 114, 115, 116, 130.  
HÉVELIUS  
(*astronome*) 41, 104, 109.  
HIND  
(*astronome*) 39, 118, 123.  
HIPPARQUE  
(*astronome*) 39, 77.  
HOEFER  
(*Historien de l'astronomie*) 77, 78, 79, 80, 81, 82, 85, 90, 93, 96, 97, 98, 105.  
HOLBACH (BARON D')  
(*philosophe*) 112.  
HOLYWOOD  
(*astronome*) 84.  
HOOKE  
(*astronome*) 68, 105.  
HORIZON  
Réfraction près de l' — 88.  
HORLOGES  
Invention des — 96. — Application du pendule aux — 101. — astronomiques, 101.

HOROSCOPE  
(*art des astrologues*) 71.  
Voir ASTROLOGUES.  
HUGGINS W.  
(*astronome*) 44, 129.  
HUYGHENS  
(*astronome*) 34, 68, 97, 161, 102, 105.  
HUMBOLDT  
(*naturaliste*) 118.  
HYDRE  
Constellation de l' — 38, 49.  
HYPATHIE  
(*femme d'un grand savoir victime des chrétiens*) 78, 83.  
HYPOTHÈSE  
(*supposition que l'on fait d'une chose, pour la vérifier ensuite par l'expérience*).  
— cosmogoniques, 63, 126. Les théories cosmogoniques ne sont souvent que des — 58, 59, 66.

## I

IBN MOUSSA  
(*astronome*) 85.  
IBN SCHATHIR  
(*astronome*) 82.  
IBN YOUNIS  
(*astronome*) 81.  
IDÉAL  
— et matérialisme, 69. — 135.  
IMMOBILITÉ  
— des cieux, voir : INCORRUPTIBLE.  
INDEX  
Congrégation de l' — 99.  
INCORRUPTIBLE  
Les mondes, les astres ne sont pas — 13, 22, 36, 41, 42, 57.  
INFINITÉSIMALE  
Voir : ANALYSE.  
INSTABILITÉ  
— des comètes, 24.  
INSTITUT POPULAIRE  
— de Jaubert, 136.  
INSTRUMENT  
— astronomiques, 107. Perfectionnement des — astronomiques, 127, 128.  
INTERFÉRENCE  
(*Diminution de la lumière lorsque les rayons lumineux se croisent*).  
Principe des — 119.  
IONIENNE  
Ecole — 71, 72.  
IRISATION  
(*Réflexion des rayons colorés*) 109.

## J

JANSSEN  
(*astronome*) 42, 43, 45, 46, 52, 124, 126.  
JERUDA EL CONEJO  
(*astronome*) 85.  
JESUS  
Compagnie de — 99.  
JAUBERT  
(*vulgarisateur*) 136.  
JOULE  
(*vulgarisateur*) 56, 128.  
JUPITER  
(*planète*). Satellites de — 97, 102, 105, 106, 122, 127. Ombre des satellites de — 105. Rotation de — 103. Inégalités de — 107.

## K

KANT  
(*philosophe*) 58, 59, 68, 130.  
KÉPLER  
(*astronome*) 30, 39, 68, 76, 87, 93, 94, 95, 97, 105, 106, 124.  
KHALIFES  
(*titre des premiers souverains mahométans*).  
Les — favorisaient l'astronomie, 80.  
KIRCHHOFF  
(*astronome*) 123.  
KLINGENSTIERNA  
(*physicien*) 109.  
KOPERNIC  
(*astronome*) 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 97, 98, 99, 103, 105.  
Kai  
— étoile double de la Grande Ourse, 29, 120.

## L

LACAILLE  
(*astronome*) 34, 50, 109, 110.  
LA CONDAMINE  
(*astronome*) 108.  
LAGRANGE  
(*mathématicien*) 112, 119.  
LALANDE  
(*astronome*) 111, 112, 133.  
LAMBERT  
(*astronome*) 117.  
LAUGIER  
(*astronome*) 122.

LAPLACE  
(*mathématicien et astronome*) 23, 25, 54, 58, 60, 61, 63, 64, 66, 68, 72, 78, 89, 108, 109, 115, 116, 119, 130.

LASSEL  
(*astronome*) 123.

LAVOISIER  
(*chimiste*) 56.

LEIBNITZ  
(*philosophe*) 68, 106.

LEGENDE  
(*mathématicien*) 116.

LÉGENDAIRE  
Période — de l'histoire de l'astronomie, 70.

LÉGENDE  
— religieuse, 14.

LE VERRIER  
(*astronome*) 122.

LEXEL  
Comète de — 24.

LIBRATION  
(*Balancement apparent de la lune autour de son axe*) 100, 106, 112.

LINDENAU  
(*astronome*) 121.

LION  
Constellation du — 30, 33, 38.

LOEWY  
(*astronome*) 52, 127, 128.

LOCKYER  
(*astronome*) 58, 126.

LOI  
— de l'Évolution, 87, 123. — de Bode, 112. — de Képler, 30. — de Newton, 30, 106, 120. — de la Gravitation, 30, 87, 103, 105, 106, 120.

LONGITUDE  
(*Distance d'un lieu à un méridien convenu appelé premier méridien*)  
détermination des — en mer, 111.  
Annuaire du Bureau des — 118.

LŒUF  
Constellation du — 41.

LUMIÈRE  
Vitesse de la — 27, 28, 64, 77, 106, 122, 123. Années de — 20, 64. — des étoiles, 37, 38, 39, 42, 108. Déviation de la — 100. Diffraction de la — 100. Décomposition de la — 103. — cendrée de la lune, 92. — parla lune, 72. — non réfractée par la matière planétaire, 24. — zodiacale, 20, 102, 116, 118, 121. Voir : DIFFRACTION, ANALYSE SPECTRALE, LUNE, SOLEIL, PLANÈTE.

LUNE  
Taches de la — 99, 100, 101. Montagnes de la — 97. Pourquoi la — tourne toujours la même face vers la terre, 97. Equateur elliptique de la — 112. Observation de la — hors du méridien, 122. Quadratures de la — 73. Lumière réfléchiée par la — 72. Lumière cendrée de la — 92. Libration de la — 100, 106, 112. Phases de la — 70, 71. Périodes de la — 71, 73. Rotation de la — 112. Mouvement de la — 75, 81, 123, 129. Marche régulière de la — 116. Accélération de la — 81, 107. Inégalité de la — 75, 81, 116. Variations de la — 93. Cartes de la — 103, 122. Tables de la — 110, 116, 118. Les 9 — de Saturne, 22. Voir : SATELLITE, LUMIÈRE, ANALYSE SPECTRALE.

LUNETTE  
Conséquences de l'invention des — 97. Construction des — 96, 97, 109. Application des — 100. Puissance des — 31, 101. Oculaire des — 103. — achromatique, 109. — méridienne, 107.

LYNX  
Constellation du — 38.

LYRE  
Nébuleuse de la — 50.

## M

MÄDLER  
(*astronome*) 122.

MÄSTLIN  
(*astronome*) 92.

MAGELLAN  
Nuée de — 31, 32.

MALUS  
(*astronome*) 119.

MANILIUS  
(*poète latin*) 75.

MARÉES  
Explication des — 80. Cause des — 106. Phénomènes des — 116.

MARIA D.  
(*astronome*) 89.

MAROCAINS  
astronomes — 81.

MARS  
Diamètre de — comparé à celui de Titan, 23. Rotation de — 102. Taches de — 105. Aplatissement de — 119. Canaux de — 127.

**MATÉRIALISME**  
— et idéal, 69.

**MATHÉMATIQUES**  
Principes — de la philosophie naturelle, 105.

**MATIÈRE**  
Absence de réfraction de la — 24.  
Activité de la — 32, 36. La — cause des phénomènes terrestres, 34.  
Changement d'état de la — 52, 53. Etat primordial de la — 47, 50.  
Existence de la — 33. Éternité de la — 65, 66. Evolution de la — 52.  
Infini de la — 56. Lumière non réfractée par la — cométaire, 24. — des comètes, 24. — coexistante avec Dieu (Kant), 60. — cosmique, 48. — des nébuleuses, 47. — élémentaire d'après Kant, 60. — et énergie, 56, 67, 132. — impénétrable, 36. — non condensée, 48. — qui forme les comètes, 23, 24. — radiante, 47. — raréfiées, 24.  
Densité de matière du soleil, 18, 19. Condensation de la — solaire, 19. Transformation de la force et de la — 56. Unité de la — 28, 34, 35, 51, 53.

**MAUPERTUIS**  
(géomètr.) 103.

**MAYER (Tobie)**  
(astronome) 110.

**MAYER (Robert)**  
(physicien) 128.

**MÉCANIQUE**  
La — céleste s'applique aux étoiles, 28. — analytique, 112. Perfectionnement de la — céleste, 115.

**MÉCHAIN**  
(astronome) 113, 116.

**MERCURE**  
Mesure de la rotation de — 120. Passage de — sur le soleil, 99. Phases de — 100, 101. — planète satellite du soleil, 71. Rotation de — 127. Volume de — 101.

**MÉRIDIEN**  
Arc d'un — 103, 108. Longueur du — 113. Mesure du — 113, 116, 121. Observation de la lune hors le — 122. Pratique du — 121.

**MESSIER**  
(astronome) 112.

**MESMÉRISME**  
(Doctrin de Mesmer sur le magnétisme animal) 117.

**MESURE**  
— de la terre, 74, 103. — de l'aplatissement d'Uranus, 122. — de la vitesse de la lumière, 106, 123. — — micrométriques, 122. — d'une parallaxe, 121. — de l'épaisseur de l'anneau de Saturne, 120. — de la rotation de Mercure, 119.

**MÉTÉOROLOGIE**  
(Partie de la physique qui traite des phénomènes atmosphériques) 86.

**MÉTHODE**  
— des hauteurs correspondantes, 103. — à calculer le retour des comètes, 107.

**MÉTAPHYSIQUE**  
— de Kant, 60.

**MÉTÉORITES**  
— de la comète de Biela, 24. Anneaux de — 24. Essaim de — 24.

**MÉTUIS (Jacques)**  
(savant) 96.

**MÉTON**  
(astronome) 72.

**MICROMÈTRE**  
Invention du — à fil mobile, 104.

**MILLER**  
(chimiste) 44.

**MIRA CETI**  
étoile — 38, 99, 100.

**MOIS**  
Durée du — 71.

**MOHR**  
56.

**MONDES**  
Evolution des — 23, 25, 33, 40, 42, 43, 44, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 99, 123, 124, 125, 130. Explication mécanique des — 130. Formation d'un — (Saturne) 22. Fin du — 63, 129. Harmonie des — 94. Origine des — 47, 48, 49, 50, 52, 54, 55, 68, 115. — planétaire, 22. Pas de commencement du — pas de fin, 55, 65. — solaire, 15. — de Saturne, 22. Transformation des — 22, 36, 65. Voir : ASTRES.

**MONGOLS**  
(astronomes) 82.

**MOUVEMENT**  
Cause du phénomène du — 34, 36. Irrégularité du — de Sirius, 121. Preuve du — de la terre, 108. Théorie des — de la lune, 124. Transformation en chaleur du — 22, 128. Vision du — des astres, 36. — des comètes, 102, 120. —

inégal de la lune et du soleil, 81, 120. — du soleil, 22, 77, 121. — propre des étoiles, 121. Voir : ÉTOILES.

MOUCHEZ (Amiral)  
(astronome) 127, 128.

MOYEN AGE  
Astronomes du — 83, 99.

MULLER  
(astronome) 93.

MYRE  
L'immuabilité est un — 36. — religieux, 137.

**N**

NASSIR-EDDNI-THOUSI  
(astronome) 82.

NAVIRE  
Constellation du — 38, 44. Nébuleuse du — 47, 49.

NÉBULEUSES  
Les — sont des amas d'étoiles, 31. — au delà de la voie lactée, 114. — d'Andromède, 100. — d'après Cl. Royer, 132. — de la nuée de Magellan, 32. — du Centaure, 107. — des chiens de chasse, 33, 134. — disparues, 40, 50, 123, 124. Les — en spirale, 33, 122 (Voir FORME). — invisibles, 65. — irréductibles, 47, 49. — de la Lyre, 50. — non composées d'étoiles, 47, 49. — d'Orion, 102. — du Navire, 47, 49. — du Renard, 50. — réductibles, 31. — du Verseau, 47. Catalogues des — 101, 112, 113. Changement dans les — 105. Découverte des — 33. Éléments générateurs des — 131. — Evolution des — 47, 52. Forme des — 31, 47. Lumière des — 113. Mouvement propre des — 122. Noyaux des — 48, 49. Photographie des — 14, 129. Résidu de — 24. La voie lactée est une — 27, 30.

NEPTUNE  
Planète, 122. Orbite de — 26.

NEWTON  
(astronome) 30, 68, 95, 103, 105, 106, 107, 115, 120, 124.  
(Voir Lor).

NUÉE  
— de Magellan, 31, 32.

NUTATION  
définition 108.

**O**

OBJECTIF  
— d'une lunette, 103.

OBLIQUITÉ  
(angle d'environ 23° 28' que l'écliptique forme avec l'équateur) 72, 74, 80, 84.

OBSERVATOIRE  
— d'Alexandrie, 74. Création de l' — de Paris, 102. — de Bagdad, 80. Fondation d' — 104. — de Méragah, 82. — de Tycho-Brahé, 93.

OLEERS  
(astronome) 118.

OLOUG-BEG  
(astronome) 41, 82.

OMÉGA  
étoile de la constellation du Centaure, 31.

OMICRON  
étoile de la constellation de la Baleine, 38.

OPHIUCUS  
Constellation — 40.

OPTIQUE  
Traité d' — 106.

ORIENTATION  
(action de situer dans l'espace) 72.  
Voir à la Bibliographie M. Mauss.

ORION  
Constellation, 33. Nébuleuse d' — 49, 102.

ORBITE  
Les — des comètes sont des ellipses, 95. Axe des — 95. — des comètes, 24, 100, 116, 117, 118. — d'étoiles doubles, 120. — Ksi de la Grande Ourse, 29. — de Neptune, 26. — des planètes, 129. — de Procyon, 29. — de la terre, 57. — de Vénus, 20.

OSCILLATION  
— de Jupiter et de Saturne, 107, 108.

**P**

PALLAS  
(étoile) 118.

PANTHÉISME  
(système philosophique) 60.

PARALLAXE  
Définition, 73, 116, 121, 123, 130.

PÉGASE  
Constellation de — 33, 38 45.

105. PEIRESC (Fabre de)  
 PENDULE  
 (*poids suspendu de manière qu'étant mis en mouvement il fasse des oscillations régulières*) 88, 96, 97, 101.  
 PÉRICLÈS  
 — protégé ANAXAGORE, 72.  
 PÉRIODE  
 — des comètes, 24, 107. — des étoiles, 37, 121.  
 PERSÉE  
 Constellation de — 38.  
 PERSÉIDE (ou Nova)  
 étoile temporaire, 40.  
 PERSES  
 Astronomes — 82.  
 PERTURBATIONS  
 — dans les mouvements des astres, 23, 122.  
 PESANTEUR  
 (*attraction considérée dans les corps planétaires*).  
 Loi de la — 106.  
 PETERS C. et F.  
 (astronomes) 118.  
 PUERBACH (Georges de)  
 (astronome) 87.  
 PHILOLAÛS  
 (*pythagoricien*) 91.  
 PHILOSOPHIE  
 14, 85, 97, 124.  
 PHOTOGRAPHIE  
 — des étoiles variables, 39. — des petites planètes, 118. — des nébuleuses, 47.  
 PHOTOMÉTRIE  
 (*Mesure de l'intensité de la lumière*).  
 Comparaisons photométriques, 117.  
 PHOTOSPHÈRE  
 (*atmosphère lumineuse du soleil*) 19, 44.  
 PICARD  
 (astronome) 102, 103.  
 PIAZZI  
 (astronome) 118.  
 PLANÈTES  
 Atmosphère des — 126. Action mutuelle des — 111. Chaleur et lumière des — 18. Calcul de la masse des petites — 122. Découverte des petites — 118, 124, 129. Les orbites des — sont des ellipses — 95. La terre est une — 88, 89. Origine des — 130. Rapi-

dité des — 89. Rayons vecteurs des — 94. Révolution des — 95. Système planétaire, 106. Théorie des — 87.  
 PLÉIADES  
 Constellation des — 38.  
 PLINÉ  
 39.  
 PLATO TIBURTINUS  
 (*Traducteur d'ouvrages astronomiques*) 79.  
 POINCARRÉ  
 (*mathématicien*) 120.  
 POISSON  
 (astronome) 120.  
 POISSON AUSTRAL  
 Constellation du — 41. Les poissons (*constellation*) — 38.  
 POLARISATION  
 Définition, 119.  
 POLARISCOPE  
 (*appareil au moyen duquel on rend sensible le phénomène de la polarisation lorsqu'il se produit avec une faible intensité*) 119.  
 POLLUX  
 (étoile) 55.  
 PONS  
 (astronome) 120.  
 PRIÉJÉS  
 Absurdité des — religieux, 65. — de caste, 94.  
 PRÉCESSION  
 Définition, 75.  
 PRINCÍPE  
 — des interférences, 119. — mathématique de la philosophie naturelle, 105.  
 PRINTEMPS  
 Equinoxe du — 103.  
 PROBLÈME  
 — des trois corps, 110, 111.  
 PROCYON  
 (étoile) 29, 45, 125.  
 PROTUBÉRANCES  
 — du soleil, 19, 121, 126.  
 PTOLÉMÉE  
 (astronome) 41, 69, 76, 77, 78, 81, 90.  
 PUISEUX  
 (astronome) 53, 54, 129.  
 PYTHAGORE  
 (astronome) 72, 87, 91.  
 PYTHÉAS DE MARSILLE  
 (astronome) 73.

## Q

## QUADRATURES

(aspect de deux astres, quand ils sont éloignés l'un de l'autre d'un quart de cercle) 73.

## QUEUE

— des comètes, 23, 24.

## QUETELET

(astronome) 121.

## R

## RADAU

(astronome) 35, 42, 44, 48, 102, 129.

## RADIATION

(action d'un corps qui lance des rayons de lumière) 42, 128.

## RAIES

Voir : ANALYSE SPECTRALE.

## RAISON

Voir : SCIENCE ET RELIGION.

## RAMES (J.-B.)

(géologue) 130, 131.

## RARÉFACTION

Substances raréfiées enveloppant le soleil, 20, 125.

## RAYONS VECTEURS

Définition 94, 110.

## RAYONS X OU DE RÖENTGEN

55.

## RÉFRACTION

Définition, 81, 84, 88, 93, 123.

## RÉGIOMONTANUS

(astronome) 87, 88.

## RÈGLE

Constellation de la — 40.

## RÉGULUS

(étoile) 45.

## REINHOLD

(astronome) 92.

## RELIGION

Voir : SCIENCE.

## RENAISSANCE

— romane, 87.

## RENARD

Constellation du — 39. Nébuleuse — 50.

## RHETICUS

(astronome) 92.

## RETOUR

— des comètes, 107, 110.

## RÉVOLUTION

— de Saturne, 107. — de la Grande Ourse, 29.

Voir : MOUVEMENT.

## REVOLVER

— photographique, 126.

## RIGEL

(étoile) 45.

## ROBERTS (Isaac)

(astronome) 129.

## ROCHE

(astronome) 131.

## ROEMER

(astronome) 106.

## ROSSE (lord)

(astronome) 33, 50, 122.

## ROTATION

— de la terre, 72, 73, 76, 89, 98, 123.  
— de la lune, 116. — du soleil, 99. — de Vénus, 102. — de Mars, 102. — de Jupiter, 102.

## ROYER (Clémence)

131, 132.

## S

## SAC A CHARBON

Définition, 64.

## SACRO BOSCO

(astronome) 84.

## SAINTE-CLAIRE-DEVILLE

(physicien) 51.

## SAINT PAUL

— brûle les livres de sciences, 83.

## SAGITTAIRE

Constellation du — 38, 49.

## SATELLITE

Lumière de notre — 72. — de Jupiter, 97, 100, 102, 105, 106, 127. — de Mars, 127. — de Neptune, 123. — d'Uranus, 113, 123. — de Saturne, 102, 123, 127. — de Sirius, 125.

## SATURNE

Formation de — 22, 23. Masse de — 110. Densité de — 22. Révolution de — 107. Anneau de — 22, 23, 101, 120, 123.

## SAVARY

(astronome) 29, 120.

## SCHAH CHOLGUT

(astronome) 82.

## SCHEINER (Père)

(astronome) 96, 99.

## SCHIAPARELLI

(astronome) 25, 126, 127.

## SCOLASTIQUE

Philosophie — 85.

## SCHROETER

(astronome) 119.

## SCIENCE

Faits acquis de la — 25, 33, 40, 48, 53, 56, 58, 67, 68, 91, 133, 135. — expérimentale, 98. Académie des — 104. Encombrement de la — 72. Outillage de la — antique, 75. Histoire des — 67, 68. — et religion, 72, 77, 78, 83, 85, 86, 87, 97, 98, 135, 137.

## SCINTILLATION

*tremblement qu'on observe dans la lumière des étoiles fixes* 119.

## SCORPION

Constellation du — 38, 39.

## SECCHI (R. P.)

(*astronome*) 28, 43, 45, 124.

## SEGMENTATION

— de l'orbite des comètes, 25.

## SÈNEQUE

(*philosophe*) 76.

## SÉVILLE (Jean de)

(*traducteur d'ouvrages astronomiques*) 79.

## SEXTANT

Constellation du — 110.

## SIDÉRALE

(*qui concerne les astres*) année — 81. Heure — 103.

## SIGMA

— de la couronne boréale, 29.

## SIMON (M. dit Mayer)

(*astronome*) 100.

## SIRIUS

(*étoile*) 29, 45, 107, 121, 125.

## SOCIÉTÉ

— astronomique de France, 135. — savantes, 104.

## SOLEIL

Atmosphère du — 19, 34. Action du — sur l'étoile la plus voisine, 32. Attraction du — 116. Aigrettes du — 19. Anneaux de météorites gravitant autour du — 23. Constitution du — 15, 17, 19, 20, 22, 119, 125, 126. Chute sur le — 22, 57. Chromosphère du — 19. Densité du — 18. Diamètre du — 73. Distance du — à la terre, 107. Direction du système solaire, 121. Éclipse du — 19, 71. Énergie du — 10. Formation du système — 131. Genèse d'un — 50. Gloires du — 19. Hauteur méridienne du — 105. Irrégularité du mouvement du — 75, 77. Josué avait arrêté le — 92. Lois mécaniques du système — 26. La terre

circule autour du — 89. Limites du — 26. Lumière du — réfléchi, 72. Marche dans l'espace du système — 27. Matières des enveloppes du — 24. Mouvement propre du — 23. Orbite du — 73. Origine du système — 21, 115. Parallaxe du — 73, 123. Passage de Vénus sur le — 108, 126. Passage de Mercure sur le — 99. Protubérances du — 19, 121. Photosphère du — 19, 44, 47. Radiation du — 128. Surface du — 19, 20. Rotation du — 96. Transformation du — 19. Taches du — 22, 96, 99, 122. Translation du système — 111. Spectroscopie du — 19, 48, 50, 129. Évolution des — 48. Révolution de Mercure et de Vénus autour du — 127. Satellites du — 71. Stabilité du système solaire, 114, 115, 120. Système solaire, 18, 19, 26, 88, 90. Volume du — 48. Le — foyer commun des ellipses, 95. Le — ne donne que des images blanches, 119. Le — centre du système solaire, 90. Le — est une étoile, 26, 102. Le — fait partie de la voie lactée, 27. Le — et les étoiles fixes, 27. — éteints, 39. — futurs, 48. Translation du système — 115.

## SOLSTICE

— d'été, 73. Vérification du — 105.

## SOSIGÈNE

(*astronome*) 76.

## SPIRALOÏDE

Forme — des nébuleuses, 31, 33.

## SPHÈRE

Traité de la — 84.

## SPHÉRICITÉ

— de la terre, 72.

## SPECTRALE

*Voir* : ANALYSE SPECTRALE.

## STELLAIRE

*Voir* : ÉTOILES.

## STRUVE

(*astronome*) 29, 50, 121.

## SUBSTANCE

(*hypothèse philosophique*) 56.

## SYSTÈME

Recherches sur le — du monde, 90, 91, 111. — métrique, 113. — partiels, 106. — planétaire, 106. — solaire. (*Voir* : SOLEIL). — stellaire, 26. — de Tycho-Brahé, 93.

## T

## TABLES

— alphonsines, 85. — astronomiques, 81, 82. — Hakémites, 81. — Ilkhaniennes, 82. — de la Lune, 110, 116, 118. — des planètes, 82.

## TACHES

— de la lune, 99, 100, 101. — de Mars, 105. — du soleil, 22, 96, 99, 122.

## TAMERLAN

83.

## TAUREAU

Constellation du = 41, 50, 123.

## TCHOU KOUNG

(astronome) 71.

## TÉLÉSCOPES

(appareil pour les forts grossissements). — de Fraunhofer, 117. — d'Herschel, 116. Puissance des — 31, 47. Valeur des — 74. Vision télescopique, 36. Planète télescopique, 129.

## TELLURIQUE

Voir : ANALYSE SPECTRALE.

## TEMPS

Calcul des — à l'égard de l'année solaire, 84. Division du — 71. Durée des étoiles, 37. Equation du — 107. Définition du — moyen, 107. — nécessaire pour l'évolution des mondes, 32, 33. — de formation des comètes, 23.

## TERRE

Pour les anciens, la terre était le centre du monde, 88. La — décrit une ellipse, 107. Axe de la terre, 111. Détermination de la figure de la — 108. Densité de la — 118. Dimensions de la — 121. Distance du soleil à la — 108. Énergie solaire sur la — 20. Évolution de la — 57. Immobilité de la — 77. Masse de la — 122. Mesure de la — 74, 103. Mouvements de la — 87, 89, 90, 108. Sphéricité de la — 72, 90. Réflex de la — sur la lune, 92. Rôle de planète de la — 90. Rotation de la — 72, 73, 76, 89, 90, 91, 98, 123. Translation de la — 73, 76.

## THALÈS DE MILET

(astronome) 71, 72.

## THÉON

(astronome) 75.

## THÉOLOGIE

85.

## THÉORÈME

— de Lambert, 117.

## THÉORIE

— du ciel (Kant), 59, 60. — de la conservation de l'énergie, 129. — de l'évolution des mondes, 123, 124. — des mouvements de la lune, 124. — de l'origine du monde solaire, 115. — de la scintillation des astres, 119. — de Laplace, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66. — de Kant, 59, 60, 61, 63. — de Faye, 61, 62, 63, 66. — de Wolf, 63. Observation sur les — 63. Voir : COSMOS.

## THERMODYNAMIQUE

(théorie mécanique de la chaleur).

Rôle de la — 123, 124.

## TISSERAND

(astronome) 129.

## TITAN

(Satellite de Saturne) 22.

## TITIUS

(astronome) 112.

## TOUCAN

(amas stellaire) 31.

## TRAJECTOIRE

(Ligne droite ou courbe que parcourt un corps soumis à des forces motrices) 25.

## TRANSFORMATION

-- du mouvement en chaleur, 20. — des mondes, 36. — de la terre, 20, 21.

## TRANSLATION

-- du système solaire, 115. Mouvements de — 90, 97. — de la Terre 73, 76.

## TRIANGLE

Constellation du — 33, 110.

## TYCHO-BRAHÉ

(astronome) 39, 87, 92, 93, 94, 103.

## TYNDALL

(physicien) 56.

## U

## UNITÉ

— de composition des astres, 13. — de la matière, 28.

## UNIVERS

Connaissances scientifiques des — 68. Constitution de l' — 95. Création de l' — 65. Description sommaire des — 36. Différents — 29, 47. Les énigmes de l'Univers (Haeckel) 56. Infini des — 65. Grandeur

de l' — 67. Limite de notre — 65.  
 Multiplicité des — 32. L' — ne  
 s'invente pas, 137. Pas de point  
 fixe des — 28. Transformation de  
 l' — 36. — solaire, 131.

## URANOMÉTRIE

Atlas céleste, 100.

## URANIA

Observatoire — 129.

## URANUS

Masse d' — 110. Aplatissement d' —  
 122. Découverte d' — 113. Pertur-  
 bations d' — 122. Satellites d' —  
 123.

## USAGE

— du fil à plomb, 87. — du temps  
 moyen, 107.

## V

## VARIATION

— des horloges astronomiques, 101.  
 — de l'obliquité de l'écliptique,  
 115.

## VÉGA

(étoile) 45, 82.

## VÉNUS

20, 71. Passage de — sur le disque  
 du soleil, 108, 126. Phases de —  
 97. Rotation de — 102, 127.

## VÉRITÉ

(Voir : SCIENCE).

## VERSEAU

Amas stellaire du — 31, 38. Nébu-  
 leuse du — 47, 49.

## VESTIGES

— d'une science oubliée, 69.

## VIDE

— des espaces, 26.

## VIERGE

Constellation de la — 29, 33, 38.

## VILLARCEAU (Y.)

(astronome) 121.

## VINOT (J.)

(vulgarisateur) 136.

## VOIE LACTÉE

Le soleil fait partie de la — 27. La  
 — est une nébuleuse, 27, 37. Par-  
 ties détachées de la — 30. Autres  
 — 47. Idée de Démocrite sur la  
 — 72. Dimension de la — 114.

## VULGARISATEURS

Astronomes — 84, 133, 134, 136. Rôle  
 social des — 134.

## VULGARISATION

— de l'astronomie, 14, 69.

## W

## WALTHER (B.)

(astronome) 88.

## WATSON

(astronome) 118.

## WITT

(astronome) 129.

## WOLF

(astronome) 23, 30, 50, 59, 106, 118,  
 126, 130, 131.

## Y

## YAHIA-ABOU-NANSOUR

(astronome) 89.

## Z

## ZODIAQUE

Définition du — 71. Origine du —  
 71, 73.

## ZONES

— d'étoiles, 121.



# TABLE DES MATIÈRES

---

Exposé des principes et plan de l'Encyclopédie d'Enseignement populaire supérieur . . . . .	1
--	---

## EVOLUTION DES MONDES

Objet de ce livre. . . . .	13
----------------------------	----

### CHAPITRE PREMIER

#### Le système solaire.

Le système solaire . . . . .	15
Le soleil. . . . .	18
Un monde planétaire . . . . .	22
Les comètes. . . . .	23

### CHAPITRE II

#### Systèmes stellaires.

Systèmes stellaires . . . . .	26
La voie lactée. . . . .	27
Les constellations . . . . .	27
Mouvements des étoiles . . . . .	27
Les étoiles doubles . . . . .	28
Quelques étoiles doubles. . . . .	29
Les amas stellaires . . . . .	30
Quelques amas stellaires . . . . .	31
Les nébuleuses . . . . .	31
Nébuleuses en spirale. . . . .	33
Spectroscopie . . . . .	34

### CHAPITRE III

#### Transformation des mondes.

Transformation des mondes . . . . .	36
Etoiles variables . . . . .	37
Etoiles temporaires . . . . .	39
Etoiles et nébuleuses disparues. . . . .	40

Etoiles éteintes. . . . .	41
La doctrine de l'Evolution s'applique aux étoiles . . . . .	41
Classification des étoiles . . . . .	44

## CHAPITRE IV

Transformation des mondes (*suite*).

Nébuleuses irréductibles. . . . .	47
Indication de quelques nébuleuses irréductibles . . . . .	49
Disparition de nébuleuses . . . . .	50
Critique de certaines idées de M. Faye. . . . .	50
Considérations générales. . . . .	53
On ne peut s'occuper que d'un seul univers . . . . .	55
Pas de point de départ dans l'évolution des mondes. . . . .	55
Transformation de la force et de la matière . . . . .	56
Idées d'Haeckel sur l'évolution du Cosmos. . . . .	56
Conclusion . . . . .	57

## CHAPITRE V

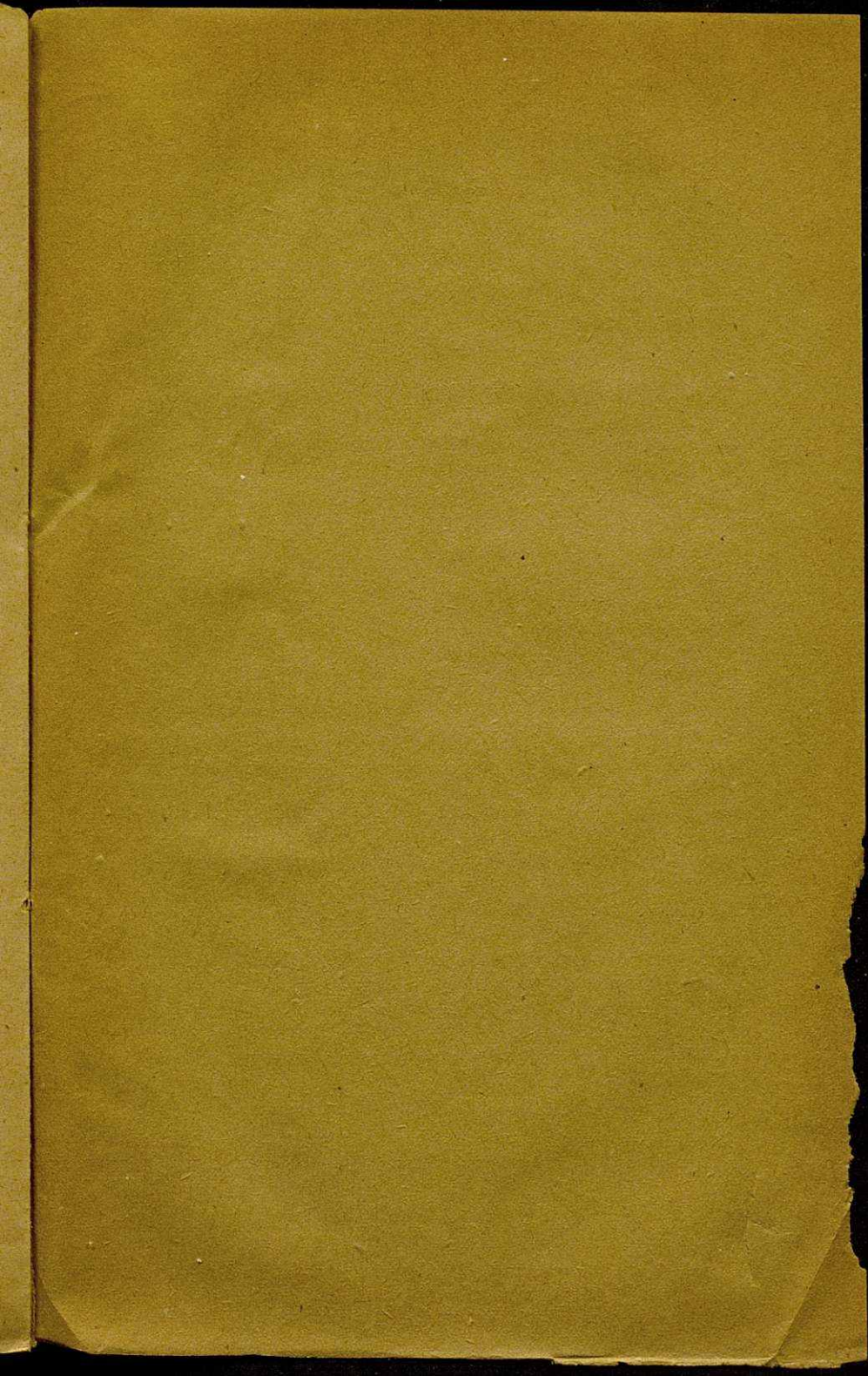
## Théories cosmogoniques.

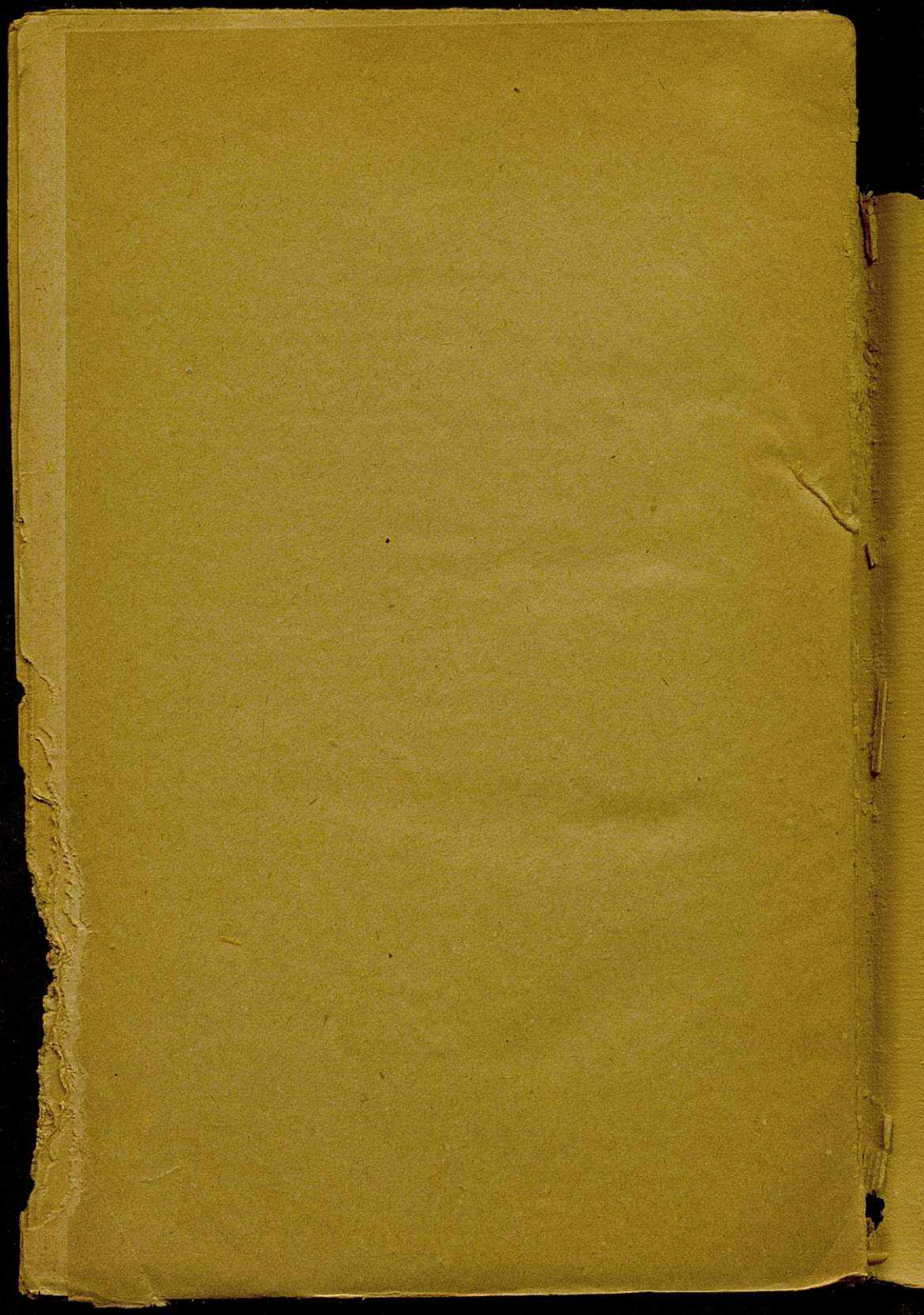
Théories cosmogoniques. . . . .	58
Kant . . . . .	59
Laplace . . . . .	60
Faye. . . . .	61
Wolf . . . . .	63
Observations sur ces diverses théories . . . . .	63

## HISTORIQUE DES PRINCIPAUX PROGRÈS DE L'ASTRONOMIE

Utilité de cette étude. . . . .	67
Antiquité . . . . .	70
Antiquité classique . . . . .	71
Les astronomes arabes. . . . .	78
Les astronomes du moyen âge. . . . .	83
La Renaissance . . . . .	87
Seizième et dix-septième siècles jusqu'à Newton . . . . .	92
De Newton à la fin du dix-huitième siècle . . . . .	105
Dix-neuvième siècle . . . . .	118
Théories cosmogoniques contemporaines. . . . .	130
Les vulgarisateurs de l'astronomie . . . . .	133
Bibliographie . . . . .	139
Index . . . . .	145

## FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES







Librairie C. Reinwald. — SCHLEICHER Frères, éditeurs  
PARIS — 61, RUE DES SAINTS-PÈRES, 61 — PARIS

---

*Personne ne veut plus ignorer les découvertes scientifiques et les convictions rationnelles exprimées par les princes de la Science et mises à la portée de tous par leur prix infime.*

*C'est uniquement pour satisfaire ce désir qu'a été fondée la*

## **BIBLIOTHÈQUE RATIONALISTE**

Elle comprend les ouvrages suivants :

**CHARLES DARWIN**

### **L'ORIGINE DES ESPÈCES**

**AU MOYEN DE LA SÉLECTION NATURELLE**

*Traduit sur l'édition anglaise définitive, par ED. BARBIER*

Variation des espèces à l'état domestique. — Variation à l'état de nature. — La lutte pour l'existence. — Concurrence universelle. — La lutte pour l'existence est très acharnée entre les individus et les variétés

**Envoi franco contre mandat postal**

de la même espèce. — La sélection naturelle ou la persistance du plus apte. — Sélection sexuelle. — Loi de la variation. — Hypothèse de la descendance. — Objection à la théorie de la sélection naturelle. — Instinct. — Conclusions.

**Un volume grand in-8 de 622 pages**  
**(26<sup>e</sup> mille en vente) . . . . . 2 fr. 50**

« Pour la génération présente, le nom de Charles Darwin va de pair avec ceux d'Isaac Newton et Michel Faraday; et, comme ces derniers, il évoque le grand idéal d'un chercheur de vérité et d'un interprète de la nature. Elle considère celui qui a porté ce nom comme un assemblage rare de génie et de sincérité constante, qui s'est fait sa place parmi les hommes les plus illustres de son temps, uniquement par sa puissance personnelle, contre une tempête de préjugés populaires, sans encouragements d'aucune sorte...

« Partout où l'on étudie les sciences biologiques, l'**Origine des espèces** éclaire le chemin de l'investigateur; partout où on les enseigne, elle imprègne cet enseignement...

« Il ne m'est pas tombé entre les mains un seul livre d'histoire naturelle qui m'ait produit une aussi vive impression que l'**Origine des espèces**... Le ton du livre est excellent et impressionnera ceux mêmes qui ne connaissent pas la matière. Quant à la doctrine, je suis tout prêt à monter au bûcher s'il le faut pour le chapitre IX et la plus grande partie des chapitres X, XI, XII... »

HUXLEY,

Membre de la Société royale de Londres,  
Professeur à l'Université d'Edimbourg,  
Membre correspondant de l'Institut de France.

« L'**Origine des espèces** est un exemple splendide de raisonnement serré et d'argumentation longue et substantielle d'un bout à l'autre. C'est un ouvrage très serré et un exposé préliminaire important et utile qui permettra, même avant l'apparition de vos preuves détaillées, de citer bien des exemples utiles... »

C. LYELL,

Président de l'Association britannique des sciences,  
Membre correspondant de l'Institut de France.

(Lettre à Ch. Darwin.)

« Que de raisonnements serrés inspirés par des faits curieux et

**Envoi franco contre mandat postal**

par des phénomènes récents. C'est remarquablement écrit et le succès en sera grand... Lyell chez qui nous sommes est enchanté et véritablement enthousiasmé de votre **Origine des espèces**... »

J.-G. HOOKER,  
Directeur du Jardin botanique de Kew,  
Membre correspondant de l'Institut de France.  
(Lettre à Ch. Darwin.)

« J'ai ressenti toute ma vie et je ressens encore la plus vive satisfaction, de ce que M. Darwin a été à l'œuvre avant moi, et de ce que la tâche difficile d'écrire l'**Origine des espèces** ne m'a pas été laissée... Je sens bien que, comme beaucoup d'hommes dont je reconnais la supériorité, je n'ai pas cette patience infatigable pour accumuler d'immenses quantités de faits les plus divers, cet admirable talent pour en tirer parti, ces connaissances physiologiques exactes et étendues, cette finesse pour inventer les expériences et l'adresse pour les mener à bien, et ce style admirable, à la fois clair, persuasif et précis, qui font de M. Darwin l'homme de notre époque, qui est peut-être le plus propre à la grande œuvre qu'il a entreprise et accomplie. »

(A.-R. WALLACE, *la Sélection naturelle.*)

« En novembre 1859, parut l'ouvrage capital de Darwin sur l'**Origine des espèces**; la théorie de la Sélection y fut explicitement développée... Pour moi ce travail a établi la théorie sur des bases pleinement suffisantes. L'inattaquable force de la théorie ne consiste pas dans le nombre immense de faits particuliers, que l'on peut citer à titre de preuves, mais dans l'harmonieuse concordance des faits capitaux et des grands phénomènes de la nature organique, concordance qui atteste la vérité de la théorie de la Sélection. »

ERNEST HAECKEL,  
Professeur à l'Université d'Iéna.  
(*Histoire de la création naturelle.*)

« **L'Origine des espèces** possède surtout le mérite d'avoir établi la netteté et la clarté là où régnait la confusion et d'avoir remplacé les idées scolastiques par un principe qui se rattache aux sciences naturelles. L'œuvre de Darwin n'est pas indépendante du développement historique de la science dont nous nous occupons... Bien au contraire, il a su résoudre, selon les idées de l'investigation moderne, les problèmes qui entraient depuis longtemps le développement de la botanique et de la zoologie. »

Docteur J. VON SACHS,  
Professeur à l'Université de Würzburg,  
Membre de l'Académie des sciences de Munich.  
(*Histoire de la botanique.*)

Envoi franco contre mandat postal

« Nous autres, philosophes et théologiens critiques, avons beau dire quand nous décrétions la fin du miracle; notre sentence restait sans écho, parce que nous n'apprenions pas à s'en passer, parce que nous ne savions pas montrer une force de la nature qui pût le suppléer à la place où il paraissait le plus indispensable. Darwin, dans l'**Origine des espèces**, a montré cette force, cette action de la nature; il a ouvert la porte par laquelle une postérité plus heureuse doit chasser le miracle à tout jamais. Quiconque sait ce que le miracle traîne après lui, estimera Darwin à l'égal des plus grands bienfaiteurs de l'humanité. »

D.-F. STRAUSS.

(*L'Ancienne et la Nouvelle Foi.*)

« MM. Schleicher frères, libraires à Paris, viennent de nous donner une nouvelle édition de l'**Origine des espèces**, traduite en français par Ed. Barbier sur l'édition anglaise définitive. Il s'agit de l'ouvrage dans lequel se trouvent condensées les preuves du transformisme organique et exposée l'hypothèse de la sélection naturelle. Je voudrais profiter de l'occasion offerte par cette publication pour engager les jeunes gens se vouant aux sciences et qui ne connaissent ce livre admirable que par des résumés plus ou moins fidèles, à le lire et à le méditer. Il est désormais à la portée des bourses les plus modestes. »

ÉMILE YUNG,

Professeur à l'Université de Genève.  
(*Journal de Genève*, 19 nov. 1907.)

---

CHARLES DARWIN

LA DESCENDANCE DE L'HOMME  
ET LA SÉLECTION SEXUELLE

*Traduit par EDMOND BARBIER, d'après l'édition anglaise  
définitive revue et augmentée par l'auteur.*

L'homme procède d'une forme inférieure. — Preuves  
tirées de sa conformation corporelle. — Sélection

Envoi franco contre mandat postal

naturelle. — Causes de son attitude verticale. — Puissance mentale du singe. — Instruments et armes employés par les animaux. — Le sens moral. — Origine de la sociabilité. — Qualités des animaux sociables. — Développement des facultés intellectuelles et morales. — Antiquité de l'homme. — Formation des races. — L'homme descend du singe.

**Un volume grand in-8 de xvi-660 pages orné de 38 planches hors texte (12<sup>e</sup> mille en vente). . . . . 3 francs.**

« **La Descendance de l'homme** est le livre le plus célèbre de Charles Darwin. La publication actuelle constitue une édition définitive.

On se souvient des discussions auxquelles donnèrent et donnent encore lieu les théories de Darwin, qui admet en dernière analyse que l'homme procède d'une forme inférieure et descend directement du singe.... »

(*New York Herald*, 20 octobre 1907.)

« **La Descendance de l'homme** est peut-être l'ouvrage le plus important du célèbre philosophe anglais, qui a vulgarisé les idées émises au commencement du dix-neuvième siècle par le naturaliste français Lamarck.

C'est dans cet ouvrage célèbre que Darwin a développé l'hypothèse de la descendance simiesque de l'homme. Après avoir développé dans des ouvrages antérieurs (*Origine des espèces*) que les différents êtres avaient dû se transformer successivement les uns dans les autres, d'après les lois de la sélection, le grand naturaliste s'attaque directement à l'application de sa théorie à l'origine de l'homme, et il chercha à démontrer que l'homme devait fatalement provenir du perfectionnement biologique de quelqu'un des grands singes apparus sur la terre à la fin des temps tertiaires... La lecture de cet ouvrage important et de grande valeur n'en reste pas moins passionnante au dernier point, car elle met sous les yeux du lecteur une quantité énorme de faits très intéressants et de grande valeur, quelle que soit la conclusion qu'on en puisse tirer. La publication d'un ouvrage aussi important, à un prix aussi peu élevé le met à la portée de toute bourse, ce qui pourra rendre service à bien des gens qui ne connaissent jusqu'ici

**Envoi franco contre mandat postal**

la descendance de l'homme que par les discussions passionnées dont elle fut la cause quand elle fit son apparition. »

(*Vulgarisation scientifique*, 15 novembre 1907.)

« Passons maintenant à un ouvrage infiniment plus sérieux et plus important qu'un roman, à celui que vient de traduire Edmond Barbier et que viennent d'éditer Schleicher frères. Il s'agit de **la Descendance de l'homme et la sélection sexuelle** de Ch. Darwin, c'est-à-dire du livre le plus remarquable de ce savant écrivain.

« Ch. Darwin examine si l'homme, comme toute autre espèce, descend de quelque forme préexistante, le mode de son développement et la valeur des différences existantes entre les races humaines. Il parvient à cette conclusion qu'il y a bien moins de différences entre l'homme et les singes supérieurs, qu'entre ceux-ci et les singes inférieurs, et cela tant au point de vue physique qu'intellectuel. »

(*Correspondance helvétique*, 22 octobre 1907.)

---

**ERNEST HAECKEL**

Professeur à l'Université d'Iéna.

## LES ÉNIGMES DE L'UNIVERS

Comment se posent les Énigmes de l'Univers. — Origine et descendance de l'Homme. — Développement de l'Univers. — Commencement et fin du monde. — Croyance et superstition. — Science et Christianisme. — Anathème du Pape contre la Science. — Fautes de la morale chrétienne. — État, École et Église. — Solution des Énigmes de l'Univers.

**Volume in-8 de 460 pages (46<sup>e</sup> mille en vente) . . . . . 2 francs.**

« Le célèbre professeur d'Iéna offre ici, en quelque façon, le bréviaire de la philosophie moniste; nous dirions volontiers de ce

**Envoi franco contre mandat postal**

livre que c'est un hymne chanté en l'honneur de la raison. Les solutions aventureuses de la métaphysique, les affirmations tranchantes et vides du dogmatisme spiritualiste sont combattues avec énergie et force, et la victoire ne leur reste assurément point... Haeckel s'efforce de battre en brèche toutes les religions, de démontrer l'impossibilité de la croyance en Dieu et en l'immortalité et la spiritualité de l'âme. Est-il besoin d'ajouter que son savoir vaste et sûr et sa probité intellectuelle lui défendent d'apporter une seule raison que ne corroborerait point des arguments scientifiques et positifs?... »

(*Revue internationale de sociologie*, mars 1902.)

« Qui ne connaît le puissant penseur et savant Ernest Haeckel, professeur de zoologie à l'Université d'Iéna, l'auteur du fameux ouvrage **les Énigmes de l'Univers**?... »

« ... Il est à prévoir que ce livre, aux tendances vulgarisatrices, exercera une influence énorme sur les enfants de ce nouveau siècle. Si le Tribunal de la Sainte Inquisition pouvait encore fonctionner, voilà un volume que l'Église aurait bien raison de brûler ! Mais aujourd'hui que cela n'est plus possible, le progrès marche... »

(*La Flandre libérale*, Gand, 20 avril 1902.)

« La conclusion des **Énigmes de l'Univers** est à connaître. Le monisme du Cosmos nous enseigne la portée universelle dans l'univers entier des grandes lois d'airain éternelles... Mais du même coup ce monisme démolit les trois grands dogmes centraux de la philosophie dualiste admise jusqu'à ce jour : le dieu personnel, l'immortalité de l'âme et le libre arbitre... L'ancienne conception du dualisme idéaliste, avec ses dogmes mystiques, tombe en ruines ; mais au-dessus de cet immense champ de décombres se lève, auguste et splendide, le nouveau soleil de notre monisme réaliste qui nous ouvre tout grand le temple merveilleux de la nature... »

ÉDOUARD PETIT.

(*Journal du Dimanche*, mars 1903.)

« Le livre **les Énigmes de l'Univers** que vient de publier Ernest Haeckel, le célèbre professeur de l'Université d'Iéna, est à la fois la synthèse et le couronnement des travaux de toute sa vie... »

EDMOND POTIER.

(*La Semaine sociale*, 30 décembre 1902.)

« Avec une netteté qui ne comporte aucune équivoque, aucun de ces *distinguo* ou de ces repentirs auxquels les plus grands esprits

**Envoi franco contre mandat postal**

s'abandonnent parfois lorsqu'ils ont une situation à ménager ou simplement parce qu'ils ont vieilli, Haeckel, fier de ses quarante années de fidélité à la science moniste, pose avec une magistrale autorité l'antithèse irréductible entre le mode de penser atavique qui garde encore pour lui, le nombre, la foule, la puissance acquise de la tradition, et le mode de penser moderne, scientifique, qui ne s'attarde même plus aux vieilles querelles, mais s'affirme chaque jour par des découvertes positives, sources d'applications merveilleuses dont les croyants les plus mystiques et les métaphysiciens les plus endurcis s'empressent de profiter tout en répudiant leur origine purement rationnelle et humaine. »

Docteur MARCEL LABBÉ,  
Chef de laboratoire  
à la Faculté de médecine.

(*Revue générale des Sciences*, 30 juin 1902.)

« Cet ouvrage répondra sans doute aux désirs de ceux pour qui le type de toute certitude est fourni par les sciences expérimentales et spécialement par les sciences biologiques. On y trouve condensés les résultats des recherches scientifiques de Haeckel qui en tire une vue du monde s'étendant à tous les domaines. »

(*Revue de métaphysique et de morale*, avril 1902.)

« Toutes ces questions sont traitées avec une clarté telle, avec une précision qui écarte si complètement les conceptions imaginatives, que je voudrais voir ce livre complet et décisif entre toutes les mains.

« C'est bien le catéchisme de la vérité scientifique, concluant à l'universelle solidarité des êtres et des choses, c'est-à-dire à la morale vraie, dégagée des absurdités du dogme, donnant à l'humanité la sensation exacte de sa dignité et de sa mission... »

ALBERT MEYNAC,

(*Le Petit Ardennais*, Charleville, 11 janvier 1902.)

« Avec un pareil titre, beaucoup penseront justement que ce volume doit avoir seulement place dans la bibliothèque de quelque érudit; il n'en est rien et ce livre dont la lecture est des plus faciles reste à la portée de tous. »

(*La France de Demain*, 15 février 1902.)

---

**Envoi franco contre mandat postal**

ERNEST HAECKEL

## ORIGINE DE L'HOMME

Système des primates. — Arbre généalogique des primates. — Généalogie de l'homme. — Lamarck et Darwin. — Histoire de l'évolution humaine. — Découverte des organes de la pensée. — Loi universelle de conservation de la substance. — Le *pithecanthropus erectus*, intermédiaire entre l'homme et le singe découvert à l'île Java. — Durée des périodes géologiques. — Conclusions générales.

1 volume in-8 (16<sup>e</sup> mille en vente) . 1 fr.

---

ERNEST HAECKEL

## RELIGION ET ÉVOLUTION

Théorie de la descendance et dogme de l'Église. — Parenté de l'homme avec les singes et les familles des vertébrés. — Lutte soulevée par la notion de l'âme, son immortalité et la conception de Dieu. — Laplace et le monisme. — Moïse ou Darwin. — Philosophie et doctrine de l'évolution. — Jésuites et naturalistes. — L'empereur et le pape. — Darwin et Virchow. — La religion et l'idée d'évolution.

1 volume in-8 (11<sup>e</sup> mille en vente) . 1 fr. 50

Envoi franco contre mandat postal

\*

« Les trois conférences dont la matière constitue ce petit livre ont été faites à la Singakadémie de Berlin par le célèbre évolutionniste, sur la demande expresse de quelques amis. Elles nous ont paru mériter une mention spéciale : elles seront d'ailleurs, affirme l'auteur, ses derniers discours publics. »

COULONJOU.

(*Le Progrès médical*, 8 juillet 1907.)

« Cet ouvrage est formé de la réunion de trois conférences qui eurent lieu à Berlin et où la compétence du savant s'est mise au service d'une passion de polémiste pour dénoncer l'attitude équivoque de l'Église à l'égard de la science, et plus spécialement, des doctrines de l'évolution. Certes, les accusations de Haeckel sont fondées, les idées qu'il défend sont justes pour la plupart et sans doute est-il opportun qu'elles soient vulgarisées. »

JULES DE GAULTIER.

(*Le Mercure de France*, 16 août 1907.)

« Un ouvrage tout récent que notre amour de la vérité nous pousse à recommander à nos lecteurs. La librairie Schleicher, à Paris, vient d'édition, à la portée de tous, un petit volume reproduisant, sous le titre **Religion et Évolution**, trois conférences faites par Ernest Haeckel, en avril 1906 à Berlin...

« En ces périodes où l'esprit cherche à se libérer des entraves spéculatives, où plus que jamais l'homme veut savoir qui il est, d'où il vient, où il va, nous recommandons la lecture de **Religion et Évolution**, qu'un respect profond des croyances de chacun inspire, mais que le culte de la vérité a ordonné d'un bout à l'autre. Pour avoir des opinions, il ne faut pas les accepter toutes faites, ou s'en remettre à ses sentiments, ou encore... ne pas en avoir; il faut réfléchir, penser, et l'ouvrage que nous recommandons est un des mieux désignés pour cela. »

(*Gazette de Charleroi*, 19 février 1907.)

« **Religion et Évolution** est un livre instructif. Il marque les étapes de la science moderne. Il présente le grandiose ensemble du monde lentement élaboré par les forces à l'action transformante et éliminatrice qui le gouvernent — ou du moins dont on peut supposer, par hypothèse simplificatrice, qu'il est gouverné. Il expose des théories ingénieuses sur l'origine de l'individu, de l'âme, de la mémoire... »

(*Gazette de Lausanne*, 9 mars 1907.)

« L'Église prétendait s'emparer de la théorie de l'évolution et, jésuitiquement, la dénaturer. Des amis de Berlin ont donc obtenu

**Envoi franco contre mandat postal**

que le grand Haeckel allât en cette ville faire une série de trois conférences sur l'Évolutionnisme. Le texte de ces trois conférences vient d'être traduit en français. C'est une sorte de « précis historique et scientifique » de l'enseignement des maîtres de l'école Lamarckienne et Darwinienne sur l'origine du monde et la descendance de l'homme. Haeckel y expose ses travaux, ses luttes, ses découvertes, ses certitudes, sa négation résolue de Dieu et de l'âme immortelle ; puis il dénonce la sophistication des Jésuites, surtout d'un certain P. Wasman, érudit, mais toujours disciple de Loyola. L'ouvrage est un de ceux où l'illustre savant oppose le plus vigoureusement la science au dogme et à l'Église. On trouvera là ce que chaque libre penseur doit savoir sur la doctrine évolutionniste, qui est le coup mortel porté aux vieilles et désormais risibles aberrations religieuses. »

(*La Raison*, 5 janvier 1907.)

---

**ERNEST HAECKEL**

## **LE MONISME**

*Profession de foi d'un naturaliste.*

Un volume in-8 (10<sup>e</sup> mille). . . . 1 franc.

---

**ERNEST HAECKEL**

## **LES MERVEILLES DE LA VIE**

Qu'est-ce que la vérité? — Observation et expérience.  
— Conception de la vie. — Miracle et loi naturelle. —  
Immortalité de l'âme. — Vie et mort. — Causes de  
la mort. — Optimisme et pessimisme. — Suicide. —  
Sélection spartiate. — Origine de la vie. — L'incon-

**Envoi franco contre mandat postal**

naissable. — Transformisme. — But de la vie. — Progrès. — Mœurs et religion. — Sélection sexuelle. — Mode et pudeur. — Le papisme est une caricature du christianisme. — Justification du monisme. — Réforme de l'enseignement.

**1 volume grand in-8 de 390 pages (17<sup>e</sup> mille en vente). . . . . 2 fr. 50.**

« La librairie Schleicher vient de publier plusieurs livres qui répandront des idées justes sur la Cosmogonie, et les grands problèmes biologiques. Ce sont des traductions des œuvres de cet admirable Haeckel, l'honneur de la philosophie allemande.

« Le dernier de ces livres, **les Merveilles de la Vie**, ne coûte que 2 fr. 50, malgré ses quatre cents pages gr. in-octavo. Haeckel est le grand apôtre de la doctrine moniste. Au dualisme des théologiens qui distinguent dans l'homme le corps que nous voyons, et l'âme que nous ne verrons jamais, et pour cause, le maître d'Iéna oppose l'autorité des sciences expérimentales, qui considèrent toutes les manifestations de la vie comme les modalités phénoménales d'un Univers unique, immense et homogène...

« ... Nous recommandons vivement à toutes les sociétés de propagande, à toutes les bibliothèques populaires, à tous les pères de famille conscients de leur mission, d'acheter et de faire connaître **les Merveilles de la Vie**, d'Ernest Haeckel.

« Il n'est pas de devoir plus pressant et plus sacré que de répandre la vérité. »

(*L'Action*, 28 juin 1907.)

« A signaler, dans un autre domaine, mais pourtant comme un puissant éducateur au point de vue philosophique, le dernier ouvrage du grand biologiste Haeckel **les Merveilles de la Vie** édité par Schleicher frères. Suite intéressante aux *Énigmes de l'Univers*, tant connues, elle montre d'une façon éclatante, qu'il n'est honnêtement point de compromis possible entre l'expérience et la révélation. »

(*La Gazette de Charleroi*, 28 mai 1907.)

« Ce livre est le complément des *Énigmes de l'Univers*. Uniquement consacré aux phénomènes biologiques que l'auteur passe systématiquement en revue et examine au point de vue moniste, cet ouvrage résume des questions passionnantes mises au courant des plus récents travaux : la vérité au point de vue philoso-

**Envoi franco contre mandat postal**

phique et scientifique; la vie, ses phénomènes, son origine; les problèmes de la mort; puis le fonctionnement des plasmas : les formes de la vie, la nutrition, la reproduction, le mouvement, la sensibilité, la vie intellectuelle; et finit par des aperçus sociologiques sur la valeur de la vie et les mœurs. Pas une page de ce livre qui ne soit remplie d'idées et de faits mis à la portée de tous, ce qui explique le succès toujours grandissant des œuvres de Haeckel. »

(*Revue des Idées*, 15 juillet 1907.)

---

LOUIS BUCHNER

# FORCE ET MATIÈRE

OU

PRINCIPES DE L'ORDRE NATUREL MIS A LA PORTÉE DE TOUS

*Traduit sur la dix-septième édition allemande.*

Immortalité de la matière. — Immortalité de la force. — Infini de la matière. — Éternité du mouvement. — Universalité des lois de la nature. — Périodes de création de la terre. — Cerveau et âme. — La pensée est une fonction du cerveau. — La conscience. — Siège de l'âme. — Dieu créé par l'homme à son image. — Impossibilité du libre arbitre. — La morale opposée à la religion.

**1 vol. in-8 de 350 pages (24<sup>e</sup> mille en vente) . . . . . 2 francs.**

Au fort de la mêlée parut **Force et Matière** de Büchner, ouvrage qui fit peut-être plus de sensation et en tout cas souleva des critiques plus vives que n'importe quelle autre publication de ce genre.

**Envoi franco contre mandat postal**

« ... Büchner n'est tranchant, impitoyable et logique que dans la négation ; mais cette négation, fortement accentuée, n'est aucunement le produit d'une intelligence sèche et purement critique ; elle procède bien plutôt d'un enthousiasme fanatique pour le progrès de l'humanité, pour la victoire du vrai et du beau. Il a suffisamment étudié les obstacles qui entravent le progrès pour les attaquer avec une ardeur impitoyable... »

F.-A. LANGE,  
Professeur à l'Université de Marbourg.  
(*Histoire du Matérialisme.*)

« C'est alors qu'il publia son livre **Force et Matière**, dont les hardiesses eurent un retentissement inconnu. Cet ouvrage fut traduit dans presque toutes les langues d'Europe, M. Büchner y exposait les principes d'une philosophie générale en harmonie avec les découvertes modernes des sciences naturelles ; il y soutenait l'éternité de la matière, l'immortalité de la force, la simultanéité universelle de la lumière et de la vie, l'infinitude des formes de l'être dans le temps et dans l'espace. « Notre œil étonné, dit-il, ne peut, partout où il se tourne, rencontrer que des éternités. » Ces doctrines firent perdre à l'auteur les fonctions qu'il occupait à Tubingue et il alla reprendre dans sa ville natale l'exercice de la médecine... »

VAPERAU.  
(*Dictionnaire des contemporains.* (6<sup>e</sup> édition).)

« Enfin, parmi les naturalistes philosophes de l'Allemagne, il faut encore mentionner spécialement Louis Büchner qui, dans son célèbre livre : **Force et Matière**, développa aussi les principes de la théorie de la descendance d'une façon originale et en s'appuyant principalement sur les irrécusables témoignages que nous fournit l'évolution des organismes... »

ERNEST HAECKEL,  
Professeur à l'Université d'Iéna.  
(*Histoire de la création naturelle.*)

---

LOUIS BUCHNER

## L'HOMME SELON LA SCIENCE

Age de la pierre. — Loi du progrès. — Origine du langage. — L'idée de Dieu n'est pas innée. — L'État.

Envoi franco contre mandat postal

— Les peuples. — La société. — Le capital. — Le travail et les travailleurs. — La révolution sociale. — La famille. — L'éducation. — Crime et ignorance. — La femme. — Son droit politique. — Le mariage. — La morale. — La religion. — Religion et science. — La philosophie. — Matérialisme et idéalisme.

**1 vol. in-8 de 446 pages, traduit de l'allemand, par le docteur Charles Letourneau, orné de 37 gravures sur bois. (Vient de paraître). . . . . 2 francs.**

---

**JEAN LAMARCK**

## **PHILOSOPHIE ZOOLOGIQUE**

Conditions influant sur la forme et l'organisation des êtres vivants. — Les êtres les plus simples sont antérieurs aux plus composés. — L'évolution est continue sans interruption. — Les phénomènes vitaux sont dus à des causes mécaniques. — Génération spontanée. — Unité des lois de la nature.

**1 vol. in-8. (Vient de paraître). . . 2 francs**

« La librairie Schleicher a été bien inspirée en réimprimant la **Philosophie zoologique**, qui est mise ainsi à la portée du grand public...

« Inutile d'insister sur l'importance historique, biologique et philosophique du célèbre ouvrage de Lamarck, et d'en faire une analyse... Les idées de Lamarck ont été vulgarisées par l'école néo-lamarckienne et sont maintenant aussi connues que celles de Darwin. D'abord tournées en ridicule, elles ont fini par s'imposer

**Envoi franco contre mandat postal**

à l'attention ; et le principe d'usage et de non-usage des organes est aussi familier que le principe de la sélection naturelle... »

(*Revue de philosophie*, 1<sup>er</sup> mai 1908.)

« Nous n'avons pas à insister sur la valeur ni sur la portée du livre de Lamarck que cette édition met maintenant à la portée de tous. On a d'ailleurs ici même essayé de mettre en relief ce qui fait l'originalité de Lamarck et justifie son influence, si tardive, mais si grande. »

(*La Nature*, 7 mars 1908.)

« MM. Schleicher ont cru avec raison qu'une édition à bon marché de la **Philosophie zoologique** de Lamarck s'imposait... »

« Il serait inutile d'insister sur l'importance de cet admirable ouvrage ; le prix modique du livre contribuera certainement à propager dans le grand public les idées du chef de la philosophie de la nature. »

(*Revue scientifique*, 11 avril 1908.)

« Le chef de la philosophie de la nature, en France, est Jean Lamarck, qui, dans l'histoire de la doctrine généalogique, est en première ligne à côté de Goethe et de Darwin. À lui revient l'impérissable gloire d'avoir, le premier, élevé la théorie de la descendance au rang d'une théorie scientifique indépendante, et d'avoir fait de la philosophie de la nature la base solide de la biologie tout entière... »

« Les vues exprimées par Lamarck sont étonnamment hardies ; elles sont larges, grandioses et ont été formulées à une époque où l'on ne pouvait entrevoir même la possibilité lointaine de les fonder, comme nous le pouvons aujourd'hui, sur des faits d'une évidence écrasante... »

ERNEST HAECKEL,  
Professeur à l'Université d'Iéna.  
(*Histoire de la création naturelle*.)

---

ARNOLD DODEL

## MOÏSE OU DARWIN

Moïse et son enseignement. — Darwin et son époque.  
— Preuves de la descendance. — L'anatomie com-

Envoi franco contre mandat postal

parée. — Le Darwinisme dans son sens limité. — Élevage artificiel et action de la sélection naturelle. — Puissance de multiplication des êtres vivants. — Lutte pour l'existence. — L'action et les résultats de la sélection naturelle. — Un dernier mot aux adversaires et aux partisans de la descendance.

**1 vol. in-8 (4<sup>e</sup> mille en vente). . . . 1 fr. 50**

---

**GUILLAUME BOLSCHE**

## **DESCENDANCE DE L'HOMME**

Apparition de l'homme sur la terre. — Époque glaciaire. — Ossements humains. — Fouilles effectuées à l'île Java par le docteur Dubois. — Découverte d'ossements anthropoïdes : le Pithecanthropus. — Classification de Linné. — Parenté du sang de l'homme et du singe anthropoïde. — Identité d'origine de l'homme et du singe. — Création et évolution. — Naissance de la vie sur la terre. — Conclusion.

**1 volume in-8 avec de nombreuses figures  
(3<sup>e</sup> mille en vente). . . . . 1 fr. 50**

« L'auteur, disciple de Haeckel, tâche, à l'instar de son maître, de faire pénétrer les idées de Darwin dans le grand public. L'intérêt du livre est dû surtout à ce qu'il tient compte des recherches récentes sur l'homme préhistorique ; un paragraphe est consacré aux fouilles effectuées à l'île Java par le docteur Dubois et au Pithecanthropus. La parenté de l'homme et du singe est examinée au double point de vue de l'embryogénie et de l'anatomie comparée. »

(Revue des Idées, 15 avril 1907.)

**Envoi franco contre mandat postal**

« Lisez, par exemple, le dernier volume que vient d'éditer l'excellente librairie de vulgarisation Schleicher, de Paris : **Descendance de l'homme**, par Bolsche, ouvrage dont il vient d'être fait la première traduction ; chacun peut le posséder, il ne coûte qu'un franc cinquante et donne à tous un lot de connaissances qui ouvre des horizons larges à l'esprit de ceux qui n'ont pas pratiqué les sciences naturelles. »

(*Dernière heure*, 12 février 1907.)

« La théorie dite du darwinisme explique fort bien les différentes adaptations auxquelles ont été tenues les espèces animales pour continuer à vivre et donne les raisons premières des lois évolutives et du besoin de transformation.

« L'auteur termine par un chant de vie. « Vous avez été — à vous le passé — Je suis — à moi le présent. » Tant pis pour les doctrines et les dogmes que dans tous les domaines la science vient détruire. »

---

**Envoi franco contre mandat postal**

## Encyclopédie d'enseignement populaire supérieur

15 volumes à 1 fr. 50

Cette encyclopédie comprendra 15 volumes abondamment illustrés et relatifs chacun à une science distincte. Ces volumes ne contiendront aucune affirmation qui ne soit basée sur les faits.

Voici l'objet de chaque volume :

1. **Évolution des mondes**, suivi d'un historique des progrès de l'astronomie. — Cet ouvrage donnera une idée précise de toutes les connaissances astronomiques et indiquera les progrès successifs lentement acquis au cours des temps depuis la plus haute antiquité.
2. **Histoire de la terre**. — Nous aurons ici un exposé des transformations successives qu'a dû subir notre globe avant d'en arriver à son état actuel, ainsi que des données précises sur tous les phénomènes cosmiques et océanographiques.
3. **Origine de la vie**. — La question, débattue depuis si longtemps, de savoir si la matière vivante est différente de la matière brute, qui a fait l'objet de discussions fameuses entre Pasteur et Pouchet peut être résolue, en tenant compte des nouvelles découvertes, de la façon suivante : La vie n'est qu'une modalité de la matière, mais la matière vivante se comporte autrement que la matière brute.
4. **Évolution des êtres vivants**. — Nous étudierons l'évolution des êtres depuis le protozoaire, le plus simple des êtres vivants, jusqu'aux mammifères les plus supérieurs, et montrerons que l'homme passe de sa conception à son complet développement par tous les états des animaux depuis l'origine de la vie.
5. **Origine et évolution de l'homme**. — Reprenant les résultats acquis par Darwin et les progrès plus

Envoi franco contre mandat postal

récents accomplis par l'anthropologie, nous montrerons que notre premier ancêtre fut un *grand simien*; son type, bien qu'il ne figure pas parmi les formes d'anthropoïdes actuellement vivants, a pu être reconstitué.

6. **Les facteurs de l'évolution sociale.** — Les ouvrages précédents démontrent que tout évolue. Les conditions de l'évolution sont : l'influence du milieu, les dimensions de l'individu et son hérédité.
7. **La pensée.** — La matière vivante est irritable, c'est-à-dire qu'elle répond à certaines excitations. Ces excitations agissent sur les sens et l'apport des sens constitue des images. La pensée est une combinaison d'images. De nombreuses causes varient l'intensité des fonctions de la pensée.
8. **Histoire de civilisation.** — La civilisation est l'ensemble des activités sociales d'un groupe humain localisé. Nous passerons en revue les grandes civilisations et l'activité des non-civilisés de l'Amérique septentrionale et centrale, de l'Afrique occidentale, de la Polynésie, etc.
9. **Les religions.** — Dans les manifestations religieuses primitives, on ne voit pas de Dieu à proprement parler. L'homme dépend du *totem*, forme minérale ou végétale. Puis viennent le culte des ancêtres, les cultes locaux, les cultes nationaux, le polythéisme, le monothéisme. Les religions sont des phénomènes qui disparaissent sous l'influence de causes matérielles.
10. **Le droit et la morale.** — La morale a son fondement dans les formes élémentaires du droit. Tous deux sont primitivement liés aux croyances religieuses. Puis le droit se dégage de sa gangue; mais tandis que la morale reste une pratique d'application individuelle, le droit se cristallise jusqu'à devenir un

**Envoi franco contre mandat postal**

anachronisme et à ne plus répondre aux besoins de la société qui l'emploie.

11. **Les organisations sociales.** — Nous rencontrons d'abord la horde, puis la tribu, les confédérations de tribus à conseil central où existe la division du travail social; puis les sociétés modernes; dans ces organisations nous verrons se former et évoluer les associations corporatives du moyen âge; les communes; syndicats, etc.
12. **Les systèmes économiques.** — Primitivement les biens sont indivis entre les individus; la formation d'organismes spéciaux a pour effet la distribution des biens et la réglementation de la production. Avec les découvertes et l'extension du commerce, les échanges prennent de l'ampleur: les capitaux circulent et se concentrent en un petit nombre de mains; le machinisme amène des crises dans la situation des producteurs.
- 13 **Évolution de la technologie et de l'art.** — Evolution de l'outillage primitif de l'Australien à l'outillage moderne, l'habitation, l'armement, l'outillage technique et mécanique. — L'art. Il exprime des émotions collectives. Le rythme donne naissance à la danse et à la musique. Les arts plastiques et graphiques. Différenciation progressive.
14. **Les facteurs de l'évolution sociale.** — Conditions physiques: Climat, situation géographique, richesse des subsistances. Centres de populations diverses. Langage. Hommes de génie.
15. **L'homme et le monde.** — Ce livre résume les précédents et montre à quels résultats sont arrivés les sciences à l'heure actuelle. Tableau de l'évolution générale des idées. Nous connaissons plus que suffisamment de choses pour montrer que la théorie spiritualiste du monde doit être irrémédiablement exclue de notre pensée.

Envoi franco contre mandat postal

**EN VENTE :**

**M. I. NERGAL**

# **ÉVOLUTION DES MONDES**

SUIVI DE

L'HISTORIQUE DES PROGRÈS DE L'ASTRONOMIE

Le soleil. — Les comètes. — La voie lactée. —  
Mouvement des étoiles. — Étoiles temporaires. —  
Nébuleuses. — Transformation des mondes. — Appli-  
cation aux étoiles de la doctrine de l'évolution. —  
Transformation de la force et de la matière. — Théo-  
ries de Kant, de Laplace et de Faye. — Historique  
des principaux progrès de l'astronomie.

**1 volume in-8 avec 17 figures et 2 planches  
hors texte. . . . . 1 fr. 50.**

---

**CH. SAUERVEIN**

# **HISTOIRE DE LA TERRE**

Origine de la terre. — Le travail de l'écorce ter-  
restre. — L'évolution de la surface de la terre par  
époques géologiques. — Ères primaire, secondaire,

**Envoi franco contre mandat postal**

tertiaire, quaternaire. — Apparition de l'homme. —  
L'Océanographie.

**1 volume in-8 avec 79 figures dans le  
texte. . . . . 1 fr. 50.**

---

**J.-M. PARGAME**

## **ORIGINE DE LA VIE**

**1 volume in-8 avec 69 figures dans le  
texte (Vient de paraître) . . . . . 1 fr. 50.**

---

**Envoi franco contre mandat postal**

BIBLIOTHEQUE DE PHILOSOPHIE PRATIQUE

HERBERT SPENCER

L'ÉDUCATION

INTELLECTUELLE, MORALE ET PHYSIQUE

*Traduit de l'anglais par* MARCEL GUYMOT

1 vol. in-8 . . . . . 2 francs.

Depuis que la science expérimentale a obtenu les immenses résultats que l'on sait, une véritable révolution s'est accomplie dans les croyances de l'humanité, dans les institutions sociales, dans la vie de chaque jour, dans les mœurs et jusque dans les habitudes de chacun. Seule, l'éducation donnée aux enfants est restée traditionnelle ; les jeunes parents n'ont aucune préparation pour favoriser le développement de leurs enfants et ceux-ci ne sont pourvus d'aucune des aptitudes nécessaires à l'existence perfectionnée qui doit être la leur.

C'est ce désaccord d'une gravité exceptionnelle, auquel a voulu porter remède le plus illustre philosophe des temps modernes, la plus vaste des intelligences qui aient honoré l'humanité. Herbert Spencer montre que l'éducation physique, intellectuelle et morale commence dès l'âge le plus tendre et que les actes les plus insignifiants comportent quelquefois des conséquences très graves pour la suite de l'existence. La nature est, en effet, implacable.

Aussi est-il indispensable de surveiller de très près le développement des enfants pour qu'ils parviennent à donner toute leur mesure.

Cet ouvrage magistral est l'application pratique de l'immense œuvre scientifique de Spencer. D'ailleurs si les recherches des savants n'avaient pas une portée directe sur les générations qui doivent constituer la société de demain, à quoi serviraient-elles ?

Cet ouvrage doit être non seulement entre les mains des instituteurs, mais encore entre celles de tous les pères et de toutes les mères de familles, à qui il rendra les plus éminents services.

Il a été traduit par M. Guymot avec la clarté et la fidélité dont il avait déjà fait preuve en traduisant les *Premiers Principes* du même auteur.

**Envoi franco contre mandat postal**

Librairie O. REINWALD. — SCHLEICHER Frères, Éditeurs  
Paris. — 61, rue des Saints-Pères, 61. — Paris (VI<sup>e</sup>)

---

Auguste COMTE

---

## Cours de Philosophie positive

---

- TOME I. — Préliminaires généraux et philosophie mathématique.  
TOME II. — Philosophie astronomique et philosophie physique.  
TOME III. — Philosophie chimique et philosophie biologique.  
TOME IV. — Partie dogmatique de la philosophie sociale.  
TOME V. — Partie historique de la philosophie sociale en tout ce qui concerne l'état théologique et l'état métaphysique.  
TOME VI. — Complément de la partie historique de la philosophie sociale et conclusions générales.

Les doctrines d'Auguste Comte ont eu un retentissement considérable et ont encore de très nombreux partisans.

Le **Cours de Philosophie positive** que nous publions aujourd'hui est l'œuvre essentielle de ce grand philosophe. C'est un ouvrage merveilleux qui organisa la philosophie des sciences et la loi des trois états.

Cet ouvrage rallia lors de sa publication, les suffrages des hommes les plus éminents du XIX<sup>e</sup> siècle, et servit de base à d'illustres savants pour l'élaboration de la méthode scientifique qui a donné les admirables résultats que l'on connaît.

Aussi avons-nous pensé qu'on ne saurait mieux reconnaître les services de l'une de nos plus pures gloires nationales qu'en mettant à la portée de tous l'ouvrage capital de celui qui fit tous ses efforts pour que la spécialisation ne se développe jamais aux dépens des conceptions générales.

Chaque volume : 2 francs.