

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

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.

Systeme 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^e 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 éparses 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 prêtrises 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 donnée 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.

Loin 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^e 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^e 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).

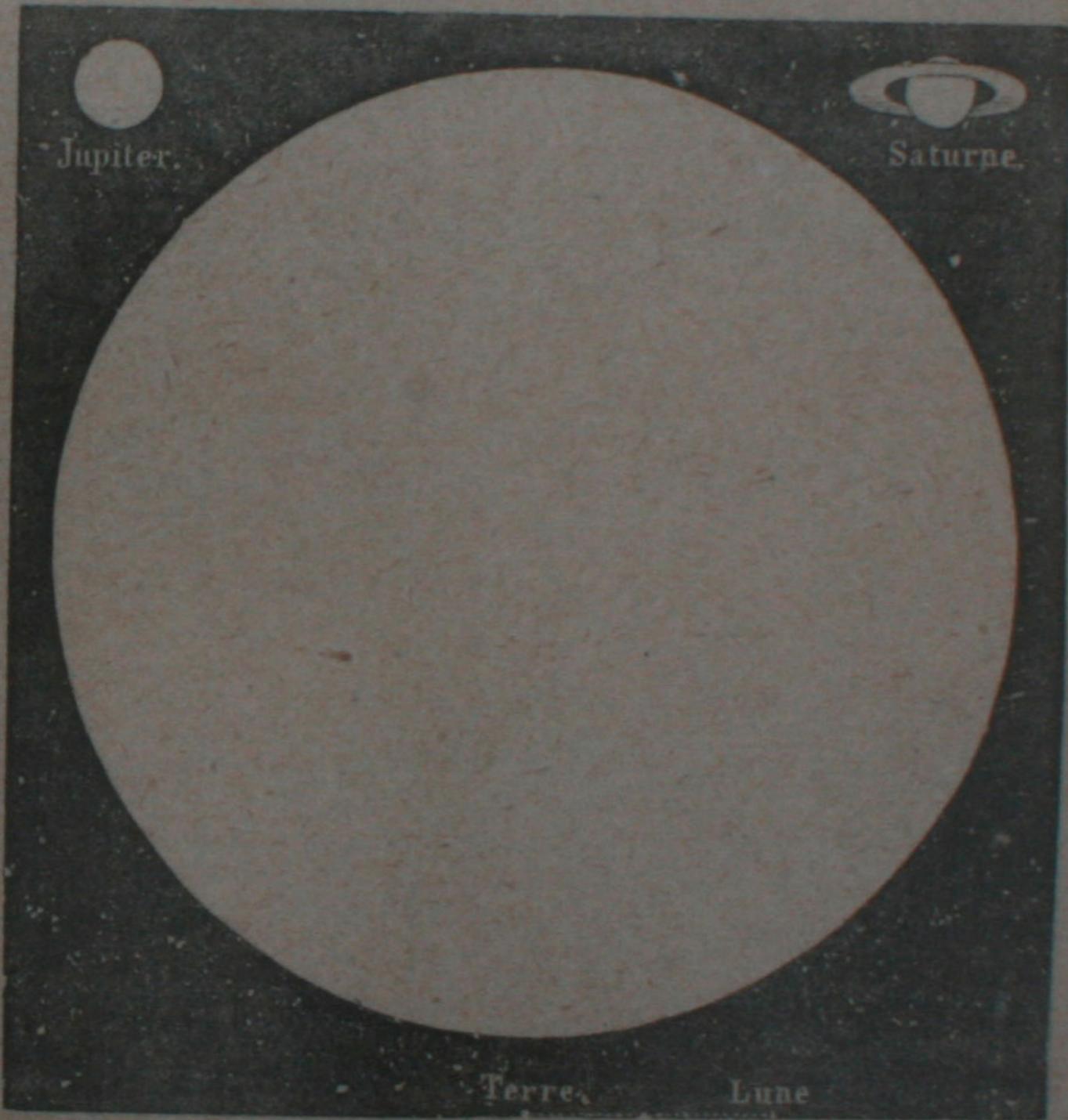


Fig. 1. — Grosseur comparée du Soleil, de la Terre, de la Lune, de Jupiter et de Saturne.

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.

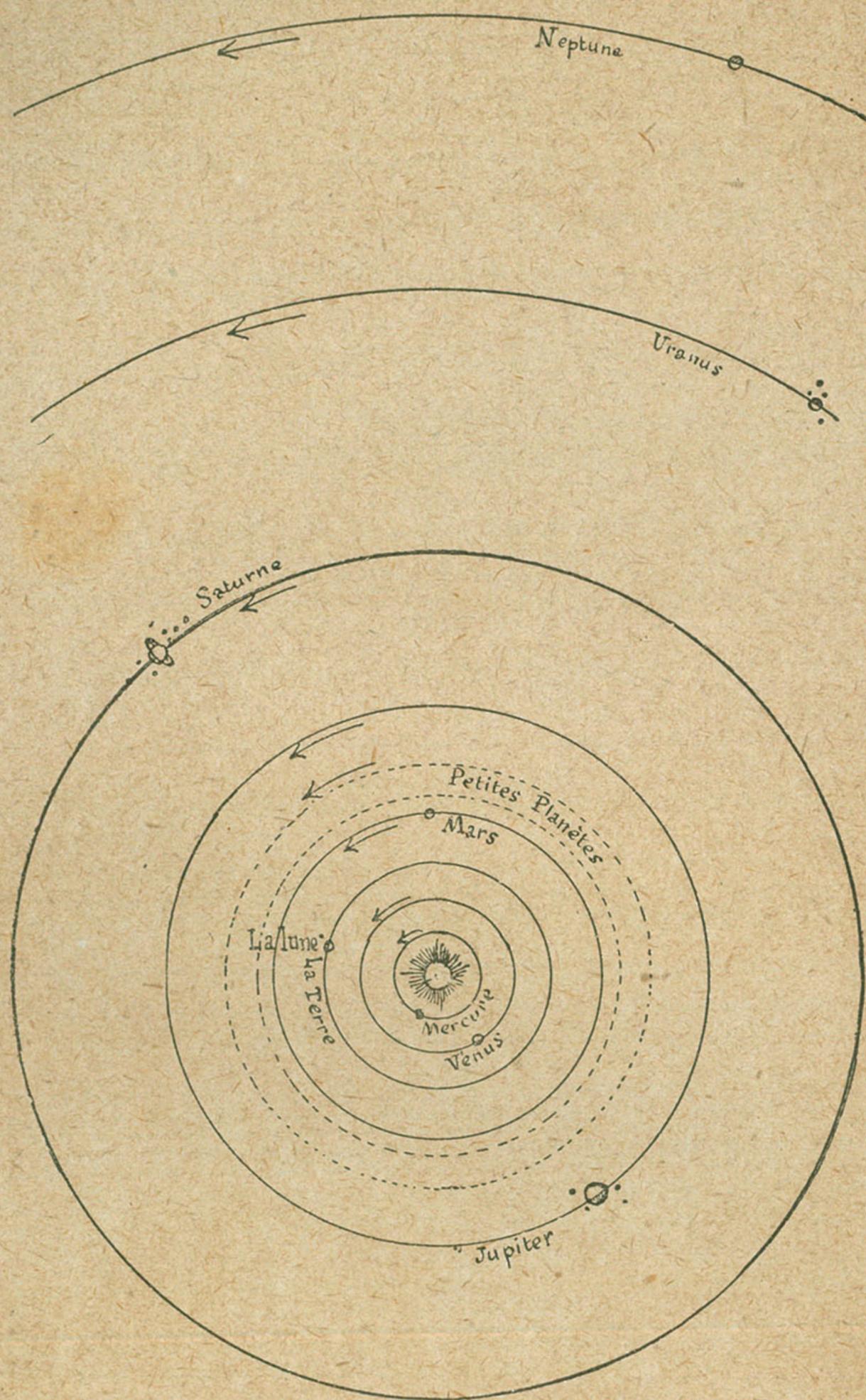


Fig. 2. — Le système solaire.

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

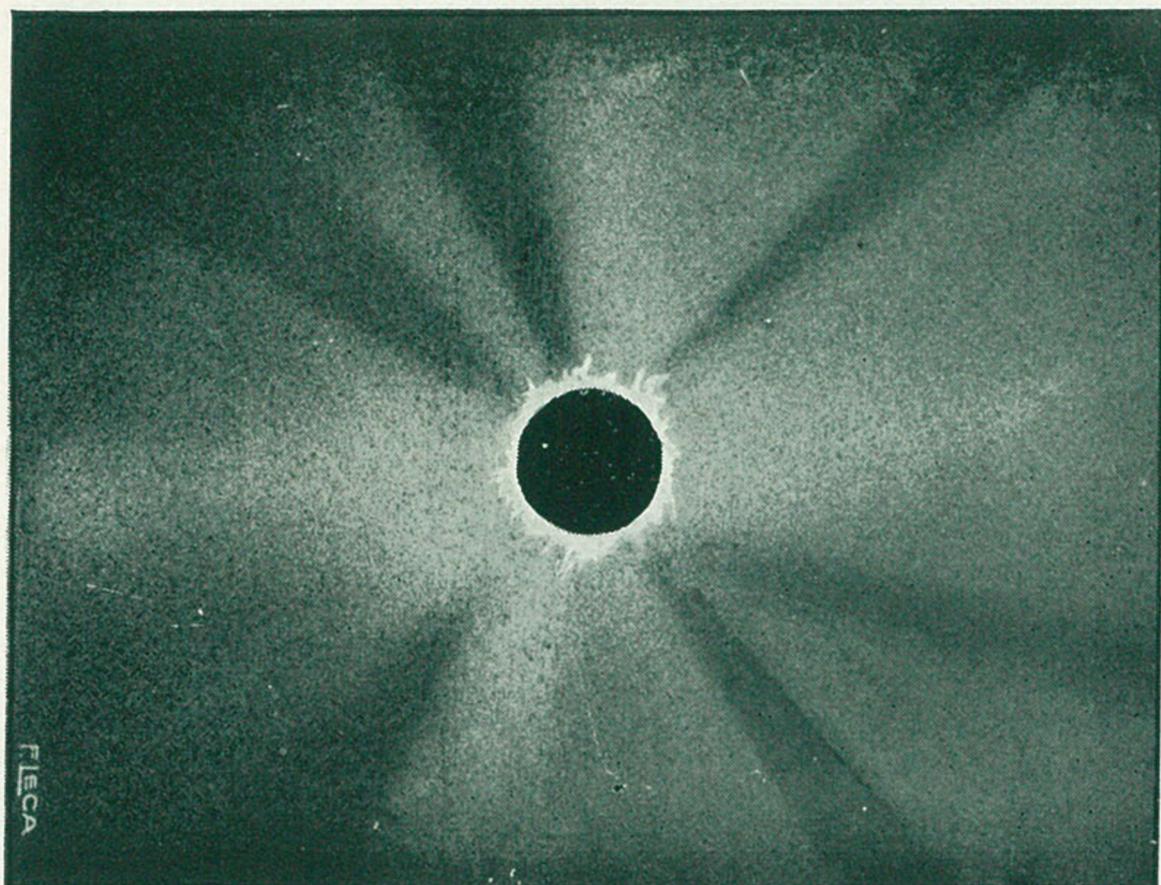


Fig. 4. — Couronne, gloires, aigrettes solaires visibles pendant les éclipses totales, témoignant de l'étendue et de la prodigieuse activité des phénomènes dont le soleil est le centre.



Fig. 8. — Lumière zodiacale.

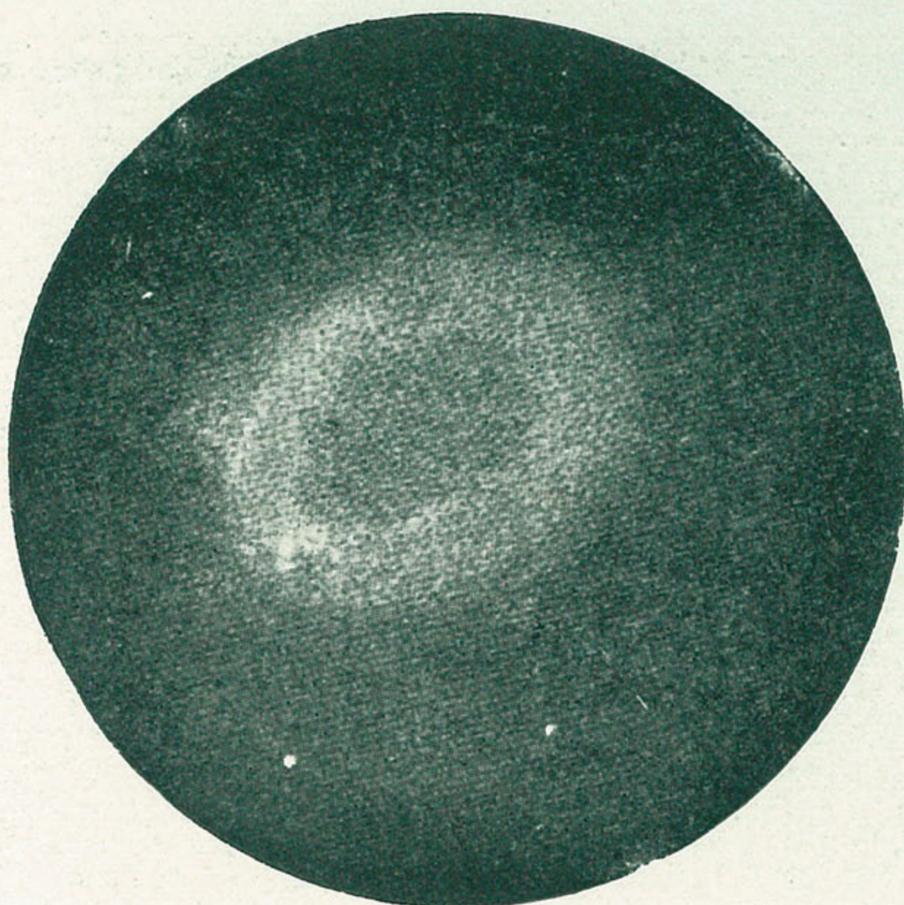


Fig. 15. — Nébuleuse de la Lyre.

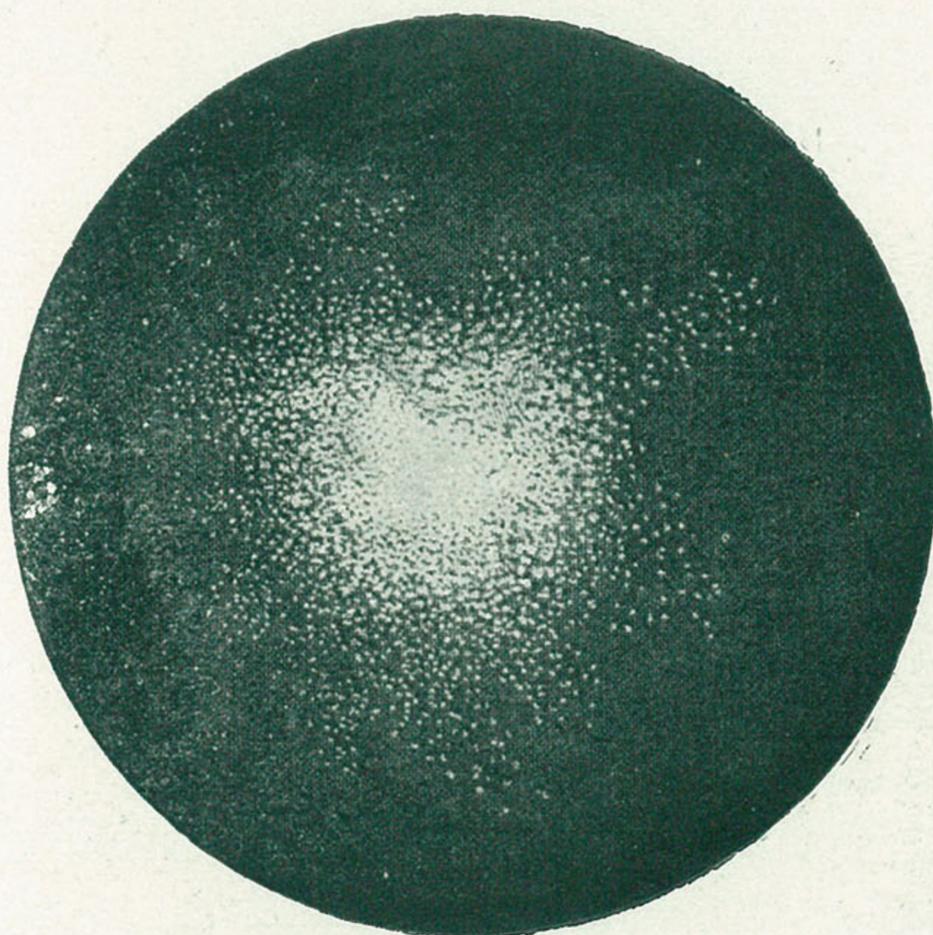


Fig. 16. — Nébuleuse d'Hercule.

isibles
due et
soleil

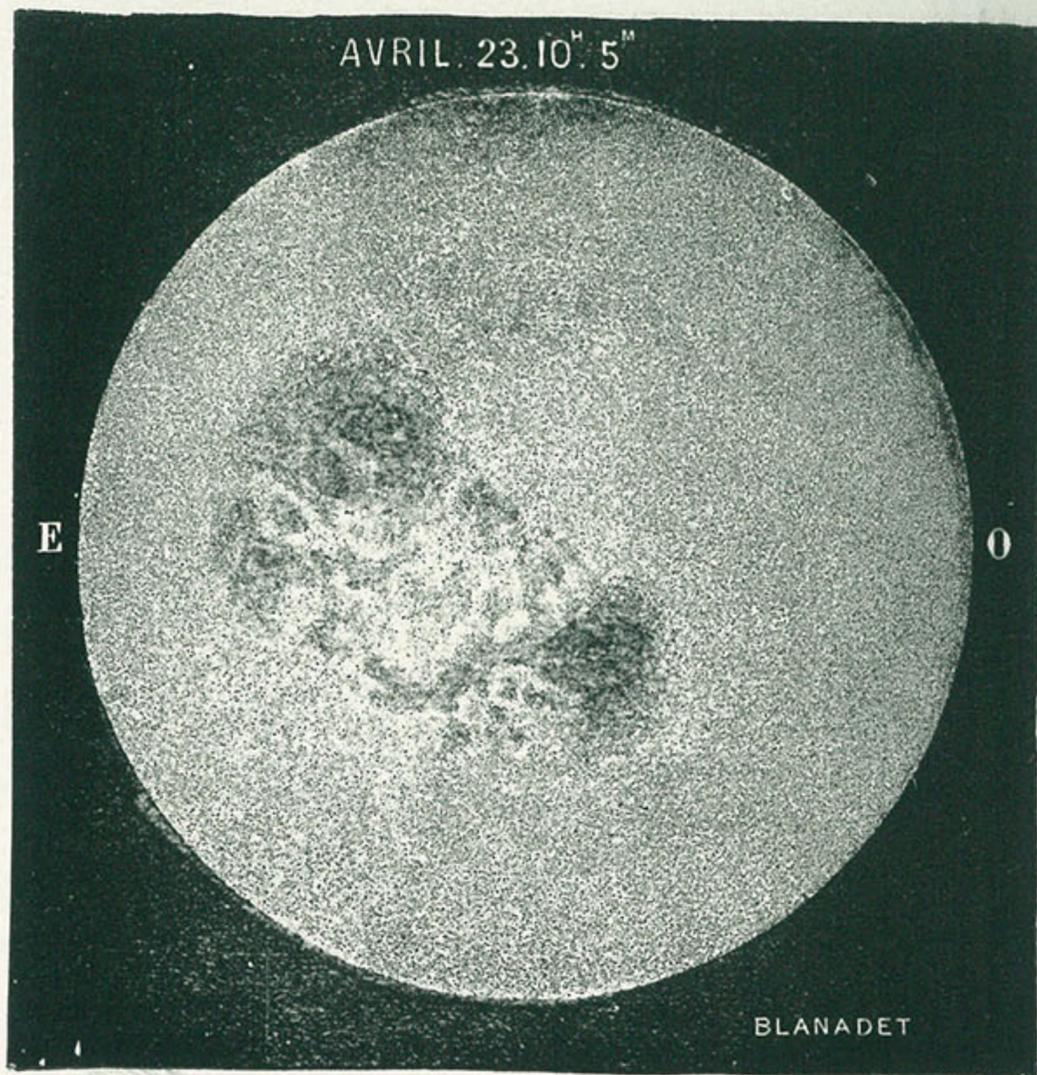


Fig. 9 — Tache solaire du 23 avril 1872.

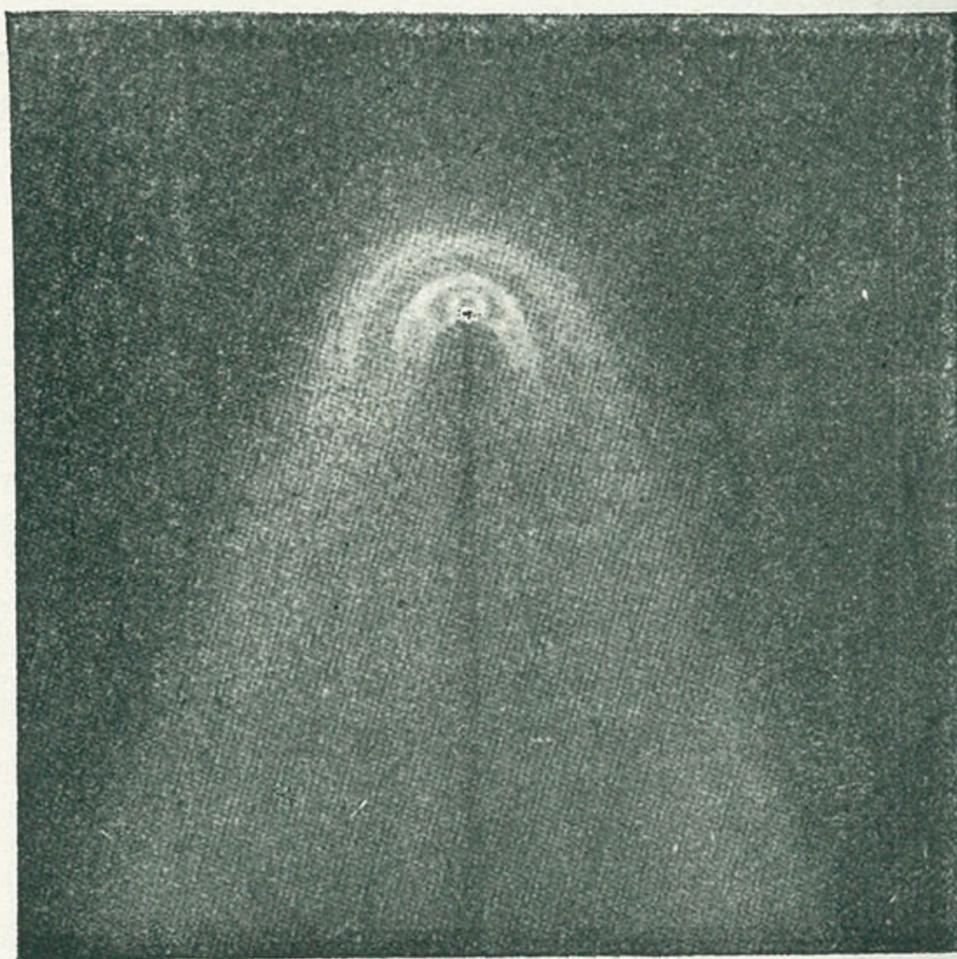


Fig. 11. — Comète de Donati, 2 octobre 1858.

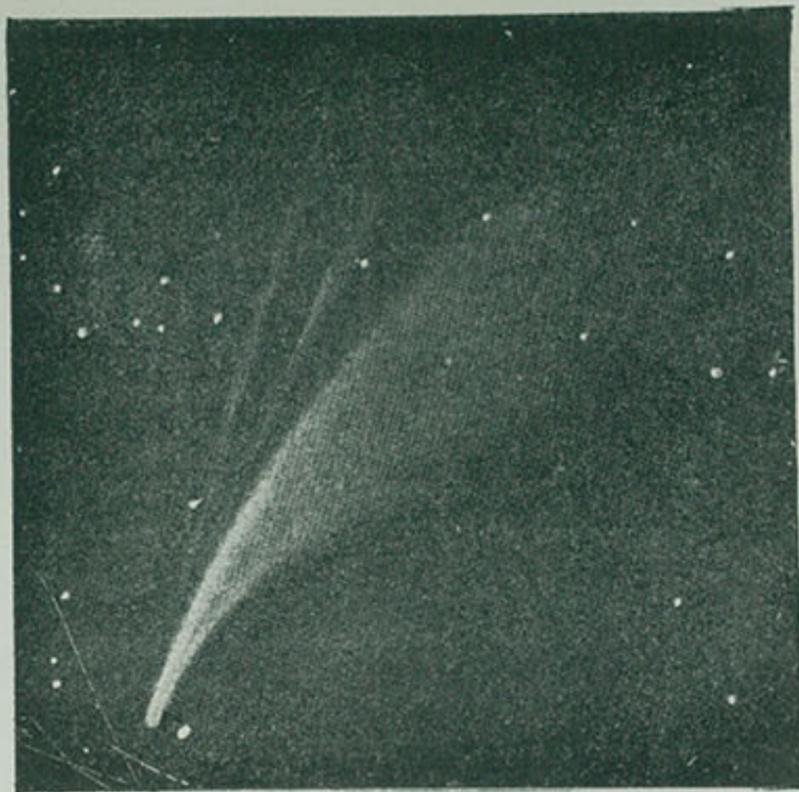


Fig. 12. — Comète de Donati, 5 octobre 1858.

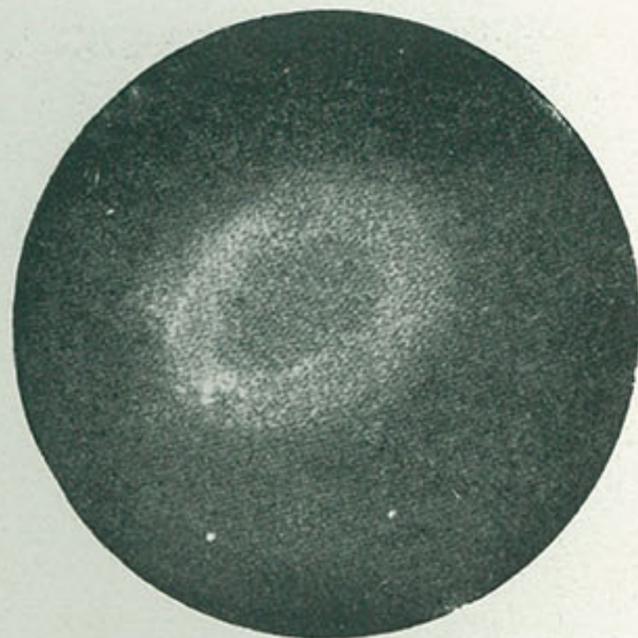


Fig. 15. — Nebuleuse de la Lyre.

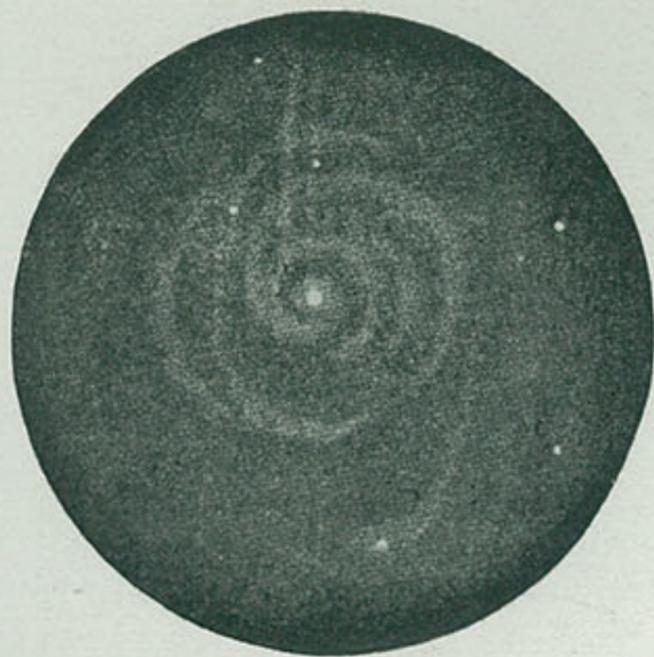


Fig. 14. — Nébuleuse en spirale de la Constellation des Chiens de chasse.



Fig. 16. — Nébuleuse d'Hercule.



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

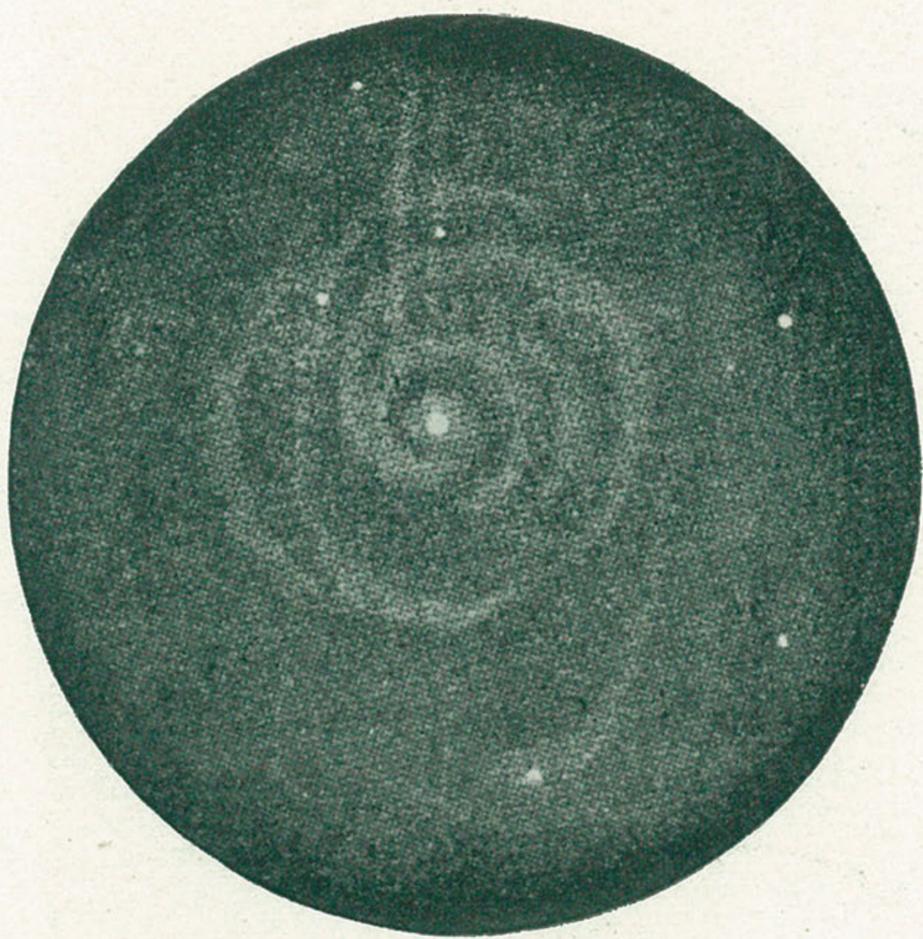


Fig. 14. — Nébuleuse en spirale de la Constellation
des Chiens de chasse.

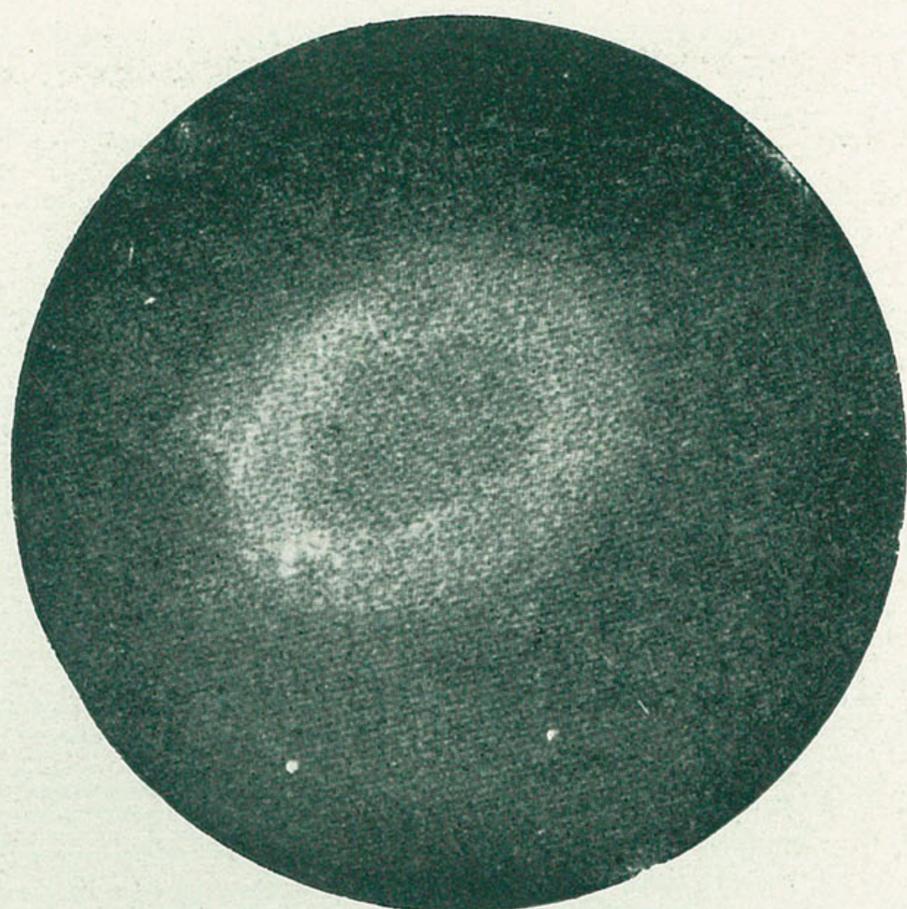


Fig. 15. — Nébuleuse de la Lyre.

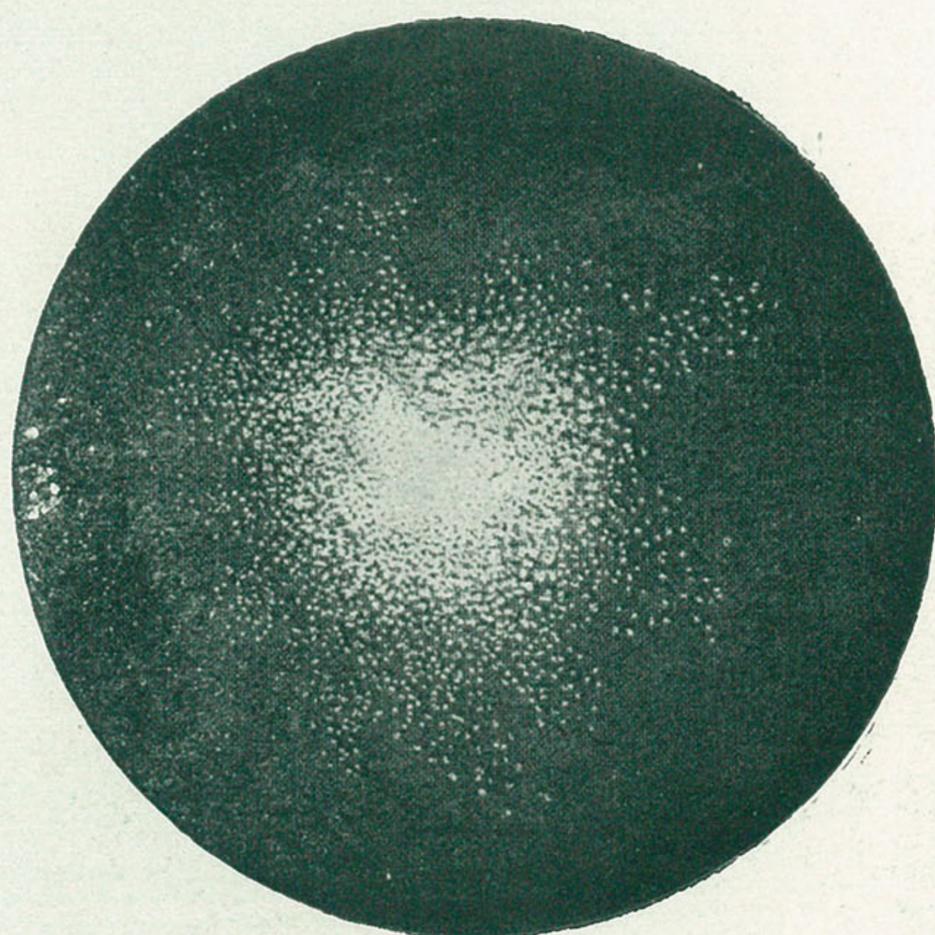


Fig. 16. — Nébuleuse d'Hercule.

Tableau comparatif des éléments principaux du système solaire

comprenant 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 kilomètres.	Diamètres	Volumes La Terre = 1	Masses Terre = 1	Densités Terre = 1	Revolutions	Rotations.	OBSERVATIONS.
☉								
☿	57 479 500	4 842	0,052	324,439	0,253	87 j., 23 h., 45 m.	25 j., 4 h., 29 m.	
♀	107 406 300	12 172	0,975	0,787	0,807	224 j., 16 h., 49 m.	88 j. (?) 225 j. (?)	Possède la plus grande densité.
♁	148 488 200	12 713 kil. Équ. 12 713 kil. Pôles 12 736 kil.	1	1	1	365 j., 6 h., 9 m., 10 s. 7	23 h., 56 m., 4 s.	A un satellite, la Lune.
♂	226 250 200	6 888	0,147	0,105	0,711	686 j., 23 h., 34 m.	24 h., 37 m., 23 s.	A deux satellites.
PLANÈTES								
TELESCOPICIQUES								
♃	772 554 500	142 362	1270,412	309 816	0,242	4332 j., 14 h., 7 m. (11-8 ans)	9 h., 55 m., 37 s.	Eros, la 130 ^e petite planète, est située entre Mars et la Terre. La durée de sa révolution est de 643 jours. A cinq satellites.
♄	1 416 413 000	121 541	718,883	91 919	0,128	10 759 j., 5 h., 40 m. (29 ans)	10 h., 44 m., 24 s.	Possède la plus faible densité. Est remarquable par ses anneaux.
♅	2 248 493 000	53 946	69,237	13,540	0,195	30 688 j., 9 h., 22 m. (84 ans)	7	
♆	4 462 826 000	48 380	53,935	16,496	0,300	60 181 j., 2 h., 43 m. (165 ans)	7	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).

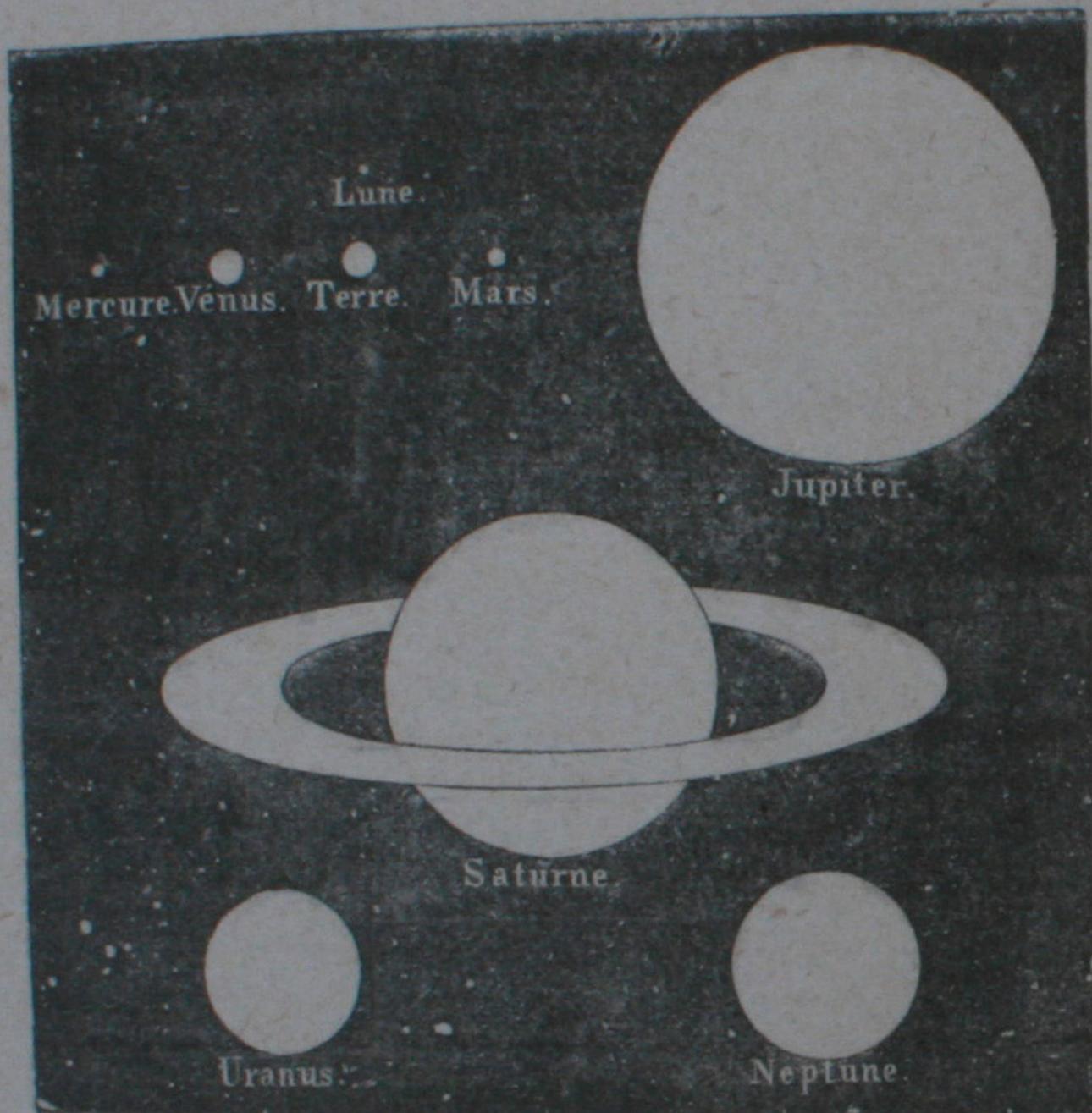


Fig. 3. — Grandeur relative des principales planètes.

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 ne reçoit 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 journellement 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 $1/10^3$. 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.

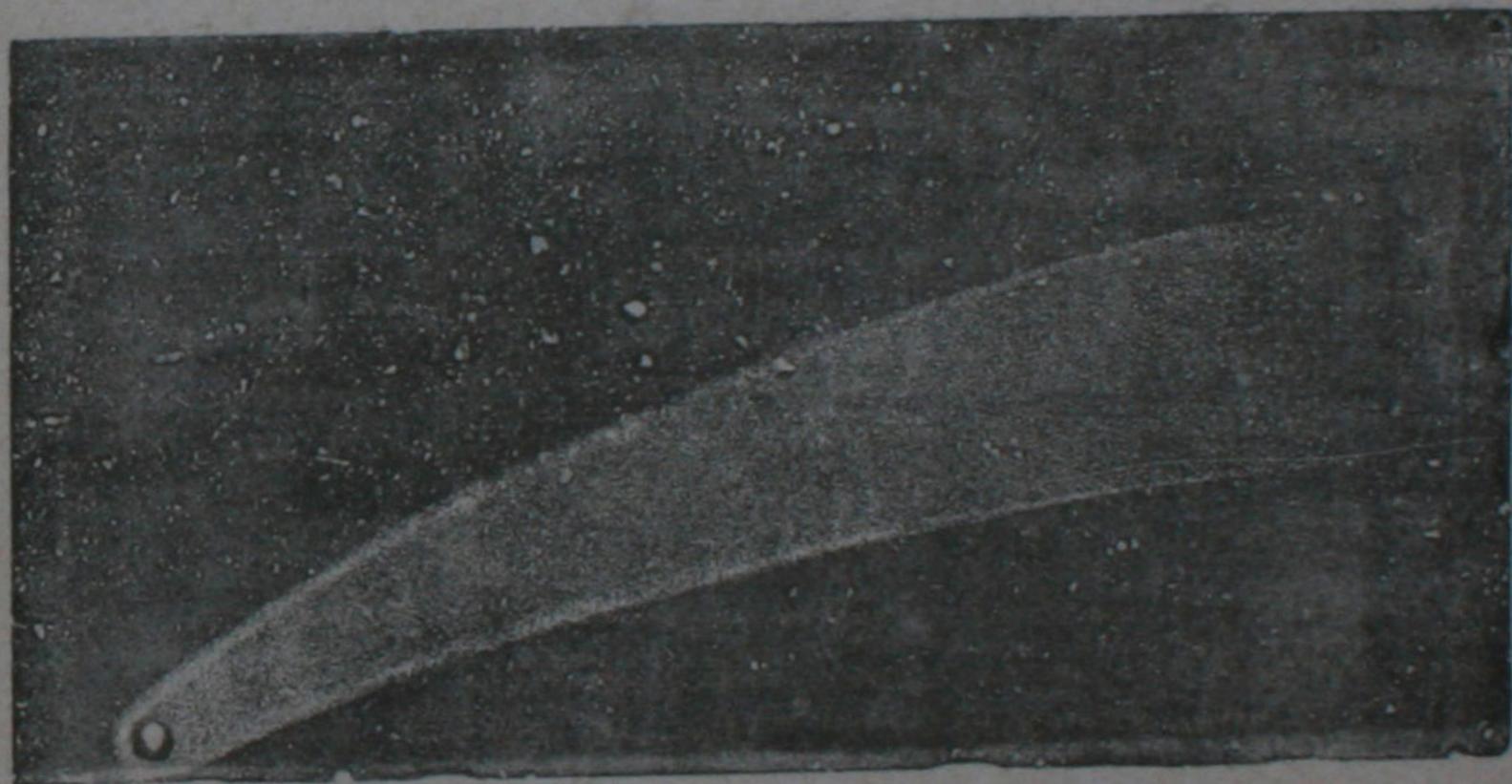


Fig. 10. — Comète de 1811.

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' α 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 con-
« naît 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 ξ (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.

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

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

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

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

α (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 :
 γ du Lion, à qui 400 ans sont nécessaires pour accomplir sa révolution.

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

ζ (dzêta) 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 560, 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^e et 14^e 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^e 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 cer-
« taines 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 pro-
« duire 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 pôle 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.

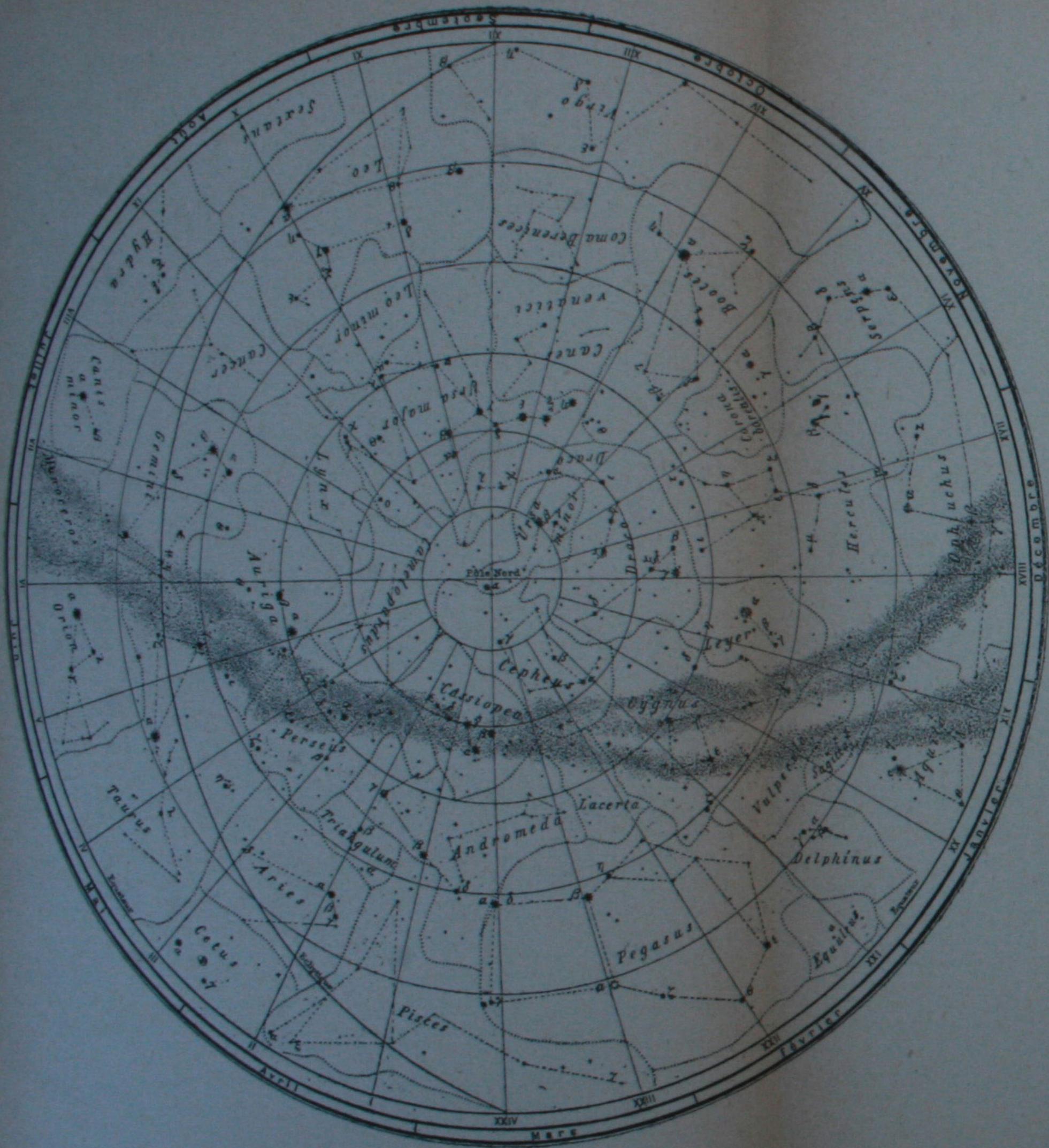
Ce n'est pas un univers qui est là ; « ce sont des univers réunis » (2).

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

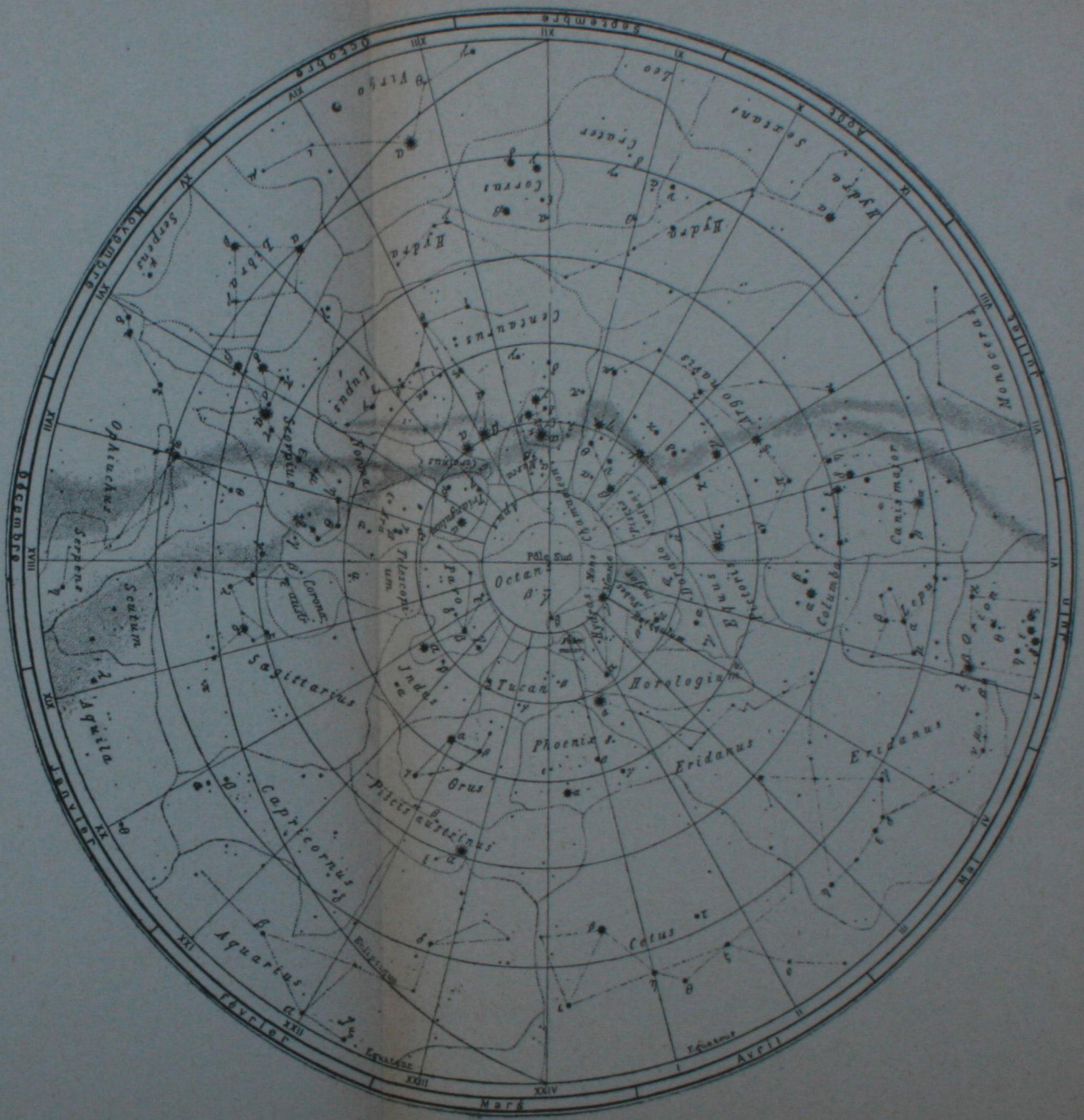
« Chacun de ces grains de poussière est un soleil. Ils paraissent se toucher, mais ils sont séparés les uns des autres par des millions et des milliards de lieues. La main des siècles a contourné ces myriades de soleils en spires consécutives. Tout cela se meut, tout cela vibre,

(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 traînées en arrière de sa marche. Ces traînées 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^e 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 (α 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 α de l'Hydre, σ d'Hercule, ζ de Persée, β de Pégase sont des étoiles variables.

On peut encore citer :

R du Verseau ; R, S, T, des Poissons, ζ (dzêta). R, S, T, V, des Gémeaux ; R, S, de l'Écrevisse, R du Lion, R, S, de la Vierge, T, U, du Capricorne ; R, du Sagittaire.

Herschel citait les étoiles β des Gémeaux, β de la Baleine, η du Sagittaire, la 30^e du Dragon, la 14^e 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 η (êta) 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^e ordre en 1879.

Des observations faites deux siècles auparavant sur cette même étoile η , 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) F. AMMARION, *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' α 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^e 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 redevint 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 β 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. Quelque 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^e 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 Flamsteed, c'est-à-dire depuis un siècle ; notamment la 9^e et la 10^e du Taureau, la 55^e 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'immutabilité
« 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 ρ (ρ)... une nou-
 « velle étoile de troisième grandeur... nous y trouvâmes
 « les lignes F et C de l'hydrogène, la raie β (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-Baillière, 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 (η) 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 méridiennes 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, Altaïr, Régulus, Rigel, etc... les étoiles de la Grande Ourse, α 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, α 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, Antarès, Algol, α d'Hercule, β 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 pro-
« noncé encore de leur évolution sidérale. Ici, le spectre
« trahit d'une manière incontestable les signes d'un refroi-
« dissement fatal. Le violet, cette couleur des hautes
« températures, manque ici presque absolument : en
« même temps, des bandes sombres, indice d'une atmos-
« phère épaisse et froide, où les affinités chimiques com-
« mencent 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 sur-
« pris dans leur devenir. Nul télescope ne pourrait les dé-
« composer en étoiles. D'autres nébuleuses, au contraire,
« finiront par être résolues en amas stellaires, le spectro-
« cope nous le garantit dès à présent (2). »

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

« En examinant au spectroscope 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 seule-
« ment 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 η du Navire, nébuleuse vaste et singulière; asso-
ciée à l'étoile variable, dans la même constellation η 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. 1. 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^o à 8^o 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 indique que c'est bien à des amas de matière à un état primordial 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*. A.c. 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 POTIER, *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 condensations 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 doctrine 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^e 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) PUISREUX, *Sur quelques progrès récents accomplis avec l'aide de la photographie dans l'étude du Ciel*. Paris, Gauthier-Villars, 1899, p. 14.

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^e 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) : « De 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.