

Emmanuel KANT



Œuvres Complètes

EMMANUEL KANT
Œuvres complètes



Édition sous la direction de : Magalie Schwartzerg

ISBN : 9791027307814
©®Arvensa Éditions

ARVENSA ÉDITIONS

La référence des éditions numériques des œuvres classiques en langue française



Bénéficiez d'offres privilégiées en vous abonnant à notre lettre d'actualité.
Vous serez informé des mises à jour de cette édition et de nos nouvelles publications :

Je m'inscris ➤

Ou rendez-vous sur notre site internet :

www.arvensa.com

ISBN : 9791027307814

©®Arvensa Éditions

NOTE DE L'ÉDITEUR

L'objectif des Éditions Arvensa est de vous faire connaître les œuvres des plus grands auteurs de la littérature classique en langue française à un prix abordable, tout en vous fournissant la meilleure expérience de lecture sur votre liseuse.

C'est donc un très grand plaisir de vous présenter cette édition numérique originale des *Œuvres complètes d'Emmanuel Kant*.

L'existence particulièrement calme, uniforme et laborieuse de Kant a contribué à nous laisser en héritage un nombre important d'ouvrages et d'études diverses.

Son génie, — ce qui fut la tâche essentielle de sa vie, — fut de rassembler et de coordonner les connaissances humaines pour en faciliter l'acquisition et l'emploi. C'est ainsi qu'il a ouvert une nouvelle carrière à l'esprit philosophique, le système *critique*. On peut bien parler de « révolution kantienne ».

Si l'on devait résumer ce que fut la personnalité et l'œuvre de philosophie morale de notre grand philosophe, sans doute ces deux vers de Juvenal qu'il aimait citer, pourraient y satisfaire :

Summun crede nefas animam praeferre pudori
Et propter vitam vivendi perdere causas.

« Regarde comme l'infamie suprême de préférer l'existence à l'honneur
Et de perdre, pour sauver ta vie, ce qui est ta raison de vivre. »
(JUVENAL, Satires, VIII, 83-84.)

C'est d'après ces principes moraux que notre auteur s'est attaché à répondre à ces trois questions existentielles :

- Que puis-je savoir ? (*Critique de la raison pure.*)
- Que dois-je faire ! (*Critique de la raison pratique et Métaphysique des mœurs.*)
- Qu'osé-je espérer ? (notamment : *La religion dans les limites de la simple raison.*)

Notre édition contient 61 titres. Les œuvres de Kant sont classées par ordre de composition ou de première édition originale allemande. Les familiers du philosophe s'accordent souvent à reconnaître que la lecture de ses ouvrages peuvent présenter des difficultés, surtout pour des esprits français. C'est pourquoi, outre les plus de 3400 notes au sein des textes eux-mêmes, le lecteur

trouvera un certain nombre d'analyses explicatives destinées à en préparer ou à en faciliter l'étude. (Section ANALYSES).

Citons enfin notre célèbre écrivain :

« Que les rois deviennent philosophes, on ne peut guère s'y attendre, et l'on ne doit pas non plus le souhaiter, parce que la possession du pouvoir corrompt inévitablement le libre jugement de la raison. Mais que les rois ou les peuples-rois (c'est-à-dire les peuples qui se gouvernent eux-mêmes d'après des lois d'égalité) ne souffrent pas que la classe des philosophes disparaisse ou soit réduite à garder le silence, mais qu'ils la laissent parler tout haut, c'est ce qui leur est indispensable pour s'éclairer sur leurs propres affaires. »

Si, malgré tout le soin que nous avons apporté à cette édition, vous notiez quelques erreurs, nous vous serions très reconnaissants de nous les signaler en écrivant à notre service qualité :

servicequalite@arvensa.com

Pour toutes les autres demandes, contactez :

editions@arvensa.com

Nos publications sont régulièrement enrichies et mises à jour. Si vous souhaitez en être informé, nous vous invitons à vous inscrire sur le site :

www.arvensa.com

Nous remercions aussi tous nos lecteurs qui manifestent leur satisfaction en l'exprimant à travers leurs commentaires. Ces derniers sont particulièrement précieux pour notre équipe éditoriale.

Nous vous souhaitons une fructueuse lecture.

ARVENSA ÉDITIONS

EMMANUEL KANT : ŒUVRES COMPLÈTES

LISTE DES TITRES

A large, stylized handwritten signature in black ink, which appears to read 'Immanuel Kant'. The signature is written in a cursive, flowing style with a prominent initial 'I' and a long, sweeping tail.

EMMANUEL KANT : ŒUVRES COMPLÈTES



AVERTISSEMENT : Vous êtes en train de parcourir un extrait de cette édition. Seuls les premiers liens de cette liste sont donc fonctionnels.

[ARVENSA ÉDITIONS](#)

[NOTE DE L'ÉDITEUR](#)

[CATALOGUE DES ÉDITIONS ARVENSA](#)

1755-1766

- [Histoire naturelle générale et théorie du ciel \(1755\).](#)
- [Nouvelles explications des premiers principes métaphysiques \(1755\).](#)
- [Sur Swedenborg \(1758\).](#)
- [Consolation adressée à une mère \(1760\).](#)
- [La fausse subtilité des quatre figures du syllogisme \(1762\).](#)
- [Clarté des principes de la théologie et de la morale \(1763\).](#)
- [Essai sur les quantités négatives en philosophie \(1763\).](#)
- [Essai sur les maladies de l'esprit \(1764\).](#)
- [Observations sur le sentiment du beau et du sublime \(1764\).](#)
- [Sur les leçons du semestre d'hiver 1765-1766 \(1765\).](#)
- [Rêves d'un visionnaire expliqués par les rêves de la métaphysique \(1766\).](#)

1770-1784

- [Forme et principes du monde sensible et intelligible \(1770\).](#)
- [Correspondance philosophique entre Kant et Lambert \(1765-1770\).](#)
- [Critique de la raison pure \(1781-1787\).](#)
- [Prolégomènes à toute métaphysique future \(1783\).](#)
- [De la morale fataliste de Schulze \(1783\).](#)
- [Idée d'une histoire universelle \(1784\).](#)

- [Qu'est-ce que les Lumières ? \(1784\).](#)

1785-1788

- [Fondements de la métaphysique des mœurs \(1785\).](#)
- [De l'illégitimité de la contrefaçon des livres \(1785\).](#)
- [La notion de race humaine \(1785\).](#)
- [De l'essai de G. Hufeland sur le principe du droit naturel \(1786\).](#)
- [Qu'est-ce que s'orienter dans la pensée ? \(1786\).](#)
- [Critique de la raison pratique \(1788\).](#)
- [De l'usage des principes téléologiques en philosophie \(1788\).](#)

1790-1795

- [Critique du jugement \(1790\).](#)
- [De la superstition et de ses remèdes \(1790\).](#)
- [Réponse à Eberhard \(1790\).](#)
- [La religion dans les limites de la simple raison \(1793-1794\).](#)
- [Théorie de Kant sur la religion dans les limites de la simple raison \(abrégé du livre précédent\).](#)
- [D'un lieu commun \(1793\).](#)
- [De la philosophie en général \(1794\).](#)
- [De la paix perpétuelle \(1795\).](#)

1796-1798

- [D'un ton élevé nouvellement pris en philosophie \(1796\).](#)
 - [Accommodement d'un différend mathématique \(1796\).](#)
 - [Annonce de la prochaine conclusion d'un traité de paix perpétuelle en philosophie \(1796\).](#)
 - [Sur l'organe de l'âme \(1796\).](#)
 - [Métaphysique des mœurs \(1796-1797\).](#)
1. [La doctrine du droit \(1796\).](#)
 2. [La doctrine de la vertu \(1797\).](#)

- [D'un prétendu droit de mentir par humanité \(1797\).](#)
- [De l'empire de l'esprit sur les sentiments maladifs \(1797\).](#)
- [Anthropologie au point de vue pragmatique \(1798\).](#)
- [Lettres à M. Friedrich Nicolai \(1798\).](#)

1800-1821

- [Logique \(1800\).](#)
- [Traité de pédagogie \(1803\).](#)
- [Progrès de la métaphysique depuis Leibniz et Wolff \(1804\).](#)
- [Leçons de métaphysique \(1821\).](#)

ÉTUDES DIVERSES

- [Fragments kantiens de logique \(1755-1796\).](#)
- [Fragments kantiens d'anthropologie \(1758-1797\).](#)
- [Fragments kantiens sur la morale \(1760-1797\).](#)
- [Fragments kantiens sur le droit naturel \(1784-1798\).](#)

ANALYSES

- [Éclaircissements sur la *Critique de raison pure* \(Johann Schulze\)](#)
- [Examen de la *Critique du jugement* \(Jules Barni\)](#)
- [Examen des *Fondements de la métaphysique des mœurs* et de la *Critique de la raison pratique* \(Jules Barni\)](#)
- [La *Doctrine du droit* analysée \(Jules Barni\)](#)
- [La *Doctrine de la vertu* analysée \(Jules Barni\)](#)
- [La *Critique de la raison pure* analysée \(Jules Barni\)](#)
- [Les hypothèses cosmogoniques \(Charles Wolf\)](#)
- [Kant et sa philosophie \(Victor Cousin\)](#)
- [Leçons sur la philosophie de Kant \(Victor Cousin\)](#)

[Biographie d'Emmanuel Kant](#)

Emmanuel Kant



HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE ET THÉORIE DU CIEL

D'APRÈS LES PRINCIPES DE NEWTON



Traduction : Charles Wolf
Arvensa 2020

[Liste générale des titres](#)

Pour toutes remarques ou suggestions :
editions@arvensa.com
ou rendez-vous sur :
www.arvensa.com

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE ET
THÉORIE
DU CIEL

ou

ESSAI SUR LA CONSTITUTION ET L'ORIGINE MÉCANIQUE
DE L'UNIVERS
D'APRÈS LES LOIS DE NEWTON

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL
Emmanuel Kant



Édition sous la direction de : Magalie Schwartzerg
Annotations : Charles Wolf, Magalie Schwartzerg
Traduction : Charles Wolf
©Arvensa® Éditions 2020

—•—
HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL

[Retour à la liste des titres](#)

—•—

Table des matières



[Présentation](#)

[Avertissement du traducteur](#)

[Dédicace à Frédéric de Prusse](#)

[Préface](#)

[Table analytique des matières contenues dans cet ouvrage](#)

[PREMIÈRE PARTIE](#)

[Résumé des lois fondamentales de la philosophie naturelle de Newton](#)

[Première partie – De la distribution des étoiles fixes en systèmes](#)

[DEUXIÈME PARTIE](#)

[I. De l'origine du monde planétaire en particulier et des causes de ses mouvements](#)

[II. De la variation de densité des planètes et des rapports de leurs masses](#)

[III. De l'excentricité des orbites planétaires, et de l'origine des comètes](#)

[IV. De l'origine des satellites et du mouvement des planètes autour de leur axe](#)

[V. De l'origine de l'anneau de Saturne ; calcul de la rotation diurne de la planète d'après ses relations avec l'anneau](#)

[VI. De la lumière zodiacale](#)

[VII. De l'étendue infinie de la création dans l'espace et dans le temps](#)

Addition au chapitre VII

VIII. Démonstration générale de l'exactitude d'une théorie
mécanique de la formation du monde, et en particulier de la
certitude de la présente théorie

TROISIÈME PARTIE

Appendice

Conclusion



HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



Présentation

Kant a exposé ses idées sur la constitution et l'origine de l'Univers dans un ouvrage publié sans nom d'auteur en 1755 sous le titre *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*^[1].

Il établit par l'excentricité progressivement plus forte des orbites planétaires qu'il doit exister des corps célestes placés entre Saturne et la comète, la moins excentrique. D'autres conjectures encore sur le système du monde, sur la voie lactée, les nébuleuses, sur l'anneau de Saturne, ont été pleinement confirmées, trente ans plus tard, par les observations d'Herschel^[2], qui, frappé des prédictions raisonnées de Kant, a plus d'une fois exprimé son admiration pour le génie de l'auteur de la *Théorie du ciel*.

Cette nouvelle édition, *Histoire naturelle générale et Théorie du ciel*, adaptée à la lecture numérique, adopte en la modernisant, la traduction française de Ch.Wolf, publiée en 1886 chez Gauthier-Villars^[3].

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



Avertissement du traducteur

[4]

...

J'ai pris à tâche de suivre dans cette traduction le texte même de Kant, mot pour mot autant que possible, sans essayer de substituer à l'expression parfois vague et mal définie de sa pensée une paraphrase ou j'aurais risqué de la trahir. Je prie donc le lecteur de ne pas m'imputer les obscurités qu'il rencontrera parfois ; elles existent réellement, je crois, dans l'Œuvre de Kant. Mais s'il a la patience de suivre jusqu'au bout les développements parfois longs et embarrassés de l'auteur, s'il laisse de côté les difficultés que fait naître la conception mécanique de Kant, il sera, je n'en doute pas, récompensé de sa persévérance par le véritable plaisir que lui causera, comme je l'ai moi-même éprouvé, la lecture de certaines pages réellement éloquentes et pleines d'un sens philosophique profond. Telles sont celles où Kant expose ses idées sur la formation successive des mondes dans l'étendue indéfinie du chaos, leur dépérissement et leur résurrection.

Je recommande aussi la lecture de la Préface de Kant. En fait de Cosmogonie, dit M. Faye, il est difficile de ne pas heurter des sentiments respectables. Il appartient au philosophe de montrer comment la tendance de l'esprit scientifique à faire reculer l'intervention divine jusqu'aux dernières limites, jusqu'au chaos, se concilie avec la notion supérieure de la Providence. Il importe surtout de montrer que nos tentatives cosmogoniques n'ébranlent en rien la démonstration de l'existence de Dieu tirée des merveilles du ciel. La Préface de Kant a fait justice, depuis un siècle et demi, des objections qu'une fausse philosophie peut élever contre les efforts par lesquels la Science cherche à expliquer

l'œuvre que Dieu a livrée à nos discussions ; et à ce titre, cette Préface devrait être celle de tous les Traités de Cosmogonie.

La troisième partie de l'Œuvre de Kant, qui traite des habitants des astres, fait un contraste malheureux avec le reste du Mémoire, et l'auteur y montre une absence de logique vraiment surprenante. J'avais hésité d'abord à en publier la traduction ; je l'ai donnée cependant, pour que le lecteur puisse, en toute connaissance de cause, comparer l'Œuvre du philosophe allemand à l'exposé si sobre et si purement scientifique que Laplace a fait de sa célèbre et immortelle hypothèse.

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



Dédicace à Frédéric de Prusse

AU SÉRÉNISSIME ET TRÈS PUISSANT ROI ET SEIGNEUR
FRÉDÉRIC,

ROI DE PRUSSE,
MARGRAVE DE BRANDEBOURG, GRAND CHAMBELLAN ET
ÉLECTEUR DU SAINT-EMPIRE ROMAIN, GRAND-DUC
SOVERAIN DE SILÉSIE, ETC.

MON SÉRÉNISSIME ROI ET SEIGNEUR.

SÉRÉNISSIME ET TRÈS PUISSANT ROI,
TRÈS GRACIEUX ROI ET SEIGNEUR,

Quelque effroi que puissent inspirer à ma faiblesse le sentiment de mon indignité et l'éclat du trône, la bienveillance que le plus gracieux des Monarques étend avec une égale générosité sur tous ses sujets me donne la confiance que mon humble hommage ne sera pas accueilli d'un œil défavorable. Je dépose ici avec une crainte respectueuse aux pieds de Votre Royale Majesté une preuve bien modeste du zèle avec lequel les Académies de Son royaume sont entraînées vers les sciences, à l'envi des autres nations, par les encouragements et la protection d'un souverain éclairé. Combien je serais heureux, si le présent essai pouvait attirer la très haute approbation de mon Roi sur les efforts par lesquels le plus humble et le plus respectueux de ses sujets a sans cesse taché de se rendre utile à sa Patrie !

Je suis jusqu'à la mort, avec le plus profond dévouement,

de Votre Royale Majesté,
le très humble serviteur,

L'Auteur

Königsberg, 14 mars 1755.



HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



Préface

J'ai choisi un sujet qui peut paraître, à première vue, de nature à rebuter bon nombre de lecteurs par ses difficultés propres, et aussi parce qu'il semble froisser leurs sentiments religieux. Découvrir les lois systématiques qui relient les mondes créés dans l'étendue de l'espace infini, et déduire de l'état primitif de la nature, par les seules lois de la Mécanique, la formation des corps célestes et l'origine de leurs mouvements : une telle entreprise semble dépasser de beaucoup les forces de la raison humaine.

D'autre part, la Religion menace de ses foudres l'audacieux qui oserait attribuer à l'action de la nature seule une œuvre où elle voit avec raison l'intervention immédiate de l'Être suprême, et elle craint de rencontrer dans la curiosité indiscrete d'une pareille tentative une apologie de l'athéisme.

Je vois clairement la force de ces objections et pourtant je ne me laisse pas décourager. Je sens toute la puissance des obstacles qui se dressent devant moi, et je ne me laisse pas abattre. Sur la foi d'une simple conjecture, j'ai entrepris un dangereux voyage, et déjà j'aperçois les avancées de terres nouvelles ! Ceux qui auront le courage de poursuivre cette entreprise les atteindront et auront la gloire d'y attacher leur nom.

Ce n'est qu'après avoir mis ma conscience en sûreté au point de vue religieux que j'ai dressé le plan de mon entreprise. Mon zèle a redoublé, quand j'ai vu, à chaque pas en avant, les nuages, qui semblaient cacher des monstruosité derrière leurs ténèbres, se dissiper et laisser apparaître la majesté de l'Être suprême, brillante d'une plus vive lumière. À présent que je sais que mon but n'a rien de répréhensible, je vais exposer en toute sincérité les objections que des esprits bien intentionnés, mais faibles, peuvent faire à mon travail ; et je suis prêt à les soumettre à la sévérité de l'Aréopage orthodoxe, avec la loyauté d'un esprit qui ne cherche

que la vérité. L'avocat de la foi va d'abord faire entendre ses raisons.

Si le système du monde, dans son harmonie et sa beauté, n'est que l'œuvre de la matière abandonnée aux lois générales de son mouvement ; si la mécanique aveugle des forces naturelles suffit à faire sortir du chaos une œuvre aussi magistrale, et peut atteindre par elle-même à une telle perfection, la preuve de l'existence d'un Dieu créateur, que l'on déduit du spectacle des beautés de l'Univers, perd absolument sa force ; la nature est par elle-même suffisante ; l'intervention divine devient inutile ; Épicure revit au milieu du Christianisme, et une philosophie impie met sous ses pieds la Foi, qui prétendait éclairer ses pas d'une vive lumière.

Quand même je reconnaîtrais quelque fondement à une telle objection, si grande est en moi la fermeté de ma croyance à l'infailibilité des Vérités divines, que je tiendrais pour suffisamment réfuté par elles et que je rejetterais tout ce qui les contredit. Mais l'heureuse concordance que je trouve entre mon système et les principes de la Religion donne à ma conviction, en face de ces difficultés, une inébranlable tranquillité.

Je reconnais toute la valeur des preuves que l'on déduit des beautés et de l'ordre parfait de l'Univers, pour établir l'existence d'un Créateur souverainement sage. Quiconque ne se refuse pas, de parti pris, à toute conviction, doit se laisser toucher par des preuves aussi irréfutables. Mais je prétends que les apologistes de la Religion font un maladroit usage de ces preuves et éternisent ainsi la lutte avec les partisans du Naturalisme, en leur offrant sans nécessité un côté faible.

On a l'habitude de signaler et de faire ressortir dans la nature les harmonies, la beauté, les fins des choses et la parfaite adaptation des moyens à ces fins. Mais tandis que de ce côté on glorifie la nature, en même temps d'un autre, on s'efforce de l'amoindrir. Toute cette belle ordonnance, dit-on, lui est étrangère ; abandonnée à ses lois générales, elle n'enfanterait que le désordre. Les harmonies dénoncent l'intervention d'une main étrangère, qui a su soumettre à un plan sagement ordonné une matière dépourvue de toute régularité. À cela je réponds : Si les lois générales de l'action de la matière sont toutes une conséquence des desseins du Très-Haut, elles ne peuvent apparemment pas avoir d'autre destination que de tendre à accomplir par elles-mêmes le plan que la divine Sagesse s'est proposé. S'il en était autrement, ne serait-on pas tenté de croire que la matière et ses lois générales sont indépendantes, et que la

puissance souverainement sage, qui a su en faire un si glorieux usage, était grande sans doute, mais point infinie ; puissante sans doute, mais pourtant insuffisante par elle seule ?

Le défenseur de la Religion craint encore qu'en expliquant ces mêmes harmonies par une tendance naturelle de la matière, on n'en vienne à démontrer l'indépendance de la nature vis-à-vis de la Providence divine. Il avoue sans détour que si l'on parvenait à découvrir à tout l'ordre de l'Univers des causes naturelles, capables de le faire sortir des seules propriétés générales et essentielles de la matière, il deviendrait inutile de recourir à un gouvernement supérieur. Le Naturalisme trouve son compte à ne pas combattre cette proposition. Il met en avant des exemples qui démontrent que les lois générales de la nature conduisent à des conséquences parfaitement belles, produisent des effets parfaitement ordonnés ; et il met ainsi la Foi en danger par des raisons, qui auraient pu être, dans les mains du croyant, des armes invincibles. Je vais en donner des exemples. On a maintes fois allégué, comme une des preuves les plus évidentes de la Providence qui veille sur les hommes, ce fait que, dans les zones torrides, c'est surtout à l'époque où le sol échauffé réclame une action rafraîchissante que les brises de mer soufflent et le refroidissent. Ainsi, dans l'île de la Jamaïque, sitôt que le Soleil est assez haut pour jeter sur le sol une chaleur insupportable, à peu près vers 9h du matin, il commence à s'élever de la mer un vent qui souffle de toutes parts vers la terre ; et sa force augmente en même temps que la hauteur du Soleil. À 1h de l'après-midi, où naturellement il fait le plus chaud, ce vent atteint sa plus grande force, puis il baisse peu à peu en même temps que le Soleil, si bien qu'au soir le calme règne comme au matin ; sans cette heureuse circonstance, l'île serait inhabitable. Le même bienfait est le partage de toutes les côtes des terres situées dans la zone torride. C'est à ces côtes que la brise est le plus nécessaire, car elles sont les parties les plus basses des régions sèches et, par suite, elles supportent la plus vive chaleur. Les portions élevées de ces terres, où n'arrive pas cette brise de mer, en ont un moindre besoin, puisque leur élévation même les place dans un air plus froid. Tout cela n'est-il pas admirable ? n'y a-t-il pas là un but évident, atteint par un moyen habilement ménagé ? Mais voici que le Naturalisme trouve les causes naturelles de ce phénomène dans les propriétés les plus générales de l'air, sans avoir besoin d'imaginer pour cela une intervention spéciale de la Providence. Il remarque avec raison que la brise de mer aurait les mêmes mouvements

périodiques, quand même aucun homme n'habiterait ces îles, et que son existence est le résultat nécessaire des propriétés que l'air doit indispensablement posséder, indépendamment d'une fin spéciale, et simplement pour la croissance des plantes, à savoir son élasticité et sa pesanteur. La chaleur du Soleil rompt l'équilibre de l'air, en raréfiant celui qui se trouve au-dessus de la Terre, et force ainsi l'air plus froid de la mer à quitter sa place pour venir prendre celle du premier. De quelle utilité ne sont pas les vents sur la Terre, et quel emploi n'en fait pas l'esprit inventif de l'homme ! Pourtant il n'est pas besoin pour les produire de dispositions spéciales : il suffit des propriétés générales que l'air et la chaleur possèdent, indépendamment du but particulier dont on vient de parler.

Accordez-vous, dit ici l'esprit fort, que si l'on peut expliquer les harmonies naturelles, celles même dont l'utilité pour l'homme est la plus évidente, par les lois physiques les plus simples et les plus générales, il n'est plus besoin de recourir à l'intervention spéciale d'une souveraine sagesse ? Eh bien ! voyez ces preuves qui, de votre propre aveu, vous prennent en flagrant délit de contradiction. Toute la nature, et surtout la nature inorganisée, est pleine de semblables faits, qui forcent à reconnaître que la matière, se constituant elle-même par le mécanisme de ses propres forces, peut arriver à un ordre admirable dans ses effets et satisfait d'elle-même et sans contrainte aux règles de l'harmonie. Que le défenseur de la Religion essaye de nier cette aptitude des lois générales de la nature ; en dépit de sa bonne intention, il se met lui-même dans l'embarras et, par sa maladroite défense, il donne à l'incrédulité l'occasion de triompher.

Mais voyons comment ces raisons mêmes, qui semblent des moyens d'attaque terribles entre les mains de l'ennemi, peuvent bien plutôt devenir des armes puissantes pour le combattre. La matière, obéissant à ses lois générales, produit par des procédés naturels, ou, si l'on veut, par l'impulsion d'un mécanisme aveugle, des effets harmonieux, qui semblent conduire à la négation d'une Sagesse supérieure. L'air, l'eau, la chaleur, lorsqu'on les considère abandonnés à eux-mêmes, donnent naissance aux vents et aux nuages, aux pluies et aux fleuves qui arrosent les terres, et à tant d'autres effets bienfaisants, sans lesquels la nature resterait désolée, inculte et stérile. Mais ils ne produisent point ces effets par un pur hasard, ou par un accident qui pourrait tout aussi bien les rendre nuisibles et dommageables ; nous voyons au contraire qu'ils sont astreints à des lois naturelles, qui ne leur permettent

pas d'agir autrement qu'ils ne le font. Et alors que penser d'un si merveilleux accord dans leurs actions ? Comment se pourrait-il que des éléments de nature diverse tendissent par leur action combinée à produire des phénomènes si harmonieux et si utiles, au profit d'êtres placés complètement en dehors du cercle de la matière inerte, l'homme et les animaux, s'ils ne reconnaissaient pas une origine commune, une Intelligence infinie dans laquelle a été esquissé le plan général des propriétés essentielles de toute chose ? Si les caractères des divers agents naturels étaient nécessaires en soi et indépendamment, quel étonnant hasard, ou plutôt quelle impossibilité n'y aurait-il pas à ce que leurs tendances naturelles se résument en un concert admirable, comme si un choix habile avait présidé à leur réunion !

Maintenant j'applique avec confiance ces principes à mon entreprise présente. Je suppose la matière de tout l'Univers dans un état de décomposition générale, et j'en fais un véritable chaos. Je vois alors les éléments se façonner d'après les lois connues de l'*attraction*, et modifier leurs mouvements en raison de la *répulsion*. J'ai la satisfaction de voir surgir de ce chaos un tout bien ordonné, sous la seule action des lois connues du mouvement et sans l'aide d'aucune supposition arbitraire ; et ce tout est si semblable au système de l'Univers que nous avons devant les yeux, que je ne puis m'empêcher de l'identifier avec lui. Ce développement inattendu de l'ordre de la nature m'est d'abord suspect, parce qu'il fait dériver un ensemble très compliqué et très régulier d'un état primitif où régnaient à la fois la simplicité et le désordre. Mais les considérations que j'ai fait valoir plus haut m'apprennent qu'un pareil développement de la nature n'a en soi rien d'extraordinaire ; qu'il est au contraire une conséquence nécessaire de sa tendance essentielle, et que c'est la démonstration la plus magistrale de sa dépendance d'un Être préexistant, qui a en lui-même la source de tous les êtres et des lois primitives de leurs actions. Cette vue redouble ma confiance dans le dessein que j'ai conçu. Ma confiance s'augmente à chaque pas que je fais en avant et ma timidité s'évanouit.

Mais l'apologie de votre système, me dira-t-on, est en même temps l'apologie des imaginations d'Épicure, avec lesquelles il a la plus grande ressemblance. Je n'essayerai pas de nier tout point de contact avec ce philosophe. Beaucoup sont devenus athées au simple aperçu de certains arguments, chez qui un examen plus approfondi aurait au contraire éveillé une conviction profonde de l'existence de l'Être suprême. Les conséquences qu'un esprit

dévoiyé tire des principes les plus innocents sont le plus souvent fort blâmables, et telles ont été les convictions d'Épicure, bien que son ingénieux système porte la marque d'un grand esprit.

Je ne nierai pas non plus que la théorie de Lucrèce ou celle des prédécesseurs d'Épicure, Leucippe et Démocrite, n'ait beaucoup de ressemblance avec la mienne. Avec ces philosophes, je considère le premier état de la matière comme une décomposition générale des éléments de tous les astres, ou des atomes pour parler comme eux. Épicure supposait une pesanteur qui forçait ces particules élémentaires à tomber, et cette force ne diffère guère de l'attraction newtonienne que j'admets. Il leur imprimait en outre une déviation déterminée en dehors de la direction rectiligne de leur chute, bien qu'il ait fait sur la cause de cette déviation et ses conséquences des hypothèses erronées : cette déviation correspond à peu près à l'altération de la chute verticale que nous déduisons de la répulsion mutuelle des molécules. Enfin les tourbillons qui résultent de cette perturbation du mouvement jouaient un rôle capital dans les théories de Leucippe et de Démocrite et on les retrouvera dans la nôtre. Tant de points de contact avec une doctrine, qui était dans l'antiquité la vraie théorie de la négation de Dieu, ne doivent pas cependant faire regarder la mienne comme complice de leurs erreurs ; même dans les conceptions les plus absurdes qui ont pu s'attirer les suffrages des hommes, on peut trouver ça et là quelque vérité. Une loi fausse, un raisonnement irréfléchi conduisent l'esprit humain, par une pente insensible, du seuil de la Vérité jusque dans l'abîme. Malgré des ressemblances que je reconnais, il subsiste, entre les anciennes cosmogonies et celle que je présente, des différences assez essentielles pour que les conséquences en soient absolument opposées.

Les auteurs des théories que je viens de rappeler sur la formation mécanique de l'Univers faisaient sortir toute l'ordonnance que l'on y admire d'un hasard purement accidentel, d'où résultait un si heureux concours des atomes que ceux-ci constituaient un tout parfaitement ordonné. Épicure osa même prétendre que les atomes déviaient de la ligne droite et se rencontraient sans l'intervention d'aucune cause. Tous ces philosophes poussaient l'absurdité jusqu'à attribuer la naissance des êtres vivants à ce même concours fortuit et aveugle des atomes, faisant ainsi naître la raison de l'irraisonnable. Dans mon système, je trouve la matière soumise à des lois certaines et nécessaires. Je vois cette matière, décomposée en ses derniers

éléments, se façonner successivement et sous l'empire de ces lois naturelles, en un tout admirablement ordonné. Ce n'est point là l'effet du hasard, c'est la conséquence nécessaire des propriétés naturelles de la matière. Et alors n'est-on pas forcé de se demander pourquoi la matière obéit précisément à des lois qui ont pour but une si merveilleuse ordonnance ? Serait-il possible que tant d'éléments, dont chacun a sa nature propre et indépendante, puissent d'eux-mêmes se prêter un concours tel qu'il en sortît un tout bien ordonné ; et s'ils agissent ainsi, n'y a-t-il pas là une preuve indéniable de la communauté de leur origine première, qui ne peut être qu'une Intelligence souveraine et toute-puissante, par laquelle les caractères divers des éléments ont été dessinés en vue de leurs combinaisons futures ?

La matière, élément primitif de toutes choses, est donc astreinte à des lois déterminées, et, librement abandonnée à ces lois, elle engendre nécessairement d'admirables combinaisons. Elle n'est point libre de s'écarter du plan tracé par son Créateur. Puisqu'elle est ainsi soumise à des vues souverainement sages, il faut nécessairement qu'elle ait reçu ses propriétés si bien concertées d'une cause première supérieure : il existe un Dieu, précisément parce que le Chaos lui-même ne peut rien engendrer que l'ordre et la régularité.

J'ai trop bonne opinion de la rectitude de jugement des lecteurs qui feront à mon Essai l'honneur de l'examiner, pour ne pas être assuré que les raisons que je viens d'exposer, si elles n'écarternt pas entièrement la crainte de voir mon système aboutir à des conséquences coupables, mettront du moins hors de doute la pureté de mes intentions. Si néanmoins il est des personnes, animées d'un zèle plus malicieux, qui croient devoir à leur pieuse réputation de donner à mes intentions les plus innocentes des interprétations mauvaises, je suis persuadé que leurs critiques produiront sur les gens sensés un effet exactement opposé à celui qu'elles en attendent. Je réclame d'ailleurs hautement le droit que les juges de tous les temps ont accordé à Descartes, lorsqu'il a osé expliquer la formation de l'Univers par le seul jeu des lois de la Mécanique. Je citerai sur ce point l'opinion des auteurs de

l'Histoire générale du monde ^[5] : « Il nous est impossible de croire que la tentative de ce philosophe, d'expliquer la formation du monde, à un moment déterminé, par la simple continuation d'un mouvement initial imprimé à la matière isolée, et de ramener cette formation à l'action d'un petit nombre de lois simples et

générales, puisse être, comme on l'a dit parfois, répréhensible ou attentatoire à la majesté divine. Nous en dirons autant des essais d'autres savants qui, depuis Descartes et avec plus de succès, ont tenté la même entreprise, en s'appuyant sur les propriétés originelles imprimées à la matière par son Créateur. De pareils essais tendent bien plutôt à donner une plus haute idée de l'infinie sagesse de Dieu. »

J'ai essayé d'écarter les objections que l'on pouvait faire à ma thèse au point de vue religieux. Il en est d'autres non moins fortes contre le but même que je me propose. S'il est vrai, dira-t-on, que Dieu a placé dans les forces de la nature un art caché, en vertu duquel elles ont pu tirer du Chaos l'ordre parfait de l'Univers ; comment l'intelligence de l'homme, si faible en face des sujets les plus ordinaires, sera-t-elle capable de sonder les mystérieuses propriétés qui ont concouru à un si vaste dessein ? Une aussi folle entreprise équivaut à dire : *Donnez-moi de la matière, et je vous en ferai un monde*. Est-ce que la faiblesse de tes lumières, presque toujours en défaut dans les moindres choses qui se présentent à tes sens, journellement et à la portée, ne te démontre pas combien est vaine la tentative de vouloir découvrir l'incommensurable et ce qui se passa dans la nature avant que le monde fût ? Je réduis à néant cette objection, en montrant clairement que, de toutes les recherches qui peuvent être tentées dans l'étude de la nature, celle que j'entreprends est précisément celle où l'on peut le plus facilement et le plus sûrement remonter jusqu'aux origines. De même qu'entre tous les problèmes des sciences naturelles, aucun n'a été résolu avec plus de justesse et de certitude que celui de la véritable constitution de l'Univers en général, des lois des mouvements et du mécanisme intime du cours des planètes ; de même que dans la philosophie naturelle, il n'est rien de comparable aux vues que nous a ouvertes la philosophie de Newton ; de même je prétends que, parmi toutes les choses de la nature dont on recherche la cause première, l'origine du système du monde et la formation des corps célestes avec les causes de leurs mouvements sont les premiers mystères au fond desquels notre vue doit pouvoir pénétrer. La raison en est facile à saisir. Les astres sont des masses rondes, par conséquent de la forme la plus simple que puisse prendre un corps dont on recherche l'origine. Leurs mouvements aussi sont sans complication ; ils ne sont que la libre continuation d'une impulsion une fois donnée, qui devient circulaire par sa combinaison avec l'attraction du corps central. En outre, l'espace dans lequel ils se meuvent est vide ; les intervalles

qui les séparent les uns des autres sont immensément grands ; tout est donc disposé le plus clairement pour éviter la confusion des mouvements et en rendre la détermination facile. Il me semble que l'on pourrait dire ici sans témérité et dans le vrai sens des mots : *Donnez-moi de la matière et j'en ferai un monde*, c'est-à-dire, donnez-moi de la matière, je vais vous montrer comment un monde doit en sortir. Car si l'on a de la matière douée par essence de la force d'attraction, il n'est pas difficile de déterminer les causes qui peuvent avoir contribué à l'arrangement du système du monde considéré en général. Nous savons à quoi tient qu'un corps prend une forme arrondie ; nous comprenons pourquoi il est nécessaire que des sphères librement lancées prennent un mouvement circulaire autour du centre vers lequel elles sont attirées. La position des orbites les unes par rapport aux autres, la concordance de direction des mouvements, l'excentricité, tout peut se ramener aux causes mécaniques les plus simples ; et l'on peut en toute confiance espérer découvrir ces causes, parce qu'il suffit pour cela des raisonnements les plus faciles et les plus clairs. Pourrait-on se flatter du même espoir, s'il s'agissait de la moindre plante ou d'un insecte ? Est-on en état de dire : *Donnez-moi de la matière, je vais vous montrer comment on peut faire une chenille* ? N'est-on pas arrêté ici dès le premier pas par l'ignorance des véritables propriétés intimes de l'objet et la complication des organes si variés qui le composent ; il ne faut donc pas s'étonner si j'ose affirmer que le mode de formation des astres, la cause de leurs mouvements, bref, l'origine de la constitution présente de l'Univers, pourront être mis en lumière, bien avant que l'on puisse expliquer clairement et complètement, par des causes mécaniques, la naissance d'une seule plante ou d'une chenille.

Tels sont les motifs sur lesquels j'appuie ma conviction que la partie physique de la science de l'univers atteindra dans l'avenir la même perfection, à laquelle Newton en a élevé la partie mathématique. Après les lois qui régissent la constitution actuelle de l'univers, il n'en est peut-être pas d'autres, dans toute la science de la nature, qui se prêtent plus aisément à des développements mathématiques, que celles qui ont présidé à sa naissance ; et je ne doute pas que la main d'un habile géomètre n'y trouve un champ fertile à défricher. Après avoir ainsi recommandé le sujet de mes méditations au gracieux accueil de mes lecteurs, je demande encore la permission d'expliquer brièvement la manière dont je l'ai traité. Dans la première Partie, j'expose des vues nouvelles sur la constitution de l'univers en général. Le Mémoire de M. Wright,

de Derham, dont j'ai eu connaissance par les *Freie Urtheilen*, de Hambourg, pour l'année 1751, m'a conduit à considérer les étoiles fixes, non comme une fourmilière disposée sans ordre apparent, mais comme un système qui a la plus grande ressemblance avec celui des planètes, si bien que, de même que les planètes se trouvent au voisinage d'un plan commun, de même aussi les étoiles se rapprochent autant que possible d'un plan que l'on doit se figurer mené à travers tout le ciel, et, par leur amoncellement dans ce plan, produisent la Bande lumineuse que l'on appelle la *Voie lactée*. Je me suis assuré que notre Soleil doit se trouver aussi presque exactement dans ce plan, par la raison que cette zone illuminée par d'innombrables soleils a presque exactement la forme d'un grand cercle. En examinant de plus près la cause de cette distribution des étoiles, j'ai trouvé fort vraisemblable l'opinion que les étoiles dites fixes sont bien plutôt des astres errants d'un ordre supérieur, animés d'un mouvement propre très lent. Comme confirmation de cette idée, que l'on trouvera exposée en son lieu dans la suite de mon travail, j'invoquerai ici une page extraite d'un écrit de M. Bradley sur le mouvement des étoiles fixes.

« S'il est permis de se prononcer à ce sujet, (l'invariabilité ou la variation de position des étoiles), d'après les résultats de la comparaison de nos meilleures observations modernes à celles qui ont été faites antérieurement avec un degré tolérable d'exactitude ; il semble qu'il s'est produit un changement réel dans les positions relatives de quelques étoiles fixes ; et ce changement paraît être indépendant de tout mouvement de notre système et ne pouvoir être attribué qu'à un déplacement des étoiles elles-mêmes. Arcturus en est un exemple probant : car la comparaison de sa déclinaison actuelle avec celle que lui assigne Tycho ou Flamsteed fait ressortir une différence beaucoup plus grande que celle qui peut être attribuée à l'incertitude des observations.

On a des raisons de croire que d'autres exemples de même genre se présenteront parmi le grand nombre des étoiles visibles, car leurs positions relatives peuvent être modifiées par diverses causes. Si l'on imagine que notre système solaire change de place par rapport à l'espace absolu, ce mouvement devra, dans la suite des temps, occasionner un changement apparent dans les distances angulaires des étoiles fixes. Et dans ce cas, les positions des étoiles les plus voisines étant plus affectées que celles des étoiles très éloignées, leurs positions relatives en sembleront altérées, quoique les étoiles elles-mêmes restent en réalité

immobiles. Si au contraire notre propre système est en repos, et quelques étoiles en mouvement réel, il en résultera de même une variation de leurs positions apparentes, et une variation d'autant plus grande que ces étoiles seront plus proches de nous, ou que leurs mouvements seront plus rapides, ou enfin que la direction de ce mouvement sera plus propre à nous le rendre perceptible. Puis donc que les positions relatives des étoiles peuvent changer pour des causes si variées, si l'on considère l'étonnante distance à laquelle il est certain que plusieurs d'entre elles sont placées, on comprendra qu'il faille recourir à des observations de plusieurs siècles pour déterminer les lois du déplacement apparent même d'une seule étoile ; bien plus difficile par conséquent doit-il être de poser des lois qui s'appliquent à l'ensemble des plus belles étoiles^[6]. »

Je ne puis fixer exactement les limites qui séparent mon système de celui de M. Wright, ni dire les points où j'ai simplement adopté ses idées, et ceux où j'ai été plus loin que lui. Pourtant j'ai eu dans les mains des documents d'un très haut intérêt qui, sur un point, m'ont permis d'élargir considérablement ses vues. Je veux parler de cette espèce d'astres nébuleux, dont Maupertuis fait mention dans son *Mémoire sur la figure des astres*^[7] et qui se présentent sous la forme d'ellipses plus ou moins ouvertes. Je m'assurais aisément que ces astres ne pouvaient être autre chose que des amas de nombreuses étoiles. La rondeur toujours constatée de leur figure m'apprenait que là une immense multitude d'étoiles devaient être groupées autour d'un centre commun ; car, indépendantes les unes des autres, leur amas aurait pris une forme irrégulière et non la figure que l'observation faisait voir. Je comprenais encore que le système qu'elles forment devait être aplati et presque plan, puisque nous lui voyons une forme elliptique et non pas circulaire ; enfin la faiblesse de leur lumière dénotait leur immense éloignement. Quant aux conséquences que j'ai tirées de ces analogies, mon Mémoire les soumet à l'examen du lecteur impartial.

Dans la deuxième Partie, qui contient la portion la plus originale de mon travail, j'essaye de démontrer, à l'aide des seules lois de la Mécanique, comment l'univers a pu sortir de la matière primitive réduite à son état le plus simple. Je me permettrai de conseiller aux personnes qui s'effrayent de l'audace de mon entreprise de suivre un ordre déterminé dans l'examen dont elles voudront bien honorer mon Mémoire ; et je les prie de parcourir

d'abord le VIII^e Chapitre ; cette lecture, je l'espère, prédisposera leur esprit à un jugement plus équitable de mon travail. En effet, tout en invitant le lecteur bénévole à l'examen de mes idées, je ne puis me dissimuler que les hypothèses de cette espèce ne sont généralement pas regardées comme autre chose que des rêves philosophiques ; et je n'ignore pas ce qu'il faut de complaisance au lecteur pour se résoudre à l'étude attentive d'une histoire de la nature purement imaginaire, pour suivre patiemment l'auteur à travers tous les détours par lesquels il évite les obstacles qu'il rencontre et pour ne pas, en fin de compte, se détourner en souriant de sa propre crédulité, à la façon des spectateurs que

Gellert nous peint écoutant le crieur du marché de Londres ^[8]. Cependant j'ose me persuader que, lorsque la lecture du Chapitre préparatoire que j'indique aura, comme je l'espère, déterminé le lecteur, sur la foi de présomptions très vraisemblables, à me suivre dans mon voyage d'aventures à travers le monde physique, il ne rencontrera pas dans le cours de son chemin autant de tortueux détours ni autant d'obstacles à sa marche, qu'il avait pu le craindre au commencement.

En fait, je me suis interdit avec la plus grande rigueur toute invention arbitraire. Après avoir décomposé le monde dans le chaos le plus simple, je n'ai fait intervenir, pour en tirer la magnifique ordonnance de la nature, que deux forces, l'attraction et la répulsion, forces également certaines, également simples et en même temps également primitives et générales. Toutes deux sont empruntées à la *Philosophie naturelle* de Newton. La première est une loi de la nature aujourd'hui démontrée sans conteste. La seconde, à laquelle peut-être la théorie newtonienne n'apporte pas le même degré d'évidence, je la fais intervenir dans des conditions où personne ne peut en nier l'existence, dans l'état de diffusion extrême de la matière, par exemple dans les vapeurs. Telles sont les bases très simples sur lesquelles j'ai bâti tout mon système, de la manière la moins factice, sans m'ingénier à déduire des principes d'autres conséquences que celles qui devront se présenter d'elles-mêmes à l'attention du lecteur.

Qu'on me permette, en terminant, de faire une brève déclaration touchant la valeur que j'attribue aux diverses propositions qui se présenteront dans le cours de ma théorie, et de prier le lecteur bienveillant d'en tenir compte dans ses appréciations. On juge volontiers un auteur d'après l'étiquette qu'il imprime sur sa marchandise ; c'est pourquoi j'espère que l'on

n'exigera de mes démonstrations qu'une rigueur proportionnée à la valeur que j'attribue moi-même à chaque proposition. D'abord un travail de cette espèce ne peut prétendre à l'exactitude géométrique absolue, ni à l'infailibilité mathématique. Si les analogies et les concordances sur lesquelles je fonde mon système ne s'écartent pas des règles de la vraisemblance et d'un raisonnement juste, ce système satisfait aux exigences de son but. Je pense avoir atteint ce degré d'exactitude dans plusieurs parties de mon Mémoire, comme la théorie des systèmes d'étoiles, l'hypothèse sur les propriétés des nébuleuses, le plan général de la formation mécanique de l'Univers, la théorie de l'anneau de Saturne, et d'autres encore. Quelques points spéciaux pourront paraître moins bien prouvés, comme par exemple la détermination des rapports des excentricités, la comparaison des masses des planètes, les déviations irrégulières des comètes et plusieurs autres.

Lorsque ensuite, dans le VIIe Chapitre, séduit par la fécondité de mon système et le charme du sujet le plus grandiose et le plus admirable qui puisse s'offrir à nos méditations, toujours guidé d'ailleurs par le fit conducteur de l'analogie et d'une vraisemblance conforme à la raison, je m'enhardis à poursuivre aussi loin que possible les conséquences de mes principes ; lorsque j'expose l'infini de la création, la formation de nouveaux mondes et la fin des mondes anciens, l'étendue illimitée du chaos où la puissance formatrice a exercé son action ; j'espère que le charme ravissant du sujet, la satisfaction que l'on éprouve de voir une théorie concorder avec les faits jusque dans ses dernières conséquences, vaudront à mes aperçus assez d'indulgence pour qu'on ne les juge pas selon les règles d'une rigueur géométrique qui n'a rien à faire dans cette espèce de considérations. Je demande la même bienveillance à l'égard de la troisième Partie. Si l'on n'y trouve pas des vérités certaines, on y trouvera mieux en tout cas que des conjectures arbitraires.

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



Table analytique des matières contenues dans cet ouvrage

PREMIÈRE PARTIE

Esquisse d'une distribution générale des étoiles en système, déduite des phénomènes de la Voie lactée. Analogie de ce système d'étoiles avec celui des planètes. Découverte de nombreux systèmes semblables dans l'étendue du ciel sous forme de figures elliptiques. Nouvelle notion de la constitution en système de l'ensemble de la Création.

Conclusion. Existence probable de plusieurs planètes au de la de Saturne, déduite de la loi de l'accroissement d'excentricité des orbites avec la distance des planètes au Soleil.

DEUXIÈME PARTIE

PREMIER CHAPITRE

RAISONS SUR LESQUELLES S'APPUIE LA DOCTRINE DU L'ORIGINE MÉCANIQUE DU MONDE.

Objection. Seule conception qui puisse mettre d'accord ces deux manières de voir. Premier état de la nature. Diffusion des éléments de toute la matière dans l'étendue totale de l'Univers. Premier mouvement résultant de l'attraction. Commencement de la formation d'un corps au point de plus forte attraction. Chute générale des éléments vers ce corps central. Force de répulsion des dernières particules dans lesquelles la matière est résolue. Altération de la direction du mouvement de chute résultant de la combinaison de cette force avec la première. Direction uniforme de tous ces mouvements dans le même sens. Tendance de toutes

les particules à se resserrer et à se condenser vers un plan commun. Comment elles prennent la vitesse qui fait équilibre à la pesanteur à la distance où elles se trouvent. Toutes ces particules décrivent des cercles autour du corps central. Formation des planètes aux dépens des éléments ainsi entraînés. Les planètes formées se meuvent dans le même sens et dans un même plan, sur des orbites à peu près circulaires pour celles qui sont voisines du centre, de plus en plus excentriques à mesure que la distance augmente.

DEUXIÈME CHAPITRE

DES DENSITÉS DES PLANÈTES ET DES RAPPORTS DE LEURS MASSES

Cause pour laquelle les planètes voisines du Soleil sont plus denses que les plus éloignées. Insuffisance de l'explication de Newton. Pourquoi le corps central est d'une nature plus légère que les globes qui circulent dans son voisinage. Rapport entre les masses des planètes et leurs distances. Comment, en raison de son mode de formation, le corps central possède la plus grande masse. Calcul du degré de ténuité auquel tous les éléments de la matière universelle étaient primitivement réduits. Probabilité et nécessité de cette raréfaction. Preuve remarquable du mode de formation des planètes déduite d'une curieuse loi indiquée par M. de Buffon.

TROISIÈME CHAPITRE

DE L'EXCENTRICITÉ DES ORBITES PLANÉTAIRES ET DE L'ORIGINE DES COMÈTES

L'excentricité croît graduellement avec la distance au Soleil. Cause de cette loi tirée de la Cosmogonie. Pourquoi les comètes n'ont pas de relation nécessaire avec le plan de Pécliptique. Preuve que les comètes sont formées de l'espèce de matière la plus légère. Digression sur l'aurore boréale.

QUATRIÈME CHAPITRE

DE L'ORIGINE DES SATELLITES ET DU MOUVEMENT DES PLANÈTES AUTOUR DE LEUR AXE

La matière dont se sont formés les satellites était contenue dans la sphère d'où la planète a tiré les matériaux de sa propre formation. Causes qui ont déterminé les conditions du mouvement de ces satellites. Pourquoi les grosses planètes ont seules des Lunes. De la rotation axiale des planètes. La Lune a-t-elle eu jadis un mouvement de rotation plus rapide ? La vitesse de rotation de la Terre va-t-elle en diminuant ? De la position des axes des planètes relativement au plan de leurs orbites. Déplacement de l'axe de rotation.

CINQUIÈME CHAPITRE

DE L'ORIGINE DE L'ANNEAU DE SATURNE ET CALCUL DE SA ROTATION DIURNE D'APRÈS LES CONDITIONS DE SA FORMATION

État primitif de Saturne comparé à celui d'une comète. Formation d'un anneau aux dépens des particules de son atmosphère, sous l'influence des mouvements résultant de sa rotation. Détermination de la durée de la rotation de Saturne dans cette hypothèse. Considérations sur la figure de Saturne. De l'aplatissement des planètes en général. Détermination plus approchée des propriétés de l'anneau.

Probabilité de nouvelles découvertes. La Terre a-t-elle possédé un anneau avant le déluge ?

SIXIÈME CHAPITRE

DE LA LUMIÈRE ZODIACALE

SEPTIÈME CHAPITRE

DE LA CRÉATION ET DE SON ÉTENDUE INFINIE DANS LE TEMPS ET DANS L'ESPACE

Origine du grand système des étoiles fixes. Corps central de ce système. La Création est infinie. Subordination systématique de toutes les parties de l'Univers. Corps central de la Nature entière. Progression successive de la Création dans l'infini du temps et de l'espace, par la formation de nouveaux Mondes. Considérations sur le chaos de la Nature non encore façonnée. Destruction

successive et disparition des Mondes. Beautés de cette conception. Comment la Nature renaît de ses ruines.

ADDITION AU SEPTIÈME CHAPITRE

THÉORIE GÉNÉRALE ET HISTOIRE DU SOLEIL

Pourquoi le corps central d'un système est un globe de feu. Examen plus approfondi de sa nature. Idée des changements qui se produisent dans l'air qui l'enveloppe. Extinction des soleils. Coup d'œil plus approfondi sur leur forme. Opinion de M. Wright sur le corps central de l'Univers. Modifications apportées à celle idée.

HUITIÈME CHAPITRE

DÉMONSTRATION GÉNÉRALE DE L'EXACTITUDE D'UNE THÉORIE MÉCANIQUE DE LA FORMATION DU MONDE, ET EN PARTICULIER DE LA CERTITUDE DE LA PRÉSENTE THÉORIE

La faculté que possèdent essentiellement les divers éléments d'engendrer d'eux-mêmes un état de choses régulier et parfait est la preuve la plus magnifique de l'existence de Dieu. Réfutation des théories du naturalisme.

La Constitution de l'Univers est simple et n'est pas au-dessus des forces de la nature. Analogies qui établissent la certitude de l'origine mécanique du Monde. La même démonstration tirée des exceptions à ces lois. L'admission d'un ordre immédiat de Dieu ne suffit pas à rendre compte de ces questions. Difficulté qui a détourné Newton d'adopter la théorie mécanique. Solution de celle difficulté. Le système proposé est le seul entre tous ceux qu'on peut concevoir qui donne satisfaction aux deux manières de voir. Il est démontré en outre par les rapports des densités des planètes, de leurs masses, des intervalles qui les séparent, et par la dépendance essentielle de leurs caractères. La raison d'un choix de Dieu ne détermine pas immédiatement ces conditions. Justification de la théorie au point de vue religieux. Difficultés qui se présentent dans une théorie fondée sur l'intervention immédiate de Dieu.

TROISIÈME PARTIE

COMPARAISON ENTRE LES HABITANTS DES ASTRES

Les planètes sont-elles toutes habitées ? Motifs que l'on a d'en douter. Raison des rapports physiques qui doivent exister entre les habitants des diverses planètes. Considération de l'homme. Cause de l'imperfection de sa nature. Rapport naturel des propriétés corporelles des créatures vivantes, d'après la différence de leur distance au Soleil. Conséquence de ces rapports relativement à leurs facultés spirituelles. Comparaison des êtres pensants sur les différents astres. Confirmation déduite des conditions connues de leur lieu d'habitation. Autre preuve tirée des dispositions prises par la Providence pour assurer leur bien-être. Courte digression.

CONCLUSION

Les conditions de l'homme dans la vie future.

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



PREMIÈRE PARTIE

ESQUISSE D'UNE DISTRIBUTION DES ÉTOILES EN SYSTÈME, ET MULTIPLICITÉ DE SEMBLABLES SYSTÈMES STELLAIRES

Look round our World ; behold the chain of Love
Combining all below and all above.
(Pope, *An essay on man*, Epistle III.)

Regarde notre monde : en haut, en bas, partout
Une chaîne d'amour enlace ce grand tout.

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



Résumé des lois fondamentales de la philosophie naturelle de Newton

[9]

Six planètes, dont trois sont accompagnées de satellites, Mercure, Vénus, la Terre avec sa Lune, Mars, Jupiter qui a quatre lunes et Saturne qui en a cinq, circulent autour du Soleil comme centre. Avec les comètes, qui se meuvent dans toutes les directions et sur des orbites très allongées, elles constituent un système que l'on appelle système solaire ou planétaire. Les mouvements de tous ces corps, dans des courbes circulaires et fermées, supposent l'existence de deux forces qui sont également nécessaires dans toute théorie, savoir une force d'impulsion, qui ferait que le corps, en un point quelconque de son orbite courbe, continuerait sa course en ligne droite et s'éloignerait à l'infini, si une autre force, quelle qu'en soit la nature, ne l'obligeait pas à changer incessamment de direction et à courir sur une trajectoire courbe, qui entoure le Soleil comme centre. Cette deuxième force, comme la géométrie le démontre, est une attraction constamment dirigée vers le Soleil ; on la nomme en conséquence force de chute, force centripète, ou gravité.

Si les orbites des planètes étaient des cercles parfaits, la plus simple analyse de la composition des mouvements curvilignes montrerait que ce mouvement exige une tendance continuelle vers le centre ; mais quoique les courbes suivies par les planètes, aussi bien que par les comètes, soient des ellipses dont le Soleil occupe le foyer commun, dans ce cas encore, la géométrie déduit avec une certitude absolue de l'analogie de Kepler, d'après laquelle le rayon vecteur, ou la ligne qui joint le Soleil à la planète, décrit à chaque instant des aires elliptiques proportionnelles aux temps, l'existence d'une force qui, en chaque point de son orbite, attire

constamment la planète vers le centre du Soleil. Cette force de chute, qui règne dans toute l'étendue du système planétaire et attire les astres vers le Soleil, est donc un phénomène incontestable de la nature, et en même temps est surabondamment démontrée la loi d'après laquelle cette force rayonne du centre vers les régions les plus éloignées. Elle décroît toujours comme augmente le carré des distances à ce centre. Cette deuxième règle découle d'une manière aussi évidente du temps que les planètes emploient à parcourir leurs orbites, à des distances très diverses du Soleil. Ces temps sont entre eux comme les racines carrées des cubes des moyennes distances au Soleil, d'où l'on déduit que la force qui attire les astres vers le centre de leur mouvement circulaire doit décroître en raison inverse du carré de la distance.

Cette même loi, qui gouverne les planètes à quelque distance qu'elles tournent autour du Soleil, se retrouve aussi dans les petits systèmes que forment les satellites autour de leur planète principale. Leurs temps de révolution sont dans le même rapport avec leurs distances, et par suite la force qui les attire vers la planète varie dans le même rapport que celle qui attire la planète vers le Soleil. Tout ceci est mis hors de contestation par la géométrie la plus évidente appliquée à des observations inattaquables. Alors surgit l'idée que cette force d'attraction est la même que l'on appelle pesanteur à la surface des planètes et qui, à partir de cette surface, va en s'affaiblissant peu à peu suivant la loi énoncée. La preuve s'en déduit de la comparaison de l'intensité de la pesanteur sur la surface de la Terre avec la force qui attire la Lune vers le centre de son orbite ; ces deux forces sont l'une à l'autre dans le rapport du carré des distances, exactement comme l'attraction dans tout l'Univers. Et c'est pourquoi la force centrale porte souvent le nom de gravité.

D'autre part, comme il est extrêmement vraisemblable que, lorsqu'une action s'exerce seulement en présence d'un corps et en proportion de la proximité de ce corps, la cause de cette action doit être, d'une manière ou d'une autre, attribuée au corps lui-même ; on a, pour cette raison, considéré comme suffisamment démontré que la chute générale des planètes vers le Soleil est due à une attraction exercée par cet astre, et que cette puissance d'attraction doit être regardée comme une propriété générale de tous les corps célestes.

Lorsqu'un corps est abandonné librement à cette attraction qui le force à tomber vers le Soleil ou vers toute autre planète, il tombe

vers lui d'un mouvement accéléré et finit par se réunir à sa masse. Mais s'il a reçu une impulsion latérale, il arrive, lorsque celle-ci n'est pas assez puissante pour équilibrer exactement l'attraction, que le corps suit une ligne courbe dans sa chute ; et si l'impulsion qui lui a été imprimée est assez forte pour le dévier de la ligne droite, avant qu'il n'atteigne la surface du corps attirant, d'une quantité égale au demi-diamètre de ce corps, il n'en viendra plus toucher la surface ; mais après l'avoir contournée, il remontera, en vertu de la vitesse acquise dans sa chute, jusqu'au point d'où il est tombé et continuera sa course autour de lui d'un mouvement curviligne continu.

La différence des orbites des comètes avec celles des planètes provient donc de la proportion du mouvement latéral à la pression que ces corps reçoivent de l'attraction ; plus ces forces se rapprocheront de l'égalité, plus la forme de l'orbite se rapprochera du cercle ; et plus elles seront différentes, c'est-à-dire plus faible sera l'impulsion par rapport à la force centrale, plus l'orbite s'allongera, ou, comme on dit, plus elle sera excentrique, l'astre se rapprochant beaucoup du Soleil dans une portion de sa course, s'en éloignant beaucoup dans une autre.

Comme il n'y a rien dans la nature qui soit absolument exact, aucune planète n'a un mouvement absolument circulaire ; mais les orbites des comètes s'éloignent le plus de cette forme, parce que l'impulsion latérale qui leur a été imprimée a été la plus faible relativement à la force centrale correspondant à leur distance initiale.

Je me servirai souvent dans le cours de ce Mémoire de l'expression : constitution systématique de l'Univers. Afin d'écarter toute ambiguïté sur le sens que j'y attache, je dois ici donner quelques mots d'explication. A proprement parler, toutes les planètes et les comètes qui appartiennent à notre monde forment un système par la raison qu'elles tournent autour d'un centre commun. Je prends ici cette dénomination dans son sens strict, puisque je fais allusion aux relations étroites que des liaisons générales et régulières ont établies entre elles. Les orbites des planètes sont aussi voisines que possible d'un plan commun, qui est celui de l'équateur solaire prolongé ; les exceptions à cette règle ne se rencontrent qu'aux limites extérieures du système, où les mouvements s'éteignent peu à peu. Lorsqu'un certain nombre d'astres, ordonnés autour d'un centre commun, autour duquel ils se meuvent, seront en même temps compris dans un certain plan, sans avoir la liberté de s'en écarter que très peu de part et d'autre ;

lorsque les écarts ne se présenteront que dans les corps les plus éloignés du centre, dans ceux qui, par suite, semblent plus étrangers aux relations générales : alors je dirai que l'ensemble de ces corps constitue un système.

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



Première partie – De la distribution des étoiles fixes en systèmes

La Science de la constitution générale de l'Univers n'a fait aucun progrès remarquable depuis l'époque de Huygens. On n'en sait aujourd'hui que ce que l'on savait déjà à ce moment, à savoir que six planètes avec leurs satellites, qui accomplissent toutes leurs courses à peu près dans le même plan, ainsi que les nombreux globes cométaires qui étendent leurs queues dans toutes les directions, forment un système, dont le centre est le Soleil, vers lequel tombent tous ces astres, autour duquel ils tournent, et par qui tous sont éclairés et vivifiés ; que les étoiles fixes, comme autant de Soleils, sont les centres de semblables systèmes, dans lesquels tout doit être arrangé avec la même magnificence et le même ordre que dans le nôtre ; et qu'enfin l'espace indéfini fourmille de mondes, dont le nombre et la beauté sont en rapport avec la puissance sans limites de leur Créateur.

L'organisation systématique, que l'on admire dans la réunion des planètes autour de leur soleil, paraissait absente dans la multitude des étoiles fixes ; et il semblait que ces relations régulières, que l'on rencontre dans notre petit monde, n'étendaient pas leur empire jusqu'aux autres membres de l'Univers ; les étoiles fixes n'obéissaient à aucune loi qui pût limiter leurs positions les unes par rapport aux autres, et l'on regardait tout le ciel et tous les cieux des cieux comme remplis d'astres semés en désordre et sans but. En limitant sa curiosité au spectacle de ce désordre apparent, l'esprit humain n'a rien fait de plus que diminuer, tout en l'admirant, la grandeur de Celui qui s'est manifesté dans des œuvres si incompréhensiblement grandes. Il était réservé à M. Wright de Durham, un Anglais, de faire un pas heureux vers la vérité, par une remarque dont il ne

paraît pas cependant avoir compris toute la portée et dont il n'a pas su tirer les conséquences fécondes.

Il considérerait les étoiles fixes, non comme une fourmilière dispersée sans ordre et sans dessein, mais comme un ensemble d'astres soumis à une organisation systématique et obéissant à une attraction générale vers un plan principal des espaces qu'ils occupent.

Nous allons essayer de perfectionner l'idée qu'il a émise, et de lui donner la forme sous laquelle elle peut devenir féconde en conséquences importantes, dont la vérification complète est réservée d'ailleurs aux temps à venir.

Si l'on jette les yeux sur le ciel étoilé par une nuit bien claire, on y remarque une bande lumineuse, où une multitude d'étoiles, plus condensées que partout ailleurs, se confondent en raison de leur immense éloignement et produisent une blancheur uniforme, à laquelle on a donné le nom de *Voie lactée*. On est en droit de s'étonner que la vue de cette zone si remarquable du ciel n'ait pas, depuis longtemps, poussé les Astronomes à des réflexions sur la distribution singulière des étoiles. Car on la voit suivre, sans interruption dans sa continuité, la trace d'un grand cercle tout autour du ciel : double condition dans laquelle apparaissent si nettement les indices d'une distribution régulière, où rien n'a été laissé au hasard, qu'ils auraient dû attirer les remarques du Philosophe attentif au spectacle du ciel, et le pousser à en chercher l'explication.

Puisque les étoiles ne sont pas fixées sur la concavité apparente de la sphère céleste, mais se perdent dans les profondeurs du ciel à des distances très différentes du point d'où nous les voyons, le phénomène de la Voie lactée nous apprend qu'aux distances où elles sont les unes derrière les autres, elles ne sont pas semées uniformément dans toutes les directions, mais qu'elles ont une tendance à se masser au voisinage d'un plan déterminé, lequel passe par notre point de vue.

Cette tendance est un phénomène si incontestable, que même les autres étoiles qui ne sont pas comprises dans la bande blanchâtre de la Voie lactée paraissent d'autant plus pressées et ramassées qu'elles sont plus voisines de celle zone ; si bien que des 2000 étoiles que l'œil nu aperçoit au ciel, la plus grande partie se rencontre dans une zone assez étroite, dont la Voie lactée occupe le milieu.

Si nous nous figurons maintenant un plan tracé à travers le ciel étoilé et prolongé indéfiniment, et si nous supposons que toutes

les étoiles et leurs systèmes ont une tendance générale à se condenser au voisinage de ce plan, au détriment des autres régions du ciel ; l'œil qui se trouvera dans ce même plan, plongeant son regard à travers le champ des étoiles dans la concavité sphérique du firmament, verra cet amoncellement des étoiles dans la direction du plan idéal, sous la forme d'une zone éclairée d'une plus vive lumière. Cette bande lumineuse s'étendra sur le contour d'un grand cercle, puisque le lieu du spectateur se trouve dans le plan lui-même. Cette zone fourmillera d'étoiles qui, en raison de la petitesse des points lumineux que l'œil ne pourra pas isoler les uns des autres, et en raison de leur densité apparente, produiront une lueur blanchâtre, en un mot une Voie lactée. Le reste de la foule des astres, moins rapprochés de ce plan ou plus voisins du lieu d'observation, paraîtra plus dispersé, quoiqu'il montre encore des signes évidents de condensation vers le même plan. Enfin, comme dernière conséquence, notre monde solaire, par cela seul qu'il voit les étoiles de la Voie lactée sur le contour d'un grand cercle, se trouve nécessairement dans ce même plan, et par suite appartient au système de ces étoiles.

Nous allons maintenant, pour étudier plus à fond les caractères du lien général qui réunit tous les astres de l'Univers, essayer de découvrir la cause de cet amoncellement des étoiles au voisinage d'un plan commun.

L'action attractive du Soleil n'est pas limitée au cercle étroit du monde planétaire. Nul doute qu'elle ne s'étende jusqu'à l'infini. Les comètes qui s'élèvent bien loin au-dessus de l'orbite de Saturne sont forcées par l'attraction solaire à revenir en arrière et à parcourir des orbites fermées. Bien qu'il soit de la nature d'une force, qui semble être incorporée à l'essence même de la matière, de s'étendre sans limites, et tous ceux qui admettent les principes de Newton reconnaîtront ce caractère à l'attraction ; néanmoins nous ne pouvons que soupçonner que cette attraction du Soleil s'étend jusqu'aux étoiles les plus voisines ; que les étoiles, comme autant de soleils, exercent une action semblable sur les astres qui les environnent ; et en conséquence que toute l'armée de ces étoiles tend à se condenser par une attraction réciproque. Mais s'il en est ainsi, tous les systèmes de l'Univers se trouvent, en vertu de cette condensation incessante et que rien n'arrête, amenés à tomber les uns sur les autres et à se réunir tôt ou tard en une masse unique ; à moins que, comme dans notre système planétaire, une semblable destruction ne soit prévenue par des forces centrifuges qui détournent les astres de la chute en ligne

droite et, par leur combinaison avec les forces d'attraction, les forcent à suivre des orbites courbes constantes, préservant ainsi l'édifice du monde de la destruction et lui assurant une durée sans fin.

Tous les soleils du firmament sont donc animés de mouvements orbitaires, soit autour d'un centre unique commun, soit autour de plusieurs centres. Et par analogie avec ce qui se remarque dans notre monde solaire, on doit croire que, comme la cause qui a communiqué aux planètes la force centrifuge en vertu de laquelle elles décrivent leurs orbites a en même temps donné à ces orbites une position très voisine d'un même plan ; de même aussi les causes, quelles qu'elles soient, qui ont donné l'impulsion aux soleils des mondes supérieurs, et en ont fait autant de planètes d'ordres plus élevés, ont en même temps amené leurs orbites à coïncider dans un même plan, en ne leur permettant que des écarts très limités.

D'après cette conception, on peut se représenter le système des étoiles comme un système planétaire énormément agrandi. Si au lieu des six planètes entourées de dix satellites, on en imagine des milliers, et au lieu de 28 ou 30 comètes qui ont été observées, si l'on en suppose des centaines et des mille ; si l'on se figure en outre ces corps lumineux par eux-mêmes ; le spectateur, qui de la terre considérera cet ensemble, aura devant les yeux l'apparence des étoiles de la Voie lactée. Car ces planètes supposées, par leur proximité d'un plan commun, dans lequel se trouve aussi la Terre, produiront une zone illuminée par d'innombrables étoiles, qui suivra un grand cercle de la sphère céleste. Cette traînée lumineuse sera toujours en tous ses points suffisamment garnie d'étoiles, quoique, selon notre hypothèse, il s'agisse d'étoiles en mouvement, et non d'un amoncellement d'étoiles immobiles ; car leur transport même amènera toujours en chaque point assez d'étoiles pour remplacer celles qui auront abandonné cette position.

La largeur de cette zone lumineuse, qui figure une sorte de bande zodiacale, sera déterminée par les différents degrés d'écart des étoiles égarées de part et d'autre du plan relatif et par l'inclinaison de leurs orbites sur cette même surface. Comme d'ailleurs le plus grand nombre reste au voisinage de ce plan, elles sont de plus en plus rares à mesure qu'on s'en éloigne. Mais les comètes, qui occupent toutes les régions du ciel, couvriront de tous côtés les espaces célestes.

L'aspect du ciel étoilé est donc dû à une distribution systématique des étoiles, qui reproduit en grand ce qu'est en petit notre système planétaire ; l'ensemble des soleils forme un système, dont le plan général est la Voie lactée ; les soleils qui échappent à l'attraction restent à côté de ce plan, ils sont pour cette raison moins condensés, largement dispersés et rares. Ce sont pour ainsi dire les comètes du système stellaire.

Cette nouvelle conception conduit à attribuer aux étoiles un mouvement de progression, et pourtant tout le monde les considère comme immobiles et fixes dans l'espace depuis leur origine. Le nom d'*étoiles fixes* qu'on leur a donné paraît justifié et mis hors de conteste par l'observation de tous les siècles. Cette objection réduirait à néant tout le système que je viens d'exposer, si elle était fondée. Mais il y a tout lieu de croire que cette immobilité n'est qu'apparente. En réalité, ce n'est qu'une lenteur excessive de mouvement, due à l'immense éloignement du centre commun autour duquel elles tournent, ou rendue imperceptible par suite de la distance au point d'observation. La vraisemblance de cette conception est aisée à vérifier, si l'on calcule le mouvement qu'aurait l'étoile la plus voisine de nous, dans l'hypothèse que notre Soleil soit le centre de son orbite. Si sa distance, d'après Huygens, est plus de 21000 fois plus grande que celle de la Terre au Soleil, en appliquant la loi connue d'après laquelle les temps des révolutions sont proportionnels aux racines carrées des cubes des distances, on trouve que le temps qu'elle emploierait pour faire une révolution autour du Soleil serait de plus d'un million et demi d'années, et qu'en 4000 ans elle ne s'éloignerait que d'un degré de sa position primitive. Comme il est sans doute très peu d'étoiles aussi voisines du Soleil que le serait Sirius d'après l'estimation de Huygens, comme la distance du reste de l'armée céleste surpasse peut-être énormément celle de cette étoile, les révolutions périodiques de ces étoiles exigeraient un nombre d'années incomparablement plus grand. Il est d'ailleurs bien vraisemblable que le mouvement des soleils du ciel étoilé s'exécute, non autour du Soleil, mais autour d'un centre commun, situé à une distance excessivement grande, ce qui doit rendre encore les déplacements des étoiles énormément plus lents. On peut donc conclure avec beaucoup de vraisemblance que l'intervalle de temps écoulé depuis que l'on fait des observations sur le ciel n'est pas suffisant pour rendre perceptibles les changements qui se produisent dans les positions des étoiles. Il ne faut cependant pas désespérer de les découvrir avec le temps. Il

faudra pour cela des observateurs habiles et soigneux, et en outre la comparaison d'observations séparées par un large intervalle de temps. On devra particulièrement diriger ces observations sur les

étoiles de la Voie lactée ^[10], qui est le plan principal des mouvements. M. Bradley a observé des déplacements d'étoiles presque imperceptibles. Les Anciens ont remarqué des étoiles dans des régions du ciel où nous ne les voyons plus, et nous en voyons de nouvelles en d'autres. Qui sait si ce ne sont pas les mêmes astres qui ont changé de place ? L'intérêt d'une pareille étude et la perfection de la science astronomique nous donnent

l'espoir fondé de la découverte de si singulières merveilles ^[11]. Et la vraisemblance du fait en lui-même est si bien démontrée par les lois de la nature et de l'analogie, qu'il ne peut manquer d'exciter la curiosité des astronomes et les inviter à réaliser notre attente. La Voie lactée est, pour ainsi dire, le zodiaque de ces étoiles nouvelles, qui, là plus fréquemment qu'en aucune autre région du ciel, apparaissent tour à tour et s'évanouissent. Si cette variation de visibilité dépend d'un rapprochement et d'un éloignement périodiques, il ressort bien de la distribution systématique des étoiles que j'admets qu'un pareil phénomène doit se produire le plus souvent dans la région de la Voie lactée. Car, s'il existe des étoiles qui tournent autour d'autres étoiles dans des courbes très allongées, comme des satellites autour de leur planète, l'analogie avec notre monde planétaire, où seuls les corps qui se trouvent au voisinage du plan commun du mouvement possèdent des compagnons, exige que seules aussi les étoiles qui sont dans la Voie lactée aient des soleils circulant autour d'elles.

J'arrive à une autre partie de mon système qui, par la haute idée qu'elle donne du plan de la création, me paraît la plus séduisante. L'enchaînement des idées qui m'y ont amené est bien simple et n'a rien d'artificiel : les voici en quelques mots. Supposons un système d'étoiles ramassées aux environs d'un plan commun, à la manière de celles de la Voie lactée, mais situé si loin de nous que la lunette même ne puisse nous faire distinguer les astres dont il se compose ; supposons que sa distance soit à la distance qui nous sépare des étoiles de la Voie lactée, dans le même rapport que celle-ci à la distance de la Terre au Soleil ; un tel monde stellaire n'apparaîtra à l'observateur qui le contemple à une si énorme distance que comme un petit espace faiblement éclairé et sous-tendant un très petit angle ; sa figure sera circulaire, si son plan est perpendiculaire au rayon visuel,

elliptique s'il est vu obliquement. La faiblesse de sa lumière, sa forme et la grandeur apparente de son diamètre différencieront d'une manière évidente un pareil phénomène des étoiles isolées qui l'environnent.

Il n'y a pas à chercher longtemps dans les observations des astronomes pour rencontrer de semblables apparences. Elles ont été vues par divers observateurs. On s'est étonné de leur rareté ; on a imaginé sur leur compte et l'on a admis tantôt les fantaisies les plus étonnantes, tantôt des conceptions plus spécieuses, mais qui n'avaient pas plus de fondement que les premières. Nous voulons parler des nébuleuses, ou plus exactement d'une espèce

particulière de ces astres, que M. de Maupertuis décrit ainsi ^[12] : ce sont de petites plaques lumineuses, un peu plus brillantes seulement que le fond obscur du ciel ; elles se présentent dans toutes les régions ; elles offrent la figure d'ellipses plus ou moins ouvertes ; et leur lumière est beaucoup plus faible que celle d'aucun autre objet que l'on puisse apercevoir dans le ciel.

L'auteur de l'*Astrothéologie* ^[13] se figurait que c'étaient des trous dans le firmament, à travers lesquels il croyait voir le ciel de feu ou l'Empyrée. Un philosophe dont les vues sont plus éclairées, M. de Maupertuis, les tient, en raison de leur figure et de leur diamètre apparent sensible, pour des corps célestes d'une grandeur énorme, fortement aplatis par suite d'une rotation rapide et qui, vus obliquement, offrent la forme ovale.

On reconnaîtra aisément que cette dernière explication ne peut être acceptée. Puisque ces nébuleuses sont certainement au moins aussi éloignées de nous que les étoiles fixes, il ne suffirait pas de leur supposer une grandeur prodigieuse, qui surpasserait des milliers de fois celle des plus grosses étoiles : il faudrait ensuite expliquer par quel paradoxe ces corps, qui sont des soleils lumineux par eux-mêmes, nous paraissent, malgré leurs étonnantes dimensions, comme les plus faibles et les plus pâles de tous les astres.

Il est bien plus naturel et raisonnable de supposer qu'une nébuleuse n'est pas un unique et énorme soleil, mais un système de nombreux soleils, rassemblés en raison de leur distance dans un espace si étroit, que leur lumière, qui serait imperceptible pour chacun d'eux isolément, parvient, grâce à leur innombrable quantité, à produire une blancheur pâle et uniforme. L'analogie avec le système d'étoiles dont nous faisons partie, leur forme qui est exactement celle qu'ils doivent avoir dans notre théorie, la

faiblesse de leur lumière qui dénote un éloignement infini, tout concorde admirablement pour nous faire prendre ces taches elliptiques pour des mondes ordonnés comme le nôtre, en un mot, pour des Voies lactées semblables à celle dont nous avons expliqué la constitution. Et si des hypothèses, où l'analogie et l'observation concourent merveilleusement à se prêter un mutuel appui, ont exactement la même valeur que des démonstrations formelles, on devra tenir pour démontrée l'existence de pareils systèmes.

L'attention des observateurs du ciel a donc maintenant de sérieux motifs pour s'occuper de ce sujet. Les étoiles fixes, nous le savons, s'amoncellent toutes vers un plan commun, et forment par suite un ensemble régulièrement ordonné, qui est un monde de mondes. On voit qu'à des distances infinies il existe de semblables systèmes d'astres, et que la création, dans toute l'étendue de son infinie grandeur, est partout organisée en systèmes dont les membres sont en relation les uns avec les autres.

On pourrait encore s'imaginer que ces mondes d'ordre supérieur ne sont pas sans relation les uns avec les autres, et forment, en raison de ce rapport réciproque, un système encore plus immense. En fait, on voit que les formes elliptiques de ces astres nébuleux décrits par M. de Maupertuis ont une relation assez nette avec le plan de la Voie lactée. Il y a là un vaste champ ouvert aux découvertes, dont l'observation doit donner la clef. Les nébuleuses proprement dites, et celles auxquelles tous ne s'accordent pas à donner ce nom, devraient être observées et examinées au point de vue de ma doctrine. Si l'on voulait bien considérer les parties de la nature d'après des vues et un plan bien arrêtés, on découvrirait certainement des propriétés qui maintenant nous échappent et restent cachées, parce que l'observation s'éparpille sans fil conducteur sur toute espèce d'objets.

La doctrine que nous venons d'exposer nous ouvre une vue nouvelle sur le champ infini de la création, et nous amène à une conception de l'œuvre de Dieu proportionnée à la grandeur infinie de l'Ouvrier divin. Si la grandeur du monde planétaire, où la Terre n'est qu'un grain de sable à peine perceptible, plonge notre intelligence dans l'admiration, de quel étonnement n'est-on pas frappé, lorsqu'on voit la quantité infinie de mondes et de systèmes qui remplissent l'étendue de la Voie lactée ! Mais combien cet étonnement s'augmente encore, quand on s'aperçoit que ces innombrables systèmes d'étoiles ne forment qu'une unité d'un nombre dont les limites nous échappent, et qui pourtant n'est

peut-être à son tour qu'une unité dans une nouvelle combinaison de nombres ! Nous voyons les premiers termes d'une progression continue de mondes et de systèmes, et cette première partie d'une progression indéfinie nous donne déjà à reconnaître ce qu'il faut penser de l'ensemble. Cette série n'a pas de fin, elle s'enfonce dans un abîme véritablement insondable, où sombre toute la puissance de l'intelligence humaine, cherchât-elle à s'appuyer sur la science des nombres. La sagesse, la bonté, la puissance qui s'y sont manifestées sont infinies, et elles s'y montrent au même degré actives et fécondes ; le plan de leur manifestation doit donc être comme elles infini et sans bornes.

Mais ce n'est pas seulement dans le système général du monde qu'il y a à faire des découvertes qui étendront la conception que nous pouvons nous former de la grandeur de la création. Bien des détails sont encore inconnus, même dans notre petit monde solaire ; nous en voyons les membres séparés les uns des autres par des intervalles énormes, et nous ne savons pas ce qui existe dans ces intervalles. Entre Saturne, la plus extérieure des planètes que nous connaissons, et la comète la moins excentrique qui s'enfonce dans le ciel à des distances dix fois plus grandes, ne peut-il y avoir quelque planète dont le mouvement ressemblerait encore plus que celui de Saturne au mouvement des comètes ? Et s'il en existait d'autres encore, ne verrait-on pas dans la série de ces astres intermédiaires, par une transformation progressive de leurs caractères, les planètes dégénérer en comètes et les deux espèces d'astres se réunir en une seule ?

La loi d'après laquelle les excentricités des orbites planétaires sont en rapport avec leurs distances au Soleil vient à l'appui de cette supposition. L'excentricité des mouvements des planètes augmente avec leurs distances au Soleil, et par suite les planètes les plus éloignées se rapprochent du caractère des comètes. Il y a donc lieu de penser qu'il peut y avoir encore d'autres planètes au-delà de Saturne, qui sont encore plus excentriques que lui, et qu'ainsi, par une série continue, les planètes finissent par se transformer en comètes. L'excentricité est pour Vénus $1/126$ du demi-axe de son orbite elliptique ; pour la Terre $1/58$; pour Jupiter $1/28$, et pour Saturne $1/11$; elle croît donc visiblement en même temps que la distance. Il est vrai que Mercure et Mars font exception à cette loi, leur excentricité est beaucoup plus grande que ne le voudrait leur distance au Soleil. Mais nous verrons dans la suite que la même cause, qui a donné à quelques planètes une masse moindre que celle qu'elles devraient avoir, a produit en

même temps une diminution de la force d'impulsion qui aurait déterminé une orbite circulaire, et en a ainsi augmenté l'excentricité : une même cause explique à la fois ce qui manque à ces planètes en masse et en vitesse.

N'est-il pas d'après cela vraisemblable que la variation de l'excentricité pour les astres qui se trouvent immédiatement au-dessus de Saturne se fait par degrés insensibles comme pour les planètes inférieures, et qu'ainsi les planètes se transforment peu à peu en comètes ? Car il est certain que c'est cette excentricité qui fait la différence essentielle entre les comètes et les planètes, et non pas la queue et la chevelure qui ne sont que la conséquence de cette excentricité. Et en même temps ne doit-on pas admettre que la même cause, quelle qu'elle soit, qui a imprimé aux astres leurs mouvements de révolution, non seulement est devenue trop faible, à ces grandes distances, pour produire l'équilibre entre la force d'attraction et la force d'impulsion, d'où résulte l'excentricité des mouvements, mais aussi a été trop peu puissante pour forcer les orbites de ces astres à se couler dans le plan où se meuvent les planètes inférieures, et a ainsi permis la dispersion des comètes dans toutes les régions du ciel ?

Ces considérations permettent d'espérer peut-être la découverte, au-delà de Saturne, de nouvelles planètes, qui devront être plus excentriques que lui, et se rapprocher des caractères des comètes. Mais par la même raison, de tels astres ne seront visibles que pendant un temps, très court, au voisinage de leur périhélie ; circonstance qui, jointe à leur grand éloignement et à la faiblesse de leur lumière, en a rendu la découverte impossible jusqu'ici, et la rendra toujours très difficile dans l'avenir. L'astre qui serait à la fois la dernière planète et la première comète serait, si l'on veut, celui dont l'excentricité serait assez grande pour qu'au périhélie son orbite vînt couper celle de la planète la plus voisine, celle de Saturne peut-être.

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



DEUXIÈME PARTIE

ÉTAT PRIMITIF DE LA NATURE, FORMATION DES ASTRES,
CAUSES DE LEUR MOUVEMENT ET DE LEURS RELATIONS
SYSTÉMATIQUES ; AUSSI BIEN DANS LE MONDE
PLANÉTAIRE EN PARTICULIER QUE DANS TOUT
L'ENSEMBLE DE LA CRÉATION.

See plastic nature working to this end,
The single atoms each to other tend,
Attract, attracted to, the next in place
Form'd and impell'd its neighbour to embrace.
See matter next, with various life endued,
Press to one center still, the gen'ral Good.
(POPE, *An Essay on man*, epistle III.)

Vois de la terre au ciel le monde inanimé,
Vois comme pour s'unir tout est mû, tout formé,
Vois pour ce grand dessein travailler la nature,
Chaque être s'approcher d'une autre créature,
Chaque atome attirant, attiré tour à tour,
Et l'univers entier enchaîné par l'amour,
Regarde en même temps la nature vivante
Vers le bien général suivre la même pente.
(Traduction de JACQUES DELILLE.)



HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



I. De l'origine du monde planétaire en particulier et des causes de ses mouvements

Lorsqu'on examine l'Univers au point de vue des relations réciproques qui existent entre ses diverses parties, et pour y chercher les causes dont elles tirent leur origine, on voit le problème se présenter sous deux aspects, également probables, également admissibles. Si, d'une part, on remarque que les six planètes et leurs neuf satellites, qui circulent autour du Soleil comme centre, se meuvent tous dans le même sens et dans le sens même de la rotation du Soleil qui dirige tous ces mouvements par la force de l'attraction ; que leurs orbites ne s'éloignent pas beaucoup d'un plan commun, qui est le plan de l'équateur solaire prolongé ; que, pour les astres les plus éloignés qui appartiennent au monde solaire, sur lesquels il semble que la cause commune du mouvement a dû agir avec moins de puissance qu'au voisinage du centre, l'exactitude de ces lois est sujette à des écarts dont la grandeur est proportionnée à l'affaiblissement du mouvement imprimé ; si, dis-je, on tient compte de toutes ces relations, on est forcé de croire qu'une même cause, quelle qu'elle soit, a exercé une même influence à travers toute l'étendue du système, et que l'accord dans la direction et la position des orbites des planètes est une conséquence de la relation qu'elles ont dû toutes avoir avec les causes matérielles qui les ont mises en mouvement.

Mais, d'autre part, si nous examinons l'espace dans lequel les planètes de notre système font leurs révolutions, nous le trouvons complètement vide ^[14] et dépouillé de toute matière qui aurait pu produire l'identité d'action sur les corps planétaires, et entraîner la concordance de leurs mouvements. C'est là un fait qui est absolument hors de doute, et dont la certitude dépasse encore, s'il est possible, la vraisemblance de notre première conclusion. Aussi

Newton n'a-t-il pu assigner aucune cause matérielle qui, en s'étendant à tout l'espace du monde planétaire, ait été capable de produire la communauté du mouvement. Il admettait une intervention immédiate de la main de Dieu, qui avait déterminé directement cet ordre régulier, en dehors de tout emploi des forces naturelles.

Un examen impartial nous montre donc ici des deux côtés des raisons également puissantes et auxquelles il faut accorder une égale valeur. Mais il n'est pas moins évident qu'il doit exister quelque interprétation des faits, qui peut et doit concilier ces raisons en apparence contradictoires, et que c'est dans une telle interprétation qu'il faut chercher le système véritable. Nous allons la donner en quelques mots. Dans l'organisation actuelle de l'espace dans lequel circulent les sphères du monde planétaire, il n'existe aucune cause matérielle qui en puisse produire ou diriger les mouvements. Cet espace est complètement vide, ou du moins il est comme s'il était vide. Il faut donc qu'il ait été jadis autrement constitué et rempli d'une matière capable de produire les mouvements de tous les corps qui s'y trouvent et de les rendre concordants avec le sien propre, par suite concordants les uns avec les autres ; et après cela, l'attraction a nettoyé cet espace et en a rassemblé la matière diffuse en des masses isolées. Les planètes doivent donc maintenant, en vertu du mouvement une fois imprimé, continuer librement leur course dans un espace sans résistance. Nos premières considérations rendent nécessaire cette manière de voir, et comme, entre les deux cas, il n'y a pas place pour un troisième, nous sommes amenés à lui accorder assez de confiance pour en faire mieux qu'une simple hypothèse. On pourrait, si l'on voulait développer ce sujet, arriver, par une suite de conséquences déduites les unes des autres à la manière de théorèmes mathématiques, et en y mettant un luxe de raisonnements que l'on ne trouve pas d'habitude dans les sujets de science physique, arriver finalement au plan même de la naissance du monde que je vais exposer. Mais je préfère présenter mes idées sous forme d'hypothèse, et laisser à l'intelligence du lecteur le soin d'en apprécier la valeur, plutôt que de les revêtir de l'éclat d'une démonstration, rigoureuse en apparence, mais qui pourrait en faire suspecter la valeur : j'aime mieux m'assurer les suffrages des savants que capter ceux des ignorants.

Je suppose donc que tous les matériaux dont se composent les sphères, planètes et comètes, qui appartiennent à notre monde solaire, décomposés à l'origine des choses en leurs éléments

primitifs, ont rempli alors l'espace entier dans lequel circulent aujourd'hui ces astres. Cet état de la nature, lorsqu'on le considère en soi et en dehors de toute préoccupation de système, paraît être le plus simple qui ait pu succéder au néant. A cette époque, rien n'avait encore pris une forme. La formation et le rassemblement de corps célestes isolés, séparés par des intervalles proportionnés aux attractions, leur forme qui résulte de l'équilibre de la matière amassée pour les produire, tout cela constitue un état postérieur de la nature. Celle-ci, qui touchait encore immédiatement à la création, était aussi brute, aussi informe que possible. Mais déjà, dans les propriétés essentielles des éléments qui constituaient le chaos, on peut reconnaître la marque de cette perfection qu'ils tiennent de leur source, puisque leur existence découle de l'idée éternelle de l'Intelligence divine. Les propriétés les plus simples et les plus générales qui semblent avoir été ébauchées sans plan ; la matière, qui semble être purement passive et absolument dépourvue de forme et d'ordonnance, possède dans son état le plus simple une tendance à se façonner en une organisation parfaite par une évolution naturelle. Mais la *variété des genres d'éléments* est un fait capital pour la mise en mouvement de la matière et l'organisation du chaos, car elle détruit l'immobilité qui aurait été la conséquence de l'homogénéité des éléments, et le chaos commence à se façonner autour des points de plus forte attraction. Cette variété des éléments est sans aucun doute infinie, car la nature se montre partout sans limite. Ceux des éléments qui ont la plus grande densité spécifique et la plus grande force d'attraction, qui par suite occupent le moindre espace et sont en même temps plus rares, s'ils sont uniformément distribués dans l'espace, sont en conséquence plus disséminés que ceux d'espèce plus légère. Les éléments de poids spécifique mille fois plus grand sont mille fois et peut-être des millions de fois plus disséminés que ceux mille fois plus légers. Et comme cette différence des densités n'a pas de limites, il arrivera qu'en même temps qu'il pourra y avoir entre les densités de deux corpuscules matériels la même proportion qu'entre les volumes de deux sphères ayant pour rayon l'une celui du système planétaire et l'autre un millième de ligne, tel aussi pourra être le rapport de la distance de deux particules très lourdes à celle de deux particules légères.

Dans un espace ainsi rempli, le repos ne dure qu'un instant. Les éléments possèdent par essence les forces qui peuvent les mettre en mouvement, et sont pour eux-mêmes sources de vie. La matière est par suite en effort constant pour se façonner. Les

éléments disséminés d'espèce plus dense attirent à eux toute la matière plus légère qui les environne ; eux-mêmes, avec les matériaux qu'ils ont déjà ramassés, se réunissent dans les points où existent des particules d'espèce plus dense encore, ceux-ci à leur tour à d'autres plus denses et ainsi de suite. Et si l'on suit par la pensée ce travail de la nature à travers l'étendue du chaos, on voit aisément que la conséquence en sera la formation de diverses masses, qui, une fois créées, resteront éternellement en repos, équilibrées par l'égalité de leurs attractions mutuelles.

Mais la nature tient en réserve d'autres forces, qui s'exercent particulièrement lorsque la matière est décomposée en très petites particules ; ces forces font que les particules se repoussent mutuellement, et par leur lutte incessante contre l'attraction, elles donnent naissance au mouvement, qui est la vie de la nature. Sous l'empire de cette force de répulsion, qui se manifeste dans l'élasticité des vapeurs, la diffusion des corps odorants et l'expansion de toute matière gazeuse, et qui est un phénomène incontestable de la nature, les éléments qui tombent vers les centres d'attraction abandonnent la direction rectiligne de leur mouvement, et leur chute verticale se transforme en des mouvements curvilignes autour du centre d'attraction. Pour rendre plus claire l'exposition de notre hypothèse cosmogonique, nous laisserons d'abord de côté la formation de l'Univers infini, et nous nous bornerons au système particulier de notre soleil. Après avoir examiné la formation de ce système, nous appliquerons les mêmes principes à celle des mondes d'ordre supérieur, et nous comprendrons ainsi dans une même doctrine la création de tout l'Univers.

Lorsque, dans un très grand espace, il se trouve un point où l'attraction agit plus énergiquement que partout ailleurs, c'est vers ce point que se rassemblent toutes les particules élémentaires disséminées dans cet espace. Le premier effet de cette chute générale est la formation, à ce centre d'attraction, d'un noyau d'abord infiniment petit, qui grandit peu à peu, en s'appropriant la matière environnante par une force toujours proportionnelle à sa masse qui augmente sans cesse. Quand la masse du corps central s'est suffisamment accrue pour que la vitesse avec laquelle il attire les particules situées à grande distance, étant déviée latéralement par la faible répulsion qu'elles exercent les unes sur les autres, se transforme en un mouvement curviligne autour du corps central par l'effet de la force centrifuge ; alors se forment de grands tourbillons de particules, dont chacune décrit une ligne courbe par

la combinaison de l'attraction centrale et de l'impulsion latérale. Toutes ces orbites s'entrecroisent, grâce à la grande dissémination des corpuscules dans l'espace. Cependant, ces mouvements qui se contrarient de diverses manières tendent naturellement à s'uniformiser, ou à arriver à un état où le mouvement d'une particule gêne aussi peu que possible le mouvement d'une autre. Cela se produit de deux façons ; d'abord les particules modifient leurs mouvements relatifs jusqu'à ce que toutes se meuvent dans le même sens ; en second lieu, ces particules modifient leur mouvement de chute verticale vers le centre d'attraction, jusqu'à ce que tous les mouvements étant horizontaux, c'est-à-dire se faisant sur des cercles parallèles dont le Soleil est le centre, ces particules cessent de s'entrecroiser et continuent leur libre mouvement circulaire, à la distance à laquelle elles se trouvent, par l'équilibre de la force centrifuge et de la force d'attraction. Il en résulte que finalement, dans toute l'étendue de l'espace, ces particules seules restent en mouvement, à qui leur chute a donné une vitesse telle, et la résistance des autres une direction telle, qu'elles puissent se mouvoir sur des orbites circulaires. Dans cet état, toutes les particules marchant dans le même sens sur des orbites parallèles, qui sont des cercles décrits autour du noyau central, il n'y a plus ni rencontre ni choc des éléments, et tout est dans l'état de la moindre action réciproque. Telle est la transformation naturelle que subissent nécessairement des matériaux, lorsqu'ils ont reçu des mouvements contradictoires. Il est clair aussi que, parmi la foule des particules disséminées, un grand nombre pourront arriver à cette exacte relation des forces mouvantes, en vertu de la résistance qu'elles s'opposent mutuellement pour atteindre l'état final ; mais qu'un bien plus grand nombre encore n'y arriveront pas, et ne serviront qu'à accroître la masse du noyau central, sur lequel elles tomberont, ne pouvant continuer à se maintenir librement à la hauteur où elles se trouvent, et se trouveront réduites au repos par la résistance des molécules qu'elles croisent incessamment. Ce corps, qui occupe le centre d'attraction, et qui va devenir le plus important du monde planétaire par la continuelle adjonction des matériaux qu'il attire, ce corps est le Soleil, bien qu'il n'ait pas encore l'éclat flamboyant qui se produira sur sa surface après sa complète formation.

Il faut encore remarquer que le mouvement des éléments de la nature en formation, tel qu'il vient d'être décrit, de même direction pour tous et sur des cercles parallèles ayant un axe

commun, n'est pas un mouvement qui puisse persister. Car, d'après les lois du mouvement central, le plan des orbites doit passer par le centre d'attraction ; et parmi tous ces cercles qui tournent dans le même sens autour d'un axe commun, il n'en est qu'un seul qui rencontre le centre du Soleil ; par suite, tous les matériaux situés autour de l'axe commun des révolutions tendent à se réunir dans le plan du grand cercle engendré par la rotation autour du centre commun d'attraction. Ce cercle est donc le plan vers lequel tendent tous les éléments en mouvement de révolution, dans lequel ils s'amassent autant que possible, en laissant vides les régions qui en sont éloignées. Et les particules qui ne peuvent se rapprocher assez du plan vers lequel toutes se pressent ne peuvent se maintenir toujours dans la région où elles se meuvent ; mais, rencontrant les éléments voisins en mouvement, elles finissent par tomber sur le Soleil.

Si l'on examine maintenant cette matière élémentaire du monde en mouvement, dans l'état où elle a été amenée par l'attraction et par une suite mécanique des lois générales de la résistance, nous voyons un espace, compris entre deux plans peu éloignés l'un de l'autre et également distants du plan général d'attraction, qui, à partir du centre du Soleil, s'étend à des distances inconnues, et dans l'intérieur duquel toutes les particules, chacune en raison de sa distance et de l'attraction qui la gouverne, décrivent d'une course libre des orbites circulaires déterminées. Par suite, puisqu'une telle distribution est celle où elles se gênent mutuellement le moins possible, ces particules persisteront éternellement dans leur mouvement, à moins que l'attraction de ces particules de la matière primitive les unes sur les autres ne commence à faire sentir son action et ne produise de nouvelles formations qui seront les semences d'où naîtront les planètes. Car, puisque les éléments qui se meuvent en cercles parallèles autour du Soleil, pris à des distances du Soleil peu différentes, sont presque en repos relatif en raison de l'égalité de leurs mouvements parallèles, l'attraction des éléments ainsi placés, et doués d'une force attractive prépondérante, commence

aussitôt à produire une action considérable ^[15] : ils provoquent la réunion des particules les plus voisines pour en former un corps, qui, à mesure de l'accroissement de sa masse, étend de plus en plus sa sphère d'attraction, et met en mouvement pour s'augmenter les éléments de régions de plus en plus éloignées.

La formation des planètes, dans ce système, repose avant tout sur ce principe, que la naissance de la masse est simultanée avec la naissance des mouvements et avec la détermination de forme et de position de l'orbite, de sorte que les défauts de concordance des divers éléments des orbites, aussi bien que leur accord, ont apparu dès le premier instant. Les planètes se composent de particules qui, à la hauteur où elles se meuvent, ont des mouvements exactement circulaires : *donc les masses formées par leur réunion auront exactement les mêmes mouvements, avec la même vitesse et dans la même direction.* Cela suffit pour faire voir pourquoi les orbites planétaires sont presque exactement circulaires et pourquoi elles se trouvent toutes à peu près dans un même plan. Elles seraient des cercles parfaits, si l'étendue à laquelle ont été prises les particules qui les ont formées était fort petite et par suite

la différence de leurs mouvements très faible ^[16]. Mais lorsqu'un plus grand espace est mis à contribution pour former la masse considérable d'une planète aux dépens de la matière si ténue et si largement disséminée dans les espaces célestes, la diversité des distances de ces éléments au Soleil, et par suite la différence de leurs vitesses, n'est plus négligeable ; il faudrait donc, pour conserver au mouvement de la planète, malgré cette différence, l'équilibre entre la force centrale et la vitesse circulaire, qu'il s'établît une compensation exacte entre l'excès et le défaut de vitesse des particules qui se réunissent pour la former. Une pareille compensation est sans doute possible et même en fait à

peu près exacte ^[17] ; pourtant, comme il y manque toujours quelque chose, il en résulte une déviation du mouvement circulaire et une excentricité de l'orbite. On explique aussi facilement pourquoi les orbites des planètes, qui devraient se trouver naturellement dans un même plan, présentent pourtant de légers écarts ; cela tient à ce que les particules élémentaires, qui devraient se trouver uniquement dans le plan principal des mouvements, forment en réalité une couche d'une certaine épaisseur de part et d'autre de ce plan. Or, ce serait un hasard bien heureux, si toutes les planètes avaient commencé à se former juste dans ce plan, au milieu de la couche. Il y a donc place pour une certaine inclinaison des orbites les unes par rapport aux autres, quoique la tendance des particules à limiter le plus possible cet écart ne limite en même temps l'inclinaison entre des bornes très étroites. Il ne faut donc pas s'étonner de ne pas rencontrer ici, pas plus qu'en aucune des œuvres de la nature, une parfaite

correction, puisque la grande variété des conditions qui caractérise les actions naturelles ne permet jamais une absolue régularité.

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



II. De la variation de densité des planètes et des rapports de leurs masses

Nous avons fait voir que les particules de la matière élémentaire, primitivement distribuées d'une manière uniforme dans l'espace, en tombant vers le Soleil, se mettaient à se mouvoir dans des orbites, au lieu même où la vitesse acquise dans la chute était équilibrée par l'attraction, et où sa direction déviée était perpendiculaire au rayon du cercle, comme cela doit avoir lieu dans le mouvement circulaire. Si nous considérons maintenant des particules de densité spécifique différente, placées à la même distance du Soleil, les plus pesantes, malgré la résistance des autres, pénétreront plus avant vers le Soleil, et ne subiront pas une aussi grande déviation de leur chute rectiligne que les particules plus légères. Au contraire, celles-ci, plus fortement déviées, prendront le mouvement circulaire avant d'avoir pénétré aussi profondément vers le centre, et décriront des orbites de plus grand rayon. En même temps, elles ne pourront traverser l'espace rempli de matière sans perdre une notable partie de leur vitesse, et elles ne pourront ainsi acquérir le degré de vitesse qui leur serait nécessaire pour circuler au voisinage du centre. Donc, une fois l'équilibre du mouvement établi, c'est dans les régions éloignées que circulent les particules plus légères, c'est au voisinage du Soleil que se rencontrent les éléments les plus lourds. Et par suite les planètes qui se forment de la réunion de ces matériaux seront, aux alentours du Soleil, plus denses que celles qui se sont formées plus loin.

Il existe donc une sorte de loi statique, qui distribue les matériaux de l'espace suivant la hauteur, en raison inverse de leur densité. Toutefois on comprend aisément qu'il ne faut pas s'attendre à trouver à une certaine hauteur uniquement des particules de même densité. Parmi les particules d'une espèce, les

unes peuvent continuer à circuler loin du Soleil, et trouver à ces grandes distances l'affaiblissement de leur vitesse de chute nécessaire pour le mouvement circulaire, si elles viennent d'une distance plus grande encore. Les autres, qui, dans la distribution uniforme de la matière du chaos, se trouvaient primitivement plus proches du Soleil, peuvent, sans avoir une densité plus forte, décrire plus près de lui leur révolution circulaire. Et puisque ainsi la position des matériaux par rapport à leur centre d'attraction dépend non seulement de leur poids spécifique, mais encore de la place qu'ils occupaient primitivement dans l'état d'immobilité de la matière, il est aisé de concevoir que des espèces très variées ont pu se réunir à chaque distance du Soleil et y rester. Mais, en général, les matières plus denses se trouveront plutôt autour du centre qu'à une grande distance ; et bien que les planètes soient formées d'un mélange de matières très diverses, pourtant leur densité doit être plus considérable à mesure qu'elles sont plus proches du Soleil, et moindre à mesure que leur distance augmente.

Notre théorie offre donc une explication de cette loi des densités des planètes, beaucoup plus complète et plus rationnelle que les idées que l'on s'est faites ou que l'on pourrait se faire sur l'origine de cette loi. Newton, qui a déterminé par le calcul les densités de quelques planètes, rapportait la cause de leur rapport ordonné suivant la distance à un choix raisonné de la volonté divine dicté par une cause finale : puisque les planètes plus voisines du Soleil reçoivent de lui plus de chaleur, et que les plus éloignées doivent s'accommoder d'un moindre degré de chaleur, il faut, pour qu'elles aient néanmoins la même température, que les planètes plus proches soient plus denses, et les plus éloignées formées d'une matière plus légère. Mais il ne faut pas beaucoup d'attention pour découvrir l'insuffisance d'une pareille explication. Une planète, notre Terre par exemple, est formée de la réunion de matières d'espèces extrêmement variées. Parmi ces matières, il suffirait que les plus légères, celles qui, pour une même action du Soleil, se laissent mieux traverser et mettre en mouvement, dont l'état d'agrégation permet une plus facile action des rayons calorifiques, fussent répandues sur la surface. Mais que le mélange des autres matières, dans la totalité de la masse, dût avoir la même distribution, c'est ce qui n'est pas évident, car le Soleil n'exerce aucune action sur l'intérieur des planètes. Newton craignait que la Terre, si elle était plongée dans les rayons du Soleil au voisinage de Mercure, ne vint à s'enflammer comme une comète et que ses

éléments ne fussent pas suffisamment réfractaires pour ne pas se dissiper sous l'action de cette même chaleur. Mais combien plus vite la matière propre du Soleil lui-même, plus de quatre fois plus légère que celle qui compose la Terre, ne serait-elle pas décomposée à cette excessive température ? Et aussi pourquoi la Lune est-elle deux fois plus dense que la Terre, tandis qu'elle se balance avec elle à la même distance du Soleil ? On ne peut donc attribuer la loi de densité des planètes au décroissement progressif de la chaleur solaire, sous peine de se trouver bien vite en contradiction avec soi-même. On voit que la cause qui a fixé les positions des planètes d'après la densité de leurs noyaux doit bien plutôt être en relation avec l'intérieur de ces astres qu'avec leur surface. De plus, tout en déterminant cette relation de la position avec la densité, elle devait pourtant laisser place à une large diversité des matériaux dans le même astre, et établir ce rapport des densités seulement dans la totalité de l'agrégat. Je laisse d'ailleurs à la perspicacité du lecteur le soin de décider si une autre loi statique pourrait satisfaire à ces conditions, aussi bien que celle qui est exposée dans notre système.

L'examen des densités des planètes met encore en relief un autre fait qui, par sa parfaite concordance avec l'explication que je viens de donner, garantit l'exactitude de notre doctrine. L'astre qui occupe le centre d'un système est ordinairement d'espèce plus légère que les corps qui circulent dans son voisinage immédiat. La Terre par rapport à la Lune, le Soleil par rapport à la Terre, sont des exemples de ce rapport des densités. Dans le plan de formation des astres que nous avons exposé, c'est là un caractère nécessaire. Car, tandis que les planètes inférieures ont été formées principalement de cette partie de la matière élémentaire, qui, grâce à son excès de densité, a pu pénétrer jusqu'au voisinage du centre avec le degré nécessaire de vitesse, le corps central lui-même est au contraire le résultat de la réunion de toutes les espèces de matière sans distinction qui n'ont pu arriver à des mouvements réguliers, parmi lesquels doivent prédominer les matériaux les plus légers. Il est donc aisé de voir que, tandis que l'astre ou les astres qui circulent le plus près du centre faisaient un choix des matériaux les plus denses, le corps central n'est qu'un mélange de toutes les matières sans distinction ; les premiers doivent donc être de nature plus dense que le dernier. En fait, la Lune est deux fois plus dense que la Terre, celle-ci quatre fois plus que le Soleil, et, suivant toute vraisemblance, celui-ci est encore plus léger relativement à Vénus et à Mercure.

Notre attention va se porter maintenant sur la relation qui doit exister, dans notre doctrine, entre les masses des planètes et leurs distances au Soleil, pour contrôler notre système à la lumière des calculs infailibles de Newton. Il suffit de quelques mots pour faire comprendre que l'astre central doit être toujours le corps prédominant de son système ; que le Soleil doit être considérablement plus gros que l'ensemble des planètes ; et qu'il doit en être de même de Jupiter par rapport à ses satellites, de Saturne par rapport aux siens. Le corps central se forme par la condensation de toutes les particules, venues de tous les points de sa sphère d'attraction, qui n'ont pu arriver à équilibrer leur mouvement orbital, ni se maintenir dans le plan commun des mouvements, et dont le nombre est sans aucun doute bien plus considérable que celui des autres. Pour appliquer en particulier cette observation au Soleil, si l'on veut estimer l'étendue de l'espace dans lequel les particules en mouvement de révolution qui ont servi à la formation des planètes ont pu s'écarter le plus du plan commun, on peut le supposer un peu plus grand que l'étendue du plus grand écart relatif des orbites planétaires. Or la plus grande inclinaison relative n'est que de $7^{\circ}30'$. On peut donc supposer que toute la matière dont se sont formées les planètes était primitivement répandue dans un espace limité par deux surfaces passant par le centre du Soleil et faisant l'une avec l'autre un angle de $7^{\circ}30'$. Maintenant une zone de $7^{\circ}30'$ de large, prise de part et d'autre d'un grand cercle de la sphère, n'occupe que la dix-septième partie de la surface de cette sphère ; par suite, l'espace solide compris entre les deux surfaces qui divisent le volume de la sphère sous l'angle précité est un peu plus que la dix-septième partie de ce volume. Donc, dans cette hypothèse, toute la matière qui a été employée à la formation des planètes ne serait que la dix-septième partie à peu près de la matière que le Soleil, pour se former, a empruntée des deux côtés à un espace qui s'étend jusqu'à l'orbite de la planète la plus extérieure. En vérité, ce corps central possède un excès de masse sur l'ensemble de toutes les planètes qui n'est pas dans le rapport de 17 à 1, mais de 650 à l'unité, d'après les calculs de Newton ; mais il est aisé de voir que, dans les espaces situés au-delà de Saturne, où les formations planétaires cessent ou sont au moins très rares, où il ne s'est formé qu'un petit nombre de corps cométaires, et où les mouvements de la matière élémentaire, n'arrivant pas aussi facilement que dans les régions voisines du centre à l'équilibre régulier des forces centrales, ont dû dégénérer en une chute presque générale vers le

centre, il est aisé, dis-je, de voir que là est l'origine de l'énorme prépondérance de la masse du Soleil.

Pour comparer les planètes entre elles au point de vue des masses, nous remarquerons d'abord qu'en raison de leur mode de formation, la quantité de matière qui se condense en une planète dépend particulièrement de la grandeur de sa distance au Soleil : 1° parce que le Soleil diminue par sa propre attraction la sphère d'attraction d'une planète, et que, à conditions égales, il modifie moins celle des astres éloignés que celle des astres voisins ; 2° parce que la couche sphérique d'où une planète éloignée tire ses matériaux a un plus grand rayon et par suite contient plus de matière que les couches plus voisines du centre ; 3° parce que, pour la même raison, la largeur comprise entre les deux surfaces de plus grand écart, pour le même nombre de degrés, est plus grande en proportion de la distance du Soleil. A l'encontre, cet avantage des planètes plus éloignées sur les plus proches est limité par cette circonstance que les particules sont plus denses au voisinage du Soleil, et aussi moins dispersées, selon toute apparence, qu'elles ne le sont à grande distance ; mais on peut aisément se convaincre que les premières conditions favorables à la formation de grandes masses l'emportent de beaucoup sur les dernières, et que ce sont surtout les planètes les plus éloignées du Soleil qui doivent posséder de grandes masses. Ceci est vrai tant qu'on suppose une planète en présence du Soleil tout seul. Mais lorsque plusieurs planètes viennent à se former à des distances différentes, chacune d'elles modifie, par son attraction propre, la sphère d'attraction des autres, et il peut en résulter des exceptions à la loi précédente. Car toute planète qui sera voisine d'une autre de masse prépondérante, subira une diminution de sa sphère de formation, et par suite n'acquerra qu'une grosseur beaucoup plus faible que celle que lui aurait assignée sa distance au Soleil. Aussi, quoique en somme les planètes augmentent de masse à mesure qu'elles sont plus loin du Soleil, ainsi que nous le voyons dans Jupiter et Saturne, qui sont les deux morceaux importants de notre système en même temps que les plus éloignés du Soleil, pourtant cette analogie souffre des exceptions ; mais ces exceptions mêmes sont une éclatante confirmation du mode de formation que nous attribuons aux corps célestes. Une planète de grosseur exceptionnelle dérobe aux deux planètes ses voisines une portion de la masse qui devrait leur appartenir en raison de leur distance au Soleil, en s'appropriant une part des matériaux qui auraient dû contribuer à leur formation. En fait, Mars, qui, à cause

de la place qu'il occupe, devrait être plus gros que la Terre, a été privé d'une partie de sa masse par l'attraction de son énorme voisin Jupiter : et Saturne lui-même, tout en dépassant beaucoup Mars en raison de sa hauteur, n'a pas pu s'affranchir de payer un tribut considérable à l'attraction de Jupiter. Il me semble que Mercure doit la petitesse exceptionnelle de sa masse non seulement à l'attraction de son puissant voisin le Soleil, mais aussi au voisinage de Vénus, qui, d'après le rapport de sa densité probable à son volume, doit être une planète de masse considérable.

Puisque tous les faits concordent si bien et d'une manière si frappante à rendre plausible notre explication de l'origine de l'Univers et de la formation des astres par les seules lois de la Mécanique, nous allons maintenant montrer, par l'évaluation de l'espace dans lequel était disséminée la matière des planètes avant leur formation, à quel degré de ténuité était réduit ce milieu élémentaire, et combien peu de résistance il devait offrir au mouvement de ses particules. Nous venons de dire que l'espace dans lequel était renfermée toute la matière des planètes était une portion de la sphère de Saturne comprise entre deux surfaces, décrites autour du Soleil comme sommet commun et faisant l'une avec l'autre un angle de 7° ; cet espace était donc la dix-septième partie du volume d'une sphère décrite avec le rayon de l'orbite de Saturne. Pour calculer le changement d'état de la matière planétaire lorsqu'elle remplissait cet espace, nous admettrons que la distance de Saturne n'est que de 100000 diamètres de la Terre ; le volume de la sphère de Saturne sera donc mille trillions de fois

le volume de la Terre ^[18] ; si, au lieu de la 17^e partie, nous en prenons seulement la 20^e , l'espace dans lequel se mouvait la matière élémentaire devait dépasser 50 trillions de fois le volume de la Terre. En admettant avec Newton que la masse des planètes avec leurs satellites est $1/650$ de celle du Soleil, la masse de la Terre, qui n'est que $1/169282$ de cette dernière, sera à celle de l'ensemble des planètes comme 1 est à $276 \frac{1}{2}$; et par suite si l'on amenait toute cette matière à la densité de la Terre, elle formerait un corps qui aurait $277 \frac{1}{2}$ fois le volume de la Terre. Si nous admettons ensuite que la densité de la Terre prise en masse n'est pas beaucoup plus grande que celle des matériaux, que l'on rencontre au-dessous de la couche superficielle, comme le fait nécessairement supposer la figure de la Terre ; que ces matériaux sont à peu près 4 ou 5 fois plus lourds que l'eau, et l'eau mille fois

plus lourde que l'air, la matière de toutes les planètes, amenée au degré de ténuité de l'air, remplirait un espace presque 1400000 fois plus grand que le volume de la Terre. Cet espace, comparé à celui dans lequel nous supposons disséminée toute la matière des planètes, est 30 millions de fois plus petit. La dissémination de la matière planétaire dans cet espace l'amènerait donc à un état de ténuité ce même nombre de fois plus faible que celle des particules de notre atmosphère. En réalité, ce degré de dissémination, quelque fabuleux qu'il puisse paraître, était absolument nécessaire et naturel. Il devait être aussi grand que possible, pour donner aux particules mobiles la même liberté de mouvement que dans le vide, et pour diminuer indéfiniment la résistance mutuelle qu'elles pouvaient s'offrir. Que la matière ait pu prendre d'elle-même un pareil état de dissémination, c'est ce dont on ne peut guère douter, si l'on considère l'expansion qu'elle subit quand elle se convertit en vapeur, ou bien, pour rester dans le ciel, la dispersion de la matière dans les queues des comètes, qui, avec une épaisseur énorme, dépassant peut-être cent fois le diamètre de la Terre, sont pourtant si transparentes, qu'elles laissent voir les plus petites étoiles, tandis que notre atmosphère éclairée par le Soleil les masque sous une épaisseur des milliers de fois moindre.

Je termine ce chapitre par l'énoncé d'une analogie qui semble à elle seule élever notre présente théorie de la formation mécanique des astres au-dessus du rang d'une simple hypothèse et lui donner une certitude formelle. Si le Soleil s'est formé des particules de la même matière élémentaire dont sont composées les planètes, et s'il n'existe entre eux d'autre différence que celle qui résulte de ce que, dans le Soleil, toutes les espèces de matières sans distinction se sont réunies, tandis qu'elles se sont distribuées dans les planètes, en raison des distances, suivant l'ordre de leurs densités, il doit arriver que, si l'on fait un tout de la matière des planètes, sa densité sera à fort peu près égale à celle du Soleil lui-même. Cette conséquence forcée de notre système trouve une heureuse confirmation dans la comparaison que M. de Buffon, ce savant si digne de sa haute réputation, a faite de la densité moyenne des planètes à celle du Soleil. Il trouve qu'elles sont l'une à l'autre dans le rapport de 640 à 650. Lorsque des conséquences naturelles et nécessaires d'une doctrine trouvent de si heureuses confirmations dans la réalité des faits, est-il possible de croire qu'un simple hasard soit la cause d'une pareille concordance de la théorie et de l'observation ?

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



III. De l'excentricité des orbites planétaires, et de l'origine des comètes

Il est impossible de faire des comètes une espèce d'astres à part, qui se différencient complètement du genre des planètes. La nature travaille ici, comme partout ailleurs, par gradation insensible ; et tout en parcourant tous les degrés de variété, elle rattache toujours les caractères les plus éloignés aux plus proches par une chaîne ininterrompue d'intermédiaires. L'excentricité est, chez les planètes, le résultat de l'insuffisance de l'effort par lequel la nature tendait à rendre leurs mouvements absolument circulaires ; par suite de l'intervention de circonstances diverses, cette perfection du mouvement n'a jamais été atteinte, mais l'écart est bien plus grand pour les planètes éloignées que pour celles qui sont plus proches du Soleil.

Cette considération permet de passer, d'une façon continue et par tous les degrés possibles d'excentricité, des planètes jusqu'aux comètes elles-mêmes. Cette liaison toutefois semble interrompue après Saturne par un énorme hiatus, qui sépare l'espèce comète de celle des planètes ; mais nous avons remarqué, dans la première partie, que très vraisemblablement il y a au-delà de Saturne encore d'autres planètes, que la plus grande excentricité de leurs orbites rapproche davantage des comètes, et que c'est seulement au manque d'observations ou à la difficulté de la recherche de telles planètes qu'il faut attribuer que cette parenté n'est pas aussi visible aux yeux qu'elle l'est à l'intelligence.

Nous avons déjà indiqué, dans le premier chapitre de cette deuxième partie, une cause qui peut rendre excentrique l'orbite d'un astre formé par la réunion de la matière environnante, quoique cependant on admette que celle-ci possède en tous ses points exactement les forces nécessaires pour produire le mouvement circulaire. Car en les empruntant à des hauteurs très

diverses, où les vitesses circulaires sont très différentes, une planète réunit des éléments qui apportent chacun une vitesse différente, et différente aussi de celle qui répond à la distance de la planète, et qui par suite impriment à l'ensemble un degré d'excentricité d'autant plus fort, que la compensation s'établit moins exactement entre l'excès de vitesse des uns et le défaut de vitesse des autres.

S'il n'y avait pas d'autre cause de l'excentricité, elle serait partout assez faible ; elle serait aussi plus petite chez les petites planètes et chez celles qui sont éloignées du Soleil, que chez celles qui sont à la fois plus grosses et plus voisines, toujours dans l'hypothèse que les particules de la matière primitive étaient animées à l'origine de mouvements exactement circulaires. Mais, comme cette conséquence n'est pas d'accord avec les faits, puisque, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, l'excentricité augmente avec la distance au Soleil, et que la petitesse des masses semble plutôt déterminer une exception à la loi d'accroissement de l'excentricité, comme on le voit chez Mars ; nous sommes forcés de modifier l'hypothèse du mouvement circulaire absolu des particules primitives et d'admettre que, si elles possédaient à fort peu près un tel mouvement dans les régions voisines du Soleil, elles s'en écartaient d'autant plus que ces éléments se mouvaient plus loin de l'astre central. Un tel adoucissement dans l'application de la loi du mouvement circulaire libre à la matière originelle paraît plus conforme au mode général d'action de la nature. Car si, d'un côté, la rareté du milieu laisse à la matière toute liberté de modifier ses mouvements de manière à atteindre à l'égalité complètement pondérée des forces centrales ; d'autre part, il existe des causes non moins importantes qui peuvent empêcher la réalisation de ce but de la nature. Plus les particules de la matière primitive sont loin du Soleil, plus faible est la force qui les attire vers lui ; la résistance des particules inférieures qui doit infléchir latéralement la trajectoire des premières et les amener à se mouvoir perpendiculairement au rayon, diminue à mesure que ces particules inférieures tombent au-dessous d'elles, soit pour s'incorporer au Soleil, soit pour graviter dans des régions plus voisines de cet astre. La grande légèreté spécifique de ces matériaux les plus élevés ne leur permet pas non plus de prendre un mouvement de chute, principe de tous les autres mouvements, assez rapide pour forcer à céder les particules résistantes. Les actions réciproques de ces particules éloignées se bornent sans doute à faire cesser, au bout d'un temps plus ou moins long, l'état

d'homogénéité du milieu. Alors commencent à se former dans son sein de petites masses, origines d'autant d'astres futurs qui, en raison de la faiblesse du mouvement de la matière dont elles se sont créées, tombent vers le Soleil dans des orbites très excentriques ; chemin faisant, elles s'incorporent des particules animées d'un mouvement plus rapide qui les détournent de plus en plus de la chute verticale ; et finalement ces masses constituent les comètes, lorsque l'espace dans lequel elles se sont formées a été nettoyé et vidé par la chute des matériaux vers le Soleil ou leur réunion en masses isolées. Telle est la cause pour laquelle croît, avec la distance au Soleil, l'excentricité des planètes et celle de ces astres dont on a fait une espèce à part sous le nom de comètes, parce que leurs orbites sont encore beaucoup plus allongées. Il est vrai qu'il y a encore deux exceptions à la loi d'accroissement de l'excentricité avec la distance au Soleil ; on les rencontre dans les deux plus petites planètes de notre système, Mars et Mercure. Mais, pour le premier, c'est vraisemblablement le voisinage du puissant Jupiter qui en est cause ; en dérobant à Mars par son attraction les particules situées de son côté et ne lui permettant ainsi de se grossir que du côté du Soleil, Jupiter a déterminé un excès de la force centrale et par suite une forte excentricité. Quant à Mercure, la plus intérieure, mais en même temps la plus excentrique des planètes, on peut présumer que la vitesse du Soleil dans sa rotation étant loin d'atteindre encore la vitesse de Mercure, la résistance qu'il oppose à la matière qui l'enveloppe, non seulement enlève aux particules les plus voisines leur mouvement central, mais encore a bien pu étendre son action retardatrice jusqu'à Mercure, et par suite diminuer considérablement sa vitesse d'impulsion.

L'excentricité est le principal caractère distinctif des comètes. Leur atmosphère et leur queue, qui, aux approches du Soleil, s'épanouissent sous l'action de la chaleur, ne sont que de simples conséquences de cette excentricité, quoique, dans les siècles d'ignorance, le peuple ait voulu lire la prédiction chimérique de l'avenir dans l'apparition inattendue de ces épouvantails célestes. Les astronomes, qui font plus attention aux lois des mouvements des astres qu'à leur forme plus ou moins extraordinaire, ont remarqué un second caractère, qui différencie le genre des comètes de celui des planètes : c'est qu'elles ne restent pas, comme ces dernières, confinées dans la zone zodiacale, mais tracent leur course indifféremment dans toutes les régions du ciel. Cette particularité a la même cause que l'excentricité. Si les planètes ont

leurs orbites resserrées dans la région étroite du zodiaque, c'est que la matière élémentaire reçoit au voisinage du Soleil des mouvements circulaires, qui à chaque révolution sont obligés de croiser le plan d'attraction et ne permettent pas aux corps une fois formés de s'écarter de cette surface vers laquelle toute la matière se précipite de part et d'autre. Mais la matière des espaces situés loin du centre, à qui la faiblesse de l'attraction n'a pu communiquer assez de vitesse pour qu'elle prenne le mouvement circulaire, ne possède, pour le même motif qui a permis l'excentricité de ses mouvements, aucune tendance à s'amasser dans le plan de relation de tous les mouvements planétaires, ni à maintenir dans cette espèce d'ornière les corps qui se forment à ces hauteurs. Dès lors, l'élément du chaos primitif, ne se trouvant pas limité à une région particulière, comme chez les planètes inférieures, se condensera en astres, aussi bien d'un côté que de l'autre, aussi bien à distance du plan de relation que dans ce plan lui-même. Aussi les comètes viendront à nous en toute indépendance de toutes les régions du ciel ; mais pourtant celles qui sont nées en des points peu élevés au-dessus du plan des orbites planétaires montreront à la fois et une moindre inclinaison et une moindre excentricité. A mesure qu'elles s'éloignent du centre du système, les comètes manifestent dans leurs écarts une plus libre indépendance ; plus loin encore, dans les profondeurs des cieux, les dernières traces de mouvement orbital disparaissent, les corps qui s'y forment sont abandonnés à leur chute libre vers le Soleil, et ainsi se limite l'espace dans lequel la formation systématique est possible.

J'admets, dans cette esquisse des mouvements cométaires, que la plupart de ces astres doivent se mouvoir dans le même sens que les planètes. Une telle concordance ne me paraît pas douteuse pour les comètes voisines du Soleil, et elle ne peut se perdre que dans les dernières profondeurs des cieux, où la matière, animée de mouvements à peine sensibles, dirige à peu près ment dans tous les sens la rotation qui résulte de sa chute, et où, en raison de l'énorme distance, la communication des mouvements inférieurs, qui pourrait établir l'uniformité du sens des révolutions, n'aurait pas le temps d'étendre son influence, avant que la formation de la nature soit complète dans les régions inférieures. Il existe donc peut-être des comètes animées d'un mouvement rétrograde, c'est-à-dire dirigé de l'est à l'ouest ; quoique, par les raisons que je viens de dire, je me laisse aller à affirmer que, des dix-neuf comètes

dans lesquelles on a signalé cette particularité, quelques-unes ont bien pu être prises pour telles par une pure illusion d'optique.

J'ai encore quelques remarques à faire sur les masses des comètes et sur la densité de leur substance. Par les raisons exposées dans le Chapitre précédent, dans les hautes régions où se forment ces corps, leur masse devrait croître en même temps que leur distance au Soleil ; et il y a lieu de croire en effet que quelques comètes sont plus grosses que Saturne et Jupiter. Mais il ne faudrait pas non plus s'imaginer que la grandeur des masses doit aller toujours en croissant. La diffusion de la matière, la légèreté spécifique de ses particules, rendent très lente la formation d'un astre dans ces régions reculées du monde planétaire ; l'expansion indéfinie de la matière dans un espace sans limites, l'absence de toute tendance à se concentrer vers une surface déterminée, permet la formation d'un grand nombre de petits corps, bien plutôt que la condensation en une masse unique un peu considérable ; et la faiblesse de la force centrale fait tomber sur le Soleil la plus grande partie de la matière, sans l'avoir rassemblée en masses.

La densité spécifique de la matière dont sont composées les comètes est bien plus étonnante que la grandeur de leur masse. Vraisemblablement, puisqu'elles se forment dans la région la plus élevée du monde planétaire, les particules de leur agrégat sont de l'espèce la plus légère ; et l'on ne peut douter que ce ne soit là la cause principale de l'atmosphère vaporeuse et de la queue par lesquelles elles se distinguent des autres corps célestes. On ne peut en effet attribuer spécialement à l'action de la chaleur solaire celle expansion de la matière cométaire en vapeur. Plusieurs comètes à leur périhélie ne se rapprochent pas plus du Soleil que la Terre elle-même ; beaucoup viennent entre les orbites de Vénus et de la Terre, puis s'en retournent. Pour qu'un degré d'échauffement aussi modéré suffise à dilater et à vaporiser les matières qui forment la surface de ces corps, ne faut-il pas que ces matières soient formées d'un élément plus léger et plus facile à diffuser par la chaleur qu'aucun des corps que nous connaissons dans la nature ?

On ne peut pas davantage attribuer les vapeurs qui s'élèvent si abondantes sur les comètes à la chaleur que ces corps auraient conservée d'une approche antérieure du Soleil ; il est vrai qu'on peut se figurer qu'une comète, à l'époque de sa formation, a fait d'abord un certain nombre de révolutions dans une orbite fort excentrique qui s'est resserrée ensuite peu à peu ; mais les autres

planètes, dont on pourrait penser la même chose, n'offrent aucune trace de ce phénomène. Cependant elles le présenteraient, si les espèces de matières les plus légères qui sont entrées dans la formation de la planète y étaient aussi abondantes que chez les comètes.

La Terre présente quelque chose que l'on peut comparer à l'expansion vaporeuse des comètes et à leur queue : je veux parler de l'aurore boréale. Les plus fines particules que l'action du Soleil élève de sa surface se rassemblent autour de l'un des pôles, pendant que le Soleil accomplit la moitié de sa course dans l'hémisphère opposé. Les particules les plus subtiles et les plus actives, qui montent au-dessus de la zone torride, après qu'elles ont atteint une certaine hauteur dans l'atmosphère, sont forcées par l'action des rayons solaires de se dévier et de se rassembler vers ces régions qui sont alors éloignées du Soleil et ensevelies dans une longue nuit ; et elles apportent aux habitants de la zone glaciale une compensation à l'absence de la vive lumière de cet astre, en leur faisant sentir, même à ces distances, l'effet de son action calorifique. Celle même action du rayonnement solaire, qui produit l'aurore boréale, produirait une chevelure de vapeur avec une queue, si ces particules extrêmement fines et volatiles étaient aussi abondantes sur la Terre qu'elles le sont dans les comètes.

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE
ET THÉORIE DU CIEL

[Table des matières](#)

[Liste générale des titres](#)



IV. De l'origine des satellites et du mouvement des planètes autour de leur axe

La tendance d'une planète à se former aux dépens des particules matérielles qui environnent son noyau est à la fois la cause de sa rotation axiale et celle de la création des lunes qui doivent circuler autour d'elle. Ce que le Soleil est en grand avec les planètes, une planète l'est en petit, si elle a une sphère d'attraction un peu étendue ; elle devient le centre d'un système dont les parties sont mises en mouvement par l'attraction du corps central. La planète en formation, en même temps qu'elle appelle de tout son entour les particules matérielles pour se former, transforme tous leurs mouvements de chute en mouvements curvilignes par l'intervention de leurs actions réciproques, et finalement leur donne à toutes une direction commune, pendant que quelques-unes acquièrent la pondération nécessaire pour le libre mouvement en cercle, et par cette même influence se rapprochent d'une surface commune. C'est dans cet espace que, à la façon des planètes principales autour du Soleil, les lunes se forment autour de la planète, si toutefois l'étendue de l'attraction de cet astre produit les conditions favorables à leur naissance. Tout ce que nous avons dit ailleurs de l'origine du système solaire peut se répéter également bien des systèmes de Saturne et de Jupiter. Les satellites dirigeront tous leurs courses dans un même sens et à fort peu près dans un même plan, et cela pour les mêmes motifs qui déterminent cette loi des mouvements du grand système. Mais pourquoi ces satellites, dans leur mouvement d'ensemble, se dirigent-ils plutôt du côté où marchent les planètes, que dans le sens opposé ? Leur révolution n'a rien à voir avec le mouvement orbital de la planète ; elle reconnaît exclusivement pour cause l'attraction de la planète ; et, par rapport à celle-ci, toutes les directions semblent indifférentes ; c'est un simple hasard qui

décide, parmi toutes les directions possibles, celle que prendra la particule qui tombe. En fait, la circulation de la planète principale ne peut rien pour imprimer un mouvement de révolution autour d'elle à la matière dont doivent se former les satellites. Toutes les particules qui entourent la planète sont entraînées d'un même mouvement avec elle autour du Soleil, et sont donc par rapport à elle en repos relatif. C'est l'attraction seule de la planète qui fait tout. Mais le mouvement de révolution qui doit en résulter, par cela même qu'il est en soi indifférent à toutes les directions, ne demande que la plus légère impulsion pour se déterminer dans une direction plutôt que dans une autre. Et cette légère impulsion lui est donnée par la rencontre des particules élémentaires qui circulent autour du Soleil, mais avec plus de vitesse, et qui entrent dans la sphère d'attraction de la planète. Celle-ci, en effet, force les particules plus voisines du Soleil, qui circulent avec une vitesse linéaire plus grande, à quitter déjà de loin la direction de leur route et à s'élever au-dessus de la planète par une sinuosité allongée. Ces particules, qui possèdent un plus grand degré de vitesse que la planète elle-même, lorsqu'elles sont amenées à tomber par son attraction, donnent à leur chute rectiligne, et en même temps à la chute des autres, une déviation de l'ouest vers l'est ; et il suffit de cette légère inflexion pour faire que le mouvement curviligne dans lequel se résout la chute produite par l'attraction prenne plutôt cette direction que toute autre. Par ces motifs, toutes les lunes ont un mouvement concordant avec celui de la circulation des planètes. En même temps les plans de leurs orbites ne peuvent s'écarter beaucoup du plan des orbites planétaires, puisque les mêmes raisons qui déterminent la direction du mouvement de la matière dont se forment ces satellites assignent aussi à ce mouvement des limites étroites et le forcent à s'exécuter dans le plan principal.

On voit clairement par ces considérations quelles sont les conditions dans lesquelles une planète peut acquérir des satellites. Sa force d'attraction doit être grande, et par suite sa sphère d'action doit s'étendre au loin, pour que d'une part les particules tombent d'assez haut sur la planète et acquièrent une vitesse suffisante pour circuler librement malgré la perte de mouvement résultant de la résistance du milieu ; et pour que d'autre part il y ait dans cette sphère assez de matériaux pour constituer une lune, double condition à laquelle une puissance d'attraction trop faible ne pourrait satisfaire. Aussi ce ne sont que les planètes douées d'une grande masse et suffisamment éloignées du Soleil qui

possèdent des satellites. Jupiter et Saturne, les deux plus grosses et les deux plus lointaines des planètes, ont le plus grand nombre de lunes. La Terre, beaucoup plus petite, n'en a qu'une en partage ; et Mars qui, en raison de sa distance, aurait quelque droit à une semblable faveur, en est privé en raison de la petitesse de sa masse.

C'est un véritable plaisir de voir comment cette même attraction de la planète, qui a fourni les matériaux pour la formation des satellites, et en a en même temps déterminé les mouvements, étend ensuite son influence jusqu'au corps même de cette planète, et par le même mécanisme qui lui a donné naissance, lui communique une rotation autour d'un axe, dans le sens général de l'ouest à l'est. Les particules de la matière qui tombent vers le noyau ont reçu, nous l'avons dit, un mouvement commun de rotation de l'ouest à l'est ; elles tombent en majeure partie sur la surface de la planète dont elles accroissent le noyau, parce qu'elles n'ont pas le degré exact de vitesse qu'il leur faudrait pour circuler librement sur des orbites. Après s'être incorporées ainsi à la masse de la planète, elles continuent nécessairement à se mouvoir comme auparavant du même mouvement de rotation et dans la même direction. Et comme tout ce qui précède nous a appris que la multitude des particules que le manque de vitesse force à se précipiter sur le corps central dépasse de beaucoup le nombre de celles qui ont pu acquérir l'exact degré de vitesse nécessaire, on voit aisément pourquoi la rotation des planètes est loin d'atteindre la vitesse qui produirait à leur surface l'équilibre entre le pesanteur et la force centrifuge ; et aussi pourquoi, chez les planètes de grande masse et situées à grande distance, elle est beaucoup plus rapide que chez les planètes petites et voisines du Soleil. En fait, c'est Jupiter qui a la plus grande vitesse de rotation que l'on connaisse ; et je ne vois pas par quel système on pourrait accorder cette vitesse avec une masse qui dépasse celle de toutes les autres planètes, si l'on ne regardait son mouvement comme un effet de l'attraction même qu'exerce cet astre en raison de celle énorme masse de son noyau. Si la rotation axiale était l'effet d'une cause extérieure, Mars devrait tourner plus vite que Jupiter ; car la même force motrice imprime un mouvement plus rapide à un petit corps qu'à un gros ; et surtout on s'étonnerait à bon droit de voir, quand tous les mouvements se ralentissent à mesure que la distance augmente, la vitesse de rotation croître au contraire avec cette distance, et atteindre pour Jupiter une valeur deux fois et demie plus grande que celle de son mouvement annuel.

Cette nécessité de reconnaître, dans la rotation diurne des planètes, la même cause qui est la source de tous les mouvements naturels, l'attraction, me paraît apporter un témoignage considérable en faveur de l'exactitude de notre théorie qui, d'un principe fondamental unique, fait découler si aisément l'explication des faits particuliers.

Mais si la rotation d'un corps résulte de son mode de formation même, toutes les sphères de l'univers doivent tourner sur elles-mêmes. Pourquoi la Lune ne tourne-t-elle pas ? Car si elle semble tourner en ce sens qu'elle présente toujours la même face à la Terre, cette rotation apparente n'est, pour plusieurs astronomes, que l'effet d'un défaut d'équilibre entre ses deux hémisphères. Ne pourrait-elle pas avoir autrefois tourné beaucoup plus vile autour de son axe, puis je ne sais quelles causes seraient intervenues, qui auraient réduit peu à peu son mouvement à ce faible reste que nous percevons aujourd'hui ! Si l'on peut résoudre ce problème pour une seule des planètes, l'application s'en fera d'elle-même à toutes les autres. Je réserve cette solution pour une autre occasion, parce que le problème a une connexion étroite avec celui que l'Académie des Sciences de Berlin a proposé comme sujet de prix pour 1754 ^[19].

La théorie qui explique la rotation des planètes, doit pouvoir aussi déduire des mêmes principes la cause de l'inclinaison de l'axe sur le plan de l'orbite. Il y a lieu de s'étonner de ce que l'équateur du mouvement diurne n'est pas toujours dans le plan des orbites des satellites de la planète ; car c'est le même mouvement qui a déterminé la circulation des satellites, qui a produit aussi la rotation de la planète, et il n'a pu que lui donner la même direction et la même situation. Les astres qui n'ont pas de compagnons n'en ont pas moins reçu leur mouvement de rotation de ce même mouvement des particules qui ont servi à les former ; or ce mouvement était soumis à la loi qui a forcé les orbites des planètes à se tenir dans un même plan : le plan de rotation devrait donc, pour les mêmes raisons, coïncider avec le plan de l'orbite. En conséquence, les axes de toutes les planètes devraient être perpendiculaires au plan principal du système planétaire, qui ne s'écarte pas beaucoup du plan de l'écliptique. En fait, cette perpendicularité n'existe que pour les deux corps les plus importants, Jupiter et le Soleil ; chez toutes les autres planètes dont la rotation est connue, l'axe est plus ou moins incliné sur le plan de l'orbite, Saturne plus que toutes les autres, la Terre plus

que Mars, dont l'axe est presque perpendiculaire à l'écliptique. L'équateur de Saturne, autant qu'on peut le croire d'après la position de son anneau, est incliné de 31° sur le plan de l'orbite ; celui de la Terre de $22^{\circ}30'$. On doit peut-être attribuer la cause de cette inclinaison à l'inégalité des mouvements de la matière qui s'est condensée pour former la planète. C'était dans la direction du plan de l'orbite que s'exécutait surtout le mouvement des particules autour du centre de la planète ; et tel était aussi le plan principal, vers lequel se condensaient les particules élémentaires, pour y rendre autant que possible le mouvement circulaire, et pour y amasser les matériaux de la formation des satellites, qui, pour cette raison, ne peuvent jamais s'écarter beaucoup du plan de l'orbite. Si la planète s'était formée en majeure partie de ces seules particules, son plan de rotation, pas plus que celui des satellites, ne se serait jamais écarté beaucoup à l'origine du plan de l'orbite. Mais il entraînait aussi dans sa masse, comme l'a montré la théorie, un nombre considérable de particules qui se précipitaient les unes au-dessus, les autres au-dessous de ce plan ; et ni les quantités ni les vitesses de ces particules n'ont pu être si exactement pondérées, que l'un des hémisphères n'ait pas reçu un léger excès de vitesse, et de là a pu résulter une déviation de l'axe de rotation.

Malgré ces motifs, je ne présente cette explication que comme une conjecture que je me garderais bien d'affirmer. Voici l'opinion que je crois la plus probable : dans l'état primitif de leur première condensation, la rotation des planètes autour de leur axe se faisait presque exactement dans le plan de l'orbite ; puis des causes sont intervenues qui ont écarté l'axe de sa première direction. Un astre, qui passe de son état fluide primitif à l'état solide, subit nécessairement un changement notable dans la régularité de sa surface, au moment de sa complète transformation. Cette surface est déjà solidifiée et durcie, à une époque où les matériaux plus profondément situés ne se sont pas encore ordonnés suivant la loi de leur pesanteur spécifique. Les espèces plus légères qui se trouvaient entremêlées avec le noyau, après s'en être séparées, finissent par arriver au-dessous de l'écorce, et produisent de grandes cavités, qui, pour des raisons qu'il serait trop long de développer ici, sont surtout vastes et nombreuses sous l'équateur ou dans son voisinage ; et l'écorce finit par s'y précipiter, produisant ainsi des vallées et des montagnes. Dès que ces cataclysmes, dont l'action est évidente sur la Terre, sur la Lune et sur Vénus, ont eu produit les inégalités de la surface, il en est résulté une rupture de l'équilibre par rapport à l'axe de rotation.

Toute masse surgissante de quelque importance, qui ne trouvait pas sa force vive de rotation compensée de l'autre côté par une autre masse semblable, devait aussitôt faire varier l'axe de rotation et tendre à l'amener à une position telle que les matériaux fussent de nouveau en équilibre autour de lui. Ainsi cette cause même, qui, au moment du complet achèvement d'un astre, a dénivélé sa surface et lui a imposé ses inégalités, cette cause générale, dont nous voyons les effets dans tous les astres dont la lunette nous permet d'apercevoir les détails, a mis ces astres dans la nécessité de changer quelque peu la position primitive de leur axe de rotation. Les inégalités de la surface se montrent surtout, comme nous l'avons remarqué plus haut, au voisinage de l'équateur d'une sphère en rotation ; aux pôles elles s'annulent à peu près ; je me réserve d'en dire les raisons dans une autre occasion. On doit donc s'attendre à rencontrer au voisinage du cercle de l'équateur le plus grand nombre des masses soulevées au-dessus du niveau primitif ; et comme ces masses tendent à se rapprocher de l'équateur par l'excès de leur force de projection, ce sont elles surtout qui auront pour effet d'altérer de quelques degrés la perpendicularité primitive de l'axe sur le plan de l'orbite. En conséquence, un astre qui n'a pas encore subi toutes ses transformations conserve la perpendicularité de son axe sur le plan de son orbite, mais il la perdra peut-être dans la suite des âges. Jupiter paraît être encore dans cet état primitif. La prépondérance de sa masse et sa grosseur, la légèreté de sa substance, ont reculé pour lui de plusieurs siècles le moment de la solidification de ses matériaux. Peut-être l'intérieur de son noyau est-il encore en mouvement, pour distribuer les divers éléments dont il se compose suivant leur ordre de densité et, par la séparation des espèces plus légères et des plus lourdes, arriver enfin à l'état de solidité. Dans de pareilles conditions, aucun repos ne peut encore exister sur sa surface. Il n'y règne que bouleversements et ruines. La lunette même nous l'a montré. La figure de cette planète se transforme incessamment, tandis que la Lune, Vénus, la Terre, conservent toujours le même aspect. Il est certainement bien permis de penser que le complet achèvement de la période de formation est retardé de plusieurs siècles chez un astre dont le volume dépasse plus de vingt mille fois celui de notre Terre et dont la densité n'est pas le quart de celle de cette planète. Quand sa surface aura atteint son état de repos, on y verra certainement surgir des inégalités bien plus hautes que celles qui couvrent la Terre, et celles-ci, unies à la

rapidité de la rotation, auront bien vite amené son axe à la position définitive qu'exigera le nouvel équilibre des forces.

Saturne, qui est trois fois plus petit que Jupiter, a pu peut-être, en raison de son plus grand éloignement, devancer celui-ci dans la série de ses transformations ; tout au moins sa rotation axiale beaucoup plus rapide, et la grandeur du rapport de la force centrifuge à la pesanteur à sa surface (qui sera expliquée dans le Chapitre suivant) ont dû produire cet effet, que les inégalités énormes produites par ces causes sur sa surface ont rapidement déterminé la rupture de l'équilibre, et par suite un déplacement de l'axe. Je reconnais sans peine que cette partie de mon travail qui regarde la position des axes des planètes est encore incomplète et certainement bien loin de pouvoir être soumise au calcul géométrique. J'aime mieux faire sincèrement cet aveu, plutôt que de chercher à étayer cette portion de ma doctrine sur des subtilités qui compromettraient la solidité de tout l'ensemble. Le Chapitre suivant présentera, au contraire, une véritable confirmation de l'exactitude de l'hypothèse par laquelle j'essaye d'expliquer les mouvements de l'Univers.

V. De l'origine de l'anneau de Saturne ; calcul de la rotation diurne de la planète d'après ses relations avec l'anneau

En raison de la formation systématique de l'Univers, ses diverses parties se relient les unes aux autres par une variation graduelle de leurs caractères ; et l'on peut supposer qu'une planète qui se trouverait dans les régions les plus extérieures du monde devrait avoir précisément les caractères par lesquels devrait passer la comète la plus voisine pour devenir une planète par la diminution de son excentricité. Nous considérerons donc Saturne comme ayant, à l'origine, décrit un certain nombre de révolutions dans une orbite très excentrique, à la manière d'une comète, et

s'étant ensuite rapproché peu à peu du mouvement circulaire ^[20]. La chaleur qu'il s'incorporait à son périhélie soulevait au-dessus de sa surface la substance légère, qui, nous l'avons vu dans les chapitres précédents, est dans les astres supérieurs d'une ténuité extrême et se laisse volatiliser au moindre degré de chaleur. Cependant, lorsque la planète, après un certain nombre de révolutions, a eu atteint la distance à laquelle elle se meut aujourd'hui, elle a perdu successivement son excès de chaleur dans cette région d'un climat très tempéré ; et les vapeurs qui s'élevaient continuellement de sa surface ont cessé peu à peu de s'épandre jusqu'à lui former une queue. A partir de ce moment, elles cessèrent de monter avec autant d'abondance pour accroître l'atmosphère déjà existante ; enfin la masse vaporeuse, pour des raisons que nous allons exposer, continua de tourner autour de la planète et lui conserva, sous la forme d'un anneau persistant, un signe de sa nature cométaire primitive, pendant que le noyau exhalait peu à peu sa chaleur et se transformait en une planète entourée d'un air calme et pur. Nous allons maintenant dévoiler le

mode mystérieux qui a pu conserver à l'astre son atmosphère de vapeur, en transformant cette masse sphérique en un anneau libre de toute attache avec le corps de la planète. Je suppose que Saturne possédait un mouvement de rotation autour d'un axe, et rien que cela me suffit pour expliquer le mystère. Aucun autre mécanisme n'a eu à intervenir pour produire, comme conséquence mécanique immédiate, le phénomène en question ; et j'ose affirmer que, dans toute la nature, peu de phénomènes peuvent être ramenés à une origine aussi facile à comprendre que celle qui a fait sortir cette merveille du Ciel de l'état brut de la première formation.

Les vapeurs qui s'élevaient de la surface de Saturne conservaient leur mouvement propre et continuaient à circuler librement, à la hauteur où elles étaient montées, avec la vitesse qu'elles avaient acquise comme parties intégrantes de sa surface dans leur rotation autour de son axe. Les particules qui s'élevaient au voisinage de l'équateur de la planète devaient posséder les mouvements les plus rapides ; les autres, des mouvements d'autant plus lents que la latitude des points d'où elles étaient parties était plus élevée. Le rapport des densités réglait les hauteurs auxquelles s'élevaient ces particules. Mais seules ces particules pouvaient se maintenir en mouvement circulaire libre et constant, qui étaient soumises, en raison de leur distance à l'axe, à une attraction capable d'équilibrer la force centrifuge résultant de leur rotation autour de l'axe. Les autres, pour lesquelles ce rapport exact n'existait pas, ou s'éloignaient de la planète en vertu de leur excès de vitesse, ou retombaient sur elle si leur vitesse se trouvait en défaut. Les particules, disséminées dans toute l'étendue de la sphère de vapeur, devaient dans leur révolution, en vertu de la loi des forces centrales, venir couper dans un sens ou dans l'autre le plan de l'équateur prolongé de la planète, et, se rencontrant dans ce plan en venant de l'un ou l'autre hémisphère, elles s'y arrêtaient réciproquement et s'y accumulaient. Et comme je suppose que ces vapeurs étaient les dernières qu'émettait la planète pendant son refroidissement, toute la matière vaporeuse a dû se réunir dans un espace resserré au voisinage de ce plan et laisser vides les espaces situés de part et d'autre. Après cette transformation, toute cette matière continue à se mouvoir librement dans des orbites circulaires concentriques. C'est ainsi que l'atmosphère vaporeuse échange sa forme première de sphère pleine contre celle d'un disque plat qui coïncide avec l'équateur de Saturne. Puis ce disque, sous l'action des mêmes causes mécaniques, prend enfin la forme

d'un anneau. Le bord externe de cet anneau est déterminé par la puissance de l'action des rayons solaires, sous l'influence de laquelle les molécules gazeuses se sont disséminées en s'éloignant du centre de la planète, exactement comme elle agit sur les comètes et détermine la limite extérieure de leur atmosphère. Le bord intérieur de l'anneau en formation est déterminé par la grandeur de la vitesse équatoriale de la planète. C'est en effet à la distance de son centre où cette vitesse fait équilibre à l'attraction, que se trouve le point le plus rapproché, où des particules parties de sa surface peuvent décrire des cercles en vertu de la vitesse propre dont les a douées la rotation. Les particules plus rapprochées, qui auraient besoin pour un tel mouvement d'une vitesse propre plus grande que celle que possède et peut leur communiquer l'équateur même de la planète, décrivent des orbites excentriques, qui se croisent les unes les autres et détruisent réciproquement leurs mouvements, si bien que finalement elles retombent sur la planète d'où elles étaient parties.

Nous voyons ainsi ce merveilleux phénomène, dont le spectacle a constamment, depuis sa découverte, plongé les astronomes dans l'admiration, mais dont jamais personne n'a pu nourrir l'espoir de découvrir la cause, résulter d'actions mécaniques très simples sans l'intervention d'aucune hypothèse. Ce qui s'est produit pour Saturne se reproduirait avec la même régularité, on le voit aisément, pour toute comète qui serait animée d'une vitesse de rotation suffisante, si elle se trouvait maintenue à une distance constante du Soleil, où son noyau se refroidirait peu à peu. La nature, par la seule action de ses forces livrées à elles-mêmes, sait faire sortir du chaos même de merveilleux développements ; et la formation qui en résulte apporte, par ses propriétés, un si magnifique concours au bien-être général de la créature, qu'elle force de reconnaître avec une certitude indéniable, dans les lois éternelles et immuables de ses propriétés essentielles, l'intervention de l'Être suprême, dont elles dépendent toutes et qui les fait toutes travailler de concert à l'harmonie de l'Univers. Saturne tire certainement de grands avantages de l'existence de son anneau ; celui-ci prolonge son jour et, avec le concours de ses lunes nombreuses, il éclaire ses nuits d'un tel éclat qu'on doit aisément y oublier l'absence du Soleil. Mais faut-il pour cela nier que le développement général de la matière suivant des lois mécaniques, sans l'intervention d'autres motifs déterminants que ses propriétés naturelles, ait pu aboutir à un état de choses qui présente de si grands avantages pour la créature raisonnable ?

Tous les êtres sans exception dépendent d'une seule cause, qui est l'intelligence de Dieu ; leurs actions réciproques ne peuvent donc aboutir à d'autres conséquences que celles qui concourent à l'exécution du plan parfait tracé originellement dans la pensée divine.

Nous allons maintenant calculer la durée de la rotation axiale de Saturne, d'après les relations qu'il a avec son anneau en raison du mode de formation que nous attribuons à celui-ci. Puisque le mouvement des éléments de l'anneau a été tout entier emprunté au mouvement de rotation de la planète, à l'époque où ils faisaient partie de sa surface, la plus grande vitesse qu'ils puissent avoir est la plus grande vitesse qui existe sur la surface de Saturne ; en d'autres termes, la vitesse linéaire avec laquelle circulent les particules du bord intérieur de l'anneau est la même que la vitesse d'un point de l'équateur de la planète. Or on peut aisément trouver la valeur de la première en la déduisant de la vitesse d'un des satellites de Saturne, d'après la loi du rapport des racines carrées des distances au centre. La valeur ainsi trouvée pour la vitesse donne immédiatement la durée de la rotation de Saturne autour de son axe : *elle est de six heures vingt-trois minutes cinquante-trois secondes*. Ce calcul mathématique du mouvement inconnu d'un astre, qui est peut-être la seule prédiction de son espèce dans les sciences naturelles, attend sa confirmation des observations de l'avenir. Les lunettes connues jusqu'à ce jour ne grossissent pas assez Saturne, pour que l'on puisse découvrir sur sa surface les taches qu'on peut supposer y exister, et déduire de leur déplacement la durée de sa rotation. Mais les lunettes n'ont sans doute pas encore atteint le degré de perfection que l'on est en droit d'espérer, et que semblent nous promettre le zèle et l'habileté des artistes. Si l'on parvenait un jour à vérifier par l'observation directe l'exactitude de nos conjectures, quelle certitude acquerrait notre théorie de Saturne, et quelle ne deviendrait pas la vraisemblance de tout notre système, qui repose sur les mêmes principes ! La durée de la rotation diurne de Saturne permet aussi de calculer le rapport de la force centrifuge à la pesanteur à l'équateur : il est celui de 20 à 32. La pesanteur ne dépasse donc la force centrifuge que des $\frac{3}{5}$ de celle-ci. Un tel rapport entraîne nécessairement une différence très considérable entre les diamètres de la planète ; cette différence devrait même être si grande qu'elle devrait frapper immédiatement l'observateur armé seulement d'une lunette d'un faible pouvoir grossissant. Or c'est ce qui n'est pas, et la théorie semble ici en échec. Un examen plus

approfondi lève entièrement la difficulté. D'après l'hypothèse de Huygens, qui suppose que la pesanteur dans l'intérieur d'une planète est partout la même, la différence des diamètres est au diamètre de l'équateur dans un rapport deux fois moindre que celui de la force centrifuge à la pesanteur au pôle ; par exemple, sur la Terre ce dernier rapport est $1/289$; dans l'hypothèse de Huygens, le diamètre équatorial de la Terre doit être plus grand de $1/578$ que l'axe polaire. La cause en est celle-ci : puisque la pesanteur dans l'intérieur du globe est, d'après l'hypothèse, la même à toute distance du centre qu'à la surface, tandis que la force centrifuge décroît avec la distance au centre, celle-ci non seulement n'est pas partout $1/289$ de la pesanteur, mais encore la diminution totale du poids d'une colonne liquide située dans le plan de l'équateur n'est pas $1/289$, elle n'en est que la moitié ou $1/578$. Au contraire, dans l'hypothèse de Newton, la force centrifuge produite par la rotation conserve dans tout le plan de l'équateur le même rapport avec la pesanteur en chaque point, puisque cette dernière dans l'intérieur du globe, où l'on suppose la densité partout la même, décroît dans le même rapport que la force centrifuge avec la distance au centre ; celle-ci est donc toujours $1/289$ de la pesanteur. Il en résulte une diminution de poids de la colonne liquide située dans le plan de l'équateur, et aussi une surélévation de cette colonne de $1/289$; et cette différence des diamètres est encore accrue, dans cette manière de voir, par cette circonstance que le raccourcissement de l'axe polaire entraîne un rapprochement vers le centre, par suite un accroissement de la pesanteur, tandis que l'augmentation du diamètre équatorial éloigne les particules du centre et produit une diminution de la pesanteur ; et pour ce motif, l'aplatissement du sphéroïde de Newton est accru et la différence des diamètres s'élève de $1/289$ à $1/230$.

Pour ces raisons, les diamètres de Saturne devraient être l'un à l'autre dans un rapport plus grand que celui de 20 à 32 ; ils devraient atteindre presque la proportion de 1 à 2. Une différence aussi grande n'échapperait pas à l'observation, quelque petit que Saturne puisse paraître dans la lunette. Mais la seule conclusion à tirer de tout ceci, c'est que l'hypothèse d'une densité uniforme, qui pour la Terre paraît être assez exacte, s'écarte complètement de la vérité pour Saturne. Et ceci n'a rien que de très vraisemblable pour une planète dont le noyau est formé en majeure partie de substances très légères ; d'où il est résulté une plus grande facilité pour les éléments plus lourds de descendre vers le centre en raison

de leur poids, avant le commencement de la période de solidification, que chez ces astres dont la matière plus dense a retardé le dépôt des matériaux et s'est solidifiée avant que la précipitation se soit produite. Si donc nous supposons que, dans Saturne, la densité des couches intérieures croît à mesure qu'elles se rapprochent du centre, la pesanteur ne diminue plus dans le même rapport ; l'augmentation de densité fait plus que compenser la diminution de gravité résultant de ce que les couches situées au-

dessus du point que l'on considère n'ont point d'action sur lui ^[21]. Si cette densité prépondérante des matériaux profonds est très considérable, en vertu des lois de l'attraction, elle transforme la pesanteur qui décroîtrait en s'approchant du centre en une force à fort peu près constante et uniforme, et par suite fait que le rapport des diamètres se rapproche beaucoup de ce que voudrait l'hypothèse de Huygens, c'est-à-dire de la moitié du rapport de la force centrifuge et de la pesanteur. En conséquence, comme ce rapport est ici de 2 à 3, la différence des diamètres de la planète ne sera pas $1/3$, mais $1/6$ du diamètre équatorial. Et cette différence pourra ne pas être visible, parce que Saturne, dont l'axe fait toujours un angle de 31° avec le plan de l'orbite, ne nous présente jamais cet axe debout sur son équateur, comme le fait Jupiter ; ce qui réduit encore la différence à peu près du tiers. Dans ces conditions, il est aisé de comprendre que, sur une planète aussi éloignée de nous, la forme aplatie du globe ne soit pas aussi évidente qu'on le pourrait croire. Cependant l'Astronomie, qui ne cesse de perfectionner ses moyens d'observation, parviendra peut-être un jour, si je ne me flatte trop, à mettre en évidence, à l'aide de ses puissants instruments, cette curieuse particularité de Saturne.

Ce que je viens de dire de la forme de cette planète conduit à une remarque générale concernant la théorie du Ciel. Jupiter, sur lequel, d'après un calcul exact, le rapport de la pesanteur à la force centrifuge à l'équateur est au moins celui de $9 \frac{1}{4}$ à l'unité, devrait, si son globe avait partout la même densité, montrer, suivant la théorie de Newton, une différence plus grande que $1/9$ entre son axe et son diamètre équatorial. Cependant Cassini n'a trouvé que $1/16$, Pond $1/12$, et parfois $1/14$, et toutes les différentes déterminations s'accordent, malgré la difficulté de l'observation, à donner une valeur beaucoup plus petite que celle qui devrait résulter du système de Newton ou plutôt de son hypothèse d'une densité uniforme. Mais si alors on abandonne cette supposition

d'une densité uniforme qui donne lieu à un aussi grand écart entre la théorie et l'observation, pour l'hypothèse bien plus vraisemblable d'une densité croissante vers le centre du globe, on peut non seulement rendre compte du résultat observé sur Jupiter, mais comprendre aussi la cause d'un aplatissement moindre du globe sphéroïdal de Saturne, planète bien plus difficile à mesurer.

Le mode de formation de l'anneau de Saturne nous a permis de nous hasarder à calculer à l'avance la durée de la rotation de la planète, que les lunettes n'ont pu encore découvrir. On me permettra d'ajouter à cette épreuve d'une prédiction physique à laquelle j'ose soumettre ma théorie celle d'une autre prévision sur la même planète, qui doit aussi attendre sa confirmation du perfectionnement des instruments dans les temps à venir.

D'après la supposition que l'anneau de Saturne est un amas des particules qui, après s'être élevées à l'état de vapeur de la surface de la planète, se sont mises à tourner dans des orbites circulaires en vertu de la vitesse que leur avait communiquée la rotation et qu'elles conservaient, ces particules ne peuvent avoir, à toutes les distances du centre, la même durée de révolution périodique. Ces durées doivent être entre elles comme les racines carrées des cubes des distances, si les particules obéissent aux lois des forces centrales. Or, dans cette hypothèse, le temps dans lequel tournent les particules du bord intérieur est d'environ dix heures, et le temps de la révolution de celles du bord extérieur est de quinze heures d'après le calcul ; en d'autres termes, pendant que les parties les plus basses de l'anneau font trois tours, les parties les plus élevées n'en font que deux. Mais, quelque faible qu'on suppose la résistance qu'offrent mutuellement à leurs mouvements les particules situées dans le plan de l'anneau, par suite de leur grande dispersion, il est vraisemblable que le retard des points les plus éloignés ralentit peu à peu, à chaque révolution, le mouvement plus rapide des points inférieurs, tandis que ceux-ci au contraire communiquent aux autres une partie de leur vitesse ; et si rien ne venait interrompre cet échange, il durerait jusqu'à ce que toutes les parties de l'anneau, les plus basses comme les plus hautes, fissent leur tour dans le même temps et fussent amenées à l'état de repos relatif, où elles n'exerceraient plus aucune action les unes sur les autres. Mais un tel état final, s'il pouvait être atteint, entraînerait la destruction de l'anneau ; car, si l'on prend le milieu du plan de l'anneau, et si l'on suppose que le mouvement y reste ce qu'il était et ce qu'il doit être pour permettre la libre révolution

dans un cercle, les particules inférieures, se trouvant ralenties, ne pourraient continuer à graviter à la distance du centre où elles sont placées, mais s'entrecroiseraient sur des orbites obliques et excentriques ; tandis que les particules plus éloignées, recevant une vitesse plus grande que celle qui convient à leur distance, s'éloigneraient du Soleil plus que ne le veut l'action solaire qui limite le bord extérieur de l'anneau ; cette action les disperserait donc derrière la planète et les entraînerait au loin.

Un tel désordre n'est pas à redouter. Le mécanisme du mouvement générateur de l'anneau introduit une condition, grâce à laquelle les causes mêmes qui semblaient devoir amener la destruction de l'anneau en assurent la stabilité. C'est qu'il se subdivise en un certain nombre de bandes circulaires concentriques, qui, en raison des intervalles qui les séparent, n'ont plus rien de commun les unes avec les autres. Car, puisque les particules qui circulent sur le bord intérieur de l'anneau tendent à accélérer le mouvement des particules plus élevées et ralentissent leur propre mouvement, l'augmentation de vitesse produit chez ces dernières un excès de force centrifuge qui les éloigne de la position où elles se mouvaient. Mais si l'on suppose que, en même temps qu'elles tendent ainsi à se séparer des régions plus basses de l'anneau, elles ont à vaincre une certaine cohésion, qui ne peut être absolument insignifiante quoiqu'il s'agisse de véritables vapeurs, l'accroissement de la vitesse s'efforcera bien de vaincre cette cohésion, mais ne la vaincra pas tant que l'excès de force centrifuge qu'il développe dans un temps de révolution égal à celui des particules les plus basses, sur la force centrale qui convient à leur position, ne dépassera pas cette cohésion. Et pour cette raison, la cohérence doit subsister dans une certaine largeur d'une bande de l'anneau, toutes les parties de cette bande tournant dans le même temps, malgré la tendance des particules les plus élevées à se séparer des plus basses. Mais la largeur n'en peut être grande ; en effet, la vitesse de ces particules qui ont même période de révolution croît avec la distance et devient ainsi plus grande qu'elle ne devrait être d'après la loi des forces centrales ; par suite ces particules doivent se séparer dès que leur vitesse a dépassé la limite où elle fait équilibre à leur cohésion, et doivent prendre une distance proportionnée à l'excès de la force centrifuge sur la force d'attraction. C'est ainsi qu'est déterminé l'intervalle qui sépare la première bande de l'anneau de la suivante ; et de la même manière le mouvement ralenti des particules supérieures produit le second anneau concentrique, grâce au mouvement plus rapide des

particules inférieures et à leur cohérence ; puis vient un troisième anneau séparé par un intervalle convenable. On pourrait calculer le nombre de ces bandes circulaires et les largeurs des intervalles qui les séparent, si l'on connaissait la grandeur de la cohésion qui relie les particules les unes aux autres. Mais nous pouvons nous contenter d'avoir deviné la constitution très vraisemblable de l'anneau de Saturne, qui en empêche la destruction et le maintient par le libre mouvement de chacune de ses parties.

Je présente cette conception avec un réel plaisir, parce que j'ai le ferme espoir de la voir confirmée un jour par des observations effectives. Il nous est venu de Londres, il y a quelques années, qu'en observant Saturne avec un télescope de Newton perfectionné par M. Bradley, on avait cru voir que son anneau était en réalité la réunion de plusieurs anneaux concentriques séparés par des intervalles vides. La nouvelle n'a pas été confirmée

depuis [\[22\]](#). Les instruments d'optique ont ouvert à l'esprit humain la connaissance des régions les plus éloignées de l'Univers. C'est de leur perfectionnement surtout que dépendent les progrès qu'on pourra faire dans cette voie ; l'attention que notre siècle apporte à tout ce qui peut accroître la portée de la vue de l'homme permet d'espérer qu'elle se tournera surtout d'un côté qui lui promet les plus importantes découvertes.

Mais si Saturne a été assez heureux pour se construire un anneau, pourquoi aucune autre planète n'a-t-elle eu le même avantage ? La raison en est claire. Comme un anneau doit résulter des matières vaporeuses qu'une planète exhale pendant sa période de formation, et comme la rotation doit leur donner l'impulsion qui continuera à les faire mouvoir lorsqu'elles auront atteint la hauteur où cette vitesse acquise contrebalancera exactement la gravitation vers la planète, il est facile de déterminer par le calcul la hauteur à laquelle les vapeurs doivent s'élever au-dessus de la surface pour décrire des orbites circulaires avec la vitesse équatoriale de la planète, dès que l'on connaît le diamètre de la planète, la durée de sa rotation et la pesanteur à sa surface. D'après les lois du mouvement central, la distance d'un corps qui tourne en cercle autour d'une planète avec une vitesse égale à la vitesse équatoriale de celle-ci est au rayon de la planète comme la force centrifuge à l'équateur est à la pesanteur. D'après cela, la distance du bord intérieur de l'anneau de Saturne est 8, si l'on prend le rayon égal à 5, le rapport de ces deux nombres étant celui de 32 à 20, qui, comme nous l'avons déjà remarqué, exprime la

proportion entre la pesanteur et la force centrifuge à l'équateur. Pour la même raison, si l'on supposait que Jupiter pût avoir un anneau formé de la même manière, le diamètre intérieur de cet anneau dépasserait dix fois le rayon du globe de la planète, ce qui le placerait exactement à la distance où circule le satellite le plus extérieur ; il faut ajouter à cette première impossibilité celle qui résulte de ce que les exhalaisons d'une planète ne peuvent s'étendre à une aussi grande distance de sa surface. Si l'on veut savoir pourquoi la Terre n'a point d'anneau, on trouvera la réponse dans la grandeur du rayon qu'aurait dû avoir son bord intérieur, 289 rayons terrestres. Dans les planètes à rotation lente, la production d'un anneau devient bien plus impossible ; il n'est donc qu'un seul cas où une planète puisse acquérir un anneau de la manière que nous avons expliquée, et c'est celui de la planète qui seule en possède effectivement un ; il me semble ressortir de là une éclatante confirmation de l'exactitude de notre explication.

Mais ce qui me confirme encore plus dans l'idée que l'anneau qui entoure Saturne ne s'est pas formé par le mode général qui a dominé dans tout le système planétaire et a donné à Saturne lui-même ses satellites, que ce n'est point la matière extérieure qui en a fourni les éléments, mais qu'il est une création de la planète même, qui a exhalé ses parties les plus volatiles sous l'action de la chaleur, et leur a communiqué par sa rotation l'impulsion nécessaire pour graviter autour d'elle : c'est que l'anneau n'est pas situé comme les autres satellites de la planète, et d'une manière générale comme tous les corps circulants qui accompagnent une planète principale, dans le plan fondamental des mouvements planétaires. Il s'en écarte au contraire beaucoup, et c'est là une preuve certaine que cet anneau n'a pas été formé de la matière élémentaire générale, qu'il n'a pas emprunté son mouvement à la chute de cette matière ; qu'il s'est au contraire élevé de la planète elle-même, déjà très avancée dans sa formation, et que c'est à la force d'impulsion qu'il en a reçue lorsqu'il en faisait partie qu'il doit de conserver, après sa séparation, un mouvement et une direction en relation avec la rotation axiale de la planète ^[23].

Le plaisir d'avoir compris et expliqué les conditions d'existence et le mode de formation d'un des phénomènes les plus rares du Ciel nous a entraînés dans des développements un peu longs. Je demande encore à la bienveillance de mes aimables lecteurs de me suivre dans une digression, puis, après nous être laissés aller au dévergondage de notre imagination, nous reviendrons avec

d'autant plus de précautions et de soins dans le domaine de la réalité.

Ne pourrait-on pas se figurer que la Terre a autrefois possédé un anneau tout comme Saturne ? Cet anneau se serait élevé de sa surface, comme celui de Saturne, et se serait conservé longtemps, pendant que la Terre passait, pour une cause inconnue, d'une rotation beaucoup plus rapide à sa vitesse actuelle ; ou bien sa formation pourrait être attribuée à la matière primitive qui l'aurait construit suivant les règles générales que nous avons exposées ; car il ne faut pas être trop rigoureux, quand il s'agit de satisfaire notre amour du merveilleux. Mais quelles ne seraient pas les conséquences et les développements à faire sortir d'une pareille idée : un anneau autour de la Terre ! Quel magnifique spectacle pour les êtres créés en vue d'habiter la Terre comme un paradis ! quelle foule d'avantages pour ces heureuses créatures, à qui la nature souriait de toutes parts ! Mais ceci n'est rien encore auprès de la confirmation qu'une telle hypothèse peut emprunter au témoignage de l'histoire de la création, confirmation qui ne peut être de peu de poids pour enlever le suffrage des esprits qui ne croient pas dégrader la Révélation, mais bien plutôt lui rendre hommage, lorsqu'ils la font servir à donner une forme aux divagations même de leur imagination. L'eau du firmament, dont parle le récit de Moïse, n'a pas peu embarrassé les commentateurs. Ne pourrait-on pas faire servir l'existence de l'anneau de la Terre à écarter cette difficulté ? Cet anneau était sans aucun doute formé de vapeur d'eau ; qui empêcherait, après l'avoir employé à l'ornement des premiers âges de la création, de le briser à un moment déterminé, pour châtier par un déluge le monde qui s'était rendu indigne d'un si beau spectacle ? Qu'une comète, par son attraction, ait apporté le trouble dans la régularité des mouvements de ses parties ; ou que le refroidissement de l'espace ait condensé ses particules vaporeuses et les ait, par le plus effroyable des cataclysmes, précipitées sur la Terre ; on voit aisément les conséquences de la rupture de l'anneau. Le monde entier se trouva sous l'eau, et dans les vapeurs étrangères et subtiles de cette pluie surnaturelle, il suça ce poison lent, qui raccourcit dès lors la vie de toutes les créatures. En même temps, la figure de cet arc lumineux et pâle avait disparu de l'horizon ; et le monde nouveau, qui ne pouvait se rappeler le souvenir de son apparition, sans ressentir l'effroi de ce terrible instrument de la vengeance céleste, vit peut-être avec non moins de terreur dans la première pluie cet arc coloré qui, par sa forme, semblait

reproduire le premier, et qui pourtant, d'après la promesse du Ciel réconcilié, devait être un signe de pardon et un monument d'assurance de conservation pour la Terre renouvelée. La ressemblance de forme de ce signe commémoratif avec l'événement qu'il rappelle, pourrait recommander une telle hypothèse auprès de ceux qui sont invinciblement portés à relier en un système les merveilles de la Révélation et les lois ordinaires de la Nature. Mais je trouve mieux de sacrifier entièrement les vains applaudissements qu'on pourrait éveiller en signalant de pareilles coïncidences à la satisfaction plus vraie qui ressort de la perception de l'enchaînement régulier des choses, lorsqu'on voit des analogies physiques concourir toutes à mettre en lumière des vérités physiques.

NOTES

Histoire naturelle générale et Théorie du ciel

- [1] Cet ouvrage a été publié à Königsberg chez Joh. Fr. Petersen, en 1755. Kant a reproduit à nouveau ses idées, en 1763, dans un autre écrit : *Der einzig mögliche Beweisgrund zu einer Demonstration des Daseins Gottes*.
- [2] William Herschel, astronome britannique d'origine allemande (1738-1822).
- [3] Voyez *Les Hypothèses cosmogoniques* que nous publions en annexe de notre édition des *œuvres complètes de Kant*. Charles Wolf y fait notamment la comparaison entre l'hypothèse de Kant et celle de Laplace.
- [4] Nous reprenons ici les quelques lignes du traducteur Charles Wolf consacrées à la traduction de cet ouvrage dans la préface de son livre *Les Hypothèses cosmogoniques*.
- [5] Campbell et Swinton. Je n'ai pu trouver aucun renseignement sur cet ouvrage. (*Note du Traducteur.*)
- [6] Le passage de Bradley, que j'ai traduit du texte anglais, est emprunté à un Mémoire intitulé : *A letter to the Right honourable George, Earl of Macclesfield, concerning an apparent motion observed in some of the fixed stars* (*Philosophical Transactions*, vol. XLV, p. 39 à 41 ; 1748. C'est dans cette lettre que Bradley fait connaître la découverte de la nutation ». (*Note du Traducteur*).
- [7] N'ayant pas ce Mémoire sous la main, j'insère ici ce qui a trait à mon sujet d'après une citation des *Ouvrages divers de M. de Maupertuis* dans les *Acta eruditorum*, 1745.
- « Le premier phénomène est celui de ces *taches brillantes* du ciel, que l'on nomme *nébuleuses*, et qui ont été considérées comme des amas de petites étoiles. Mais les astronomes, à l'aide de meilleures lunettes, ne les ont vues que comme de grandes aires ovales, lumineuses, ou d'une lumière plus claire que le reste du ciel. Huygens en a rencontré d'abord une dans Orion ; Halley, dans les *Philosophical Transactions*, signale six de ces nébulosités, dont la première est dans l'épée d'Orion ; la deuxième dans le Sagittaire ; la troisième dans le Centaure ; la quatrième devant le pied droit d'Antinous ; la cinquième dans Hercule, et la sixième dans la Ceinture d'Andromède. Cinq de ces taches ayant été observées avec un réflecteur de 8 pieds, il ne s'en est trouvé qu'une, la quatrième, qui puisse être prise pour un amas d'étoiles ; les autres paraissent de grandes aires blanchâtres et ne diffèrent entre elles qu'en ce que les unes sont plus rondes et les autres plus ovales. Il semble aussi que, dans la première, les petites étoiles qu'on découvre avec le télescope ne paraissent pas capables de causer sa blancheur. Halley a été frappé de ces phénomènes qu'il croit propres à éclaircir une chose qui paraît difficile à entendre dans le livre de la Genèse, qui est que la lumière fut créée avant le Soleil. Durham les regarde comme des trous, à travers lesquels on découvre une région immense de lumière, et enfin le ciel empyrée. Il prétend avoir pu distinguer que les étoiles qu'on aperçoit dans

quelques-unes sont beaucoup moins éloignées de nous que ces taches. M. de Maupertuis donne dans son Ouvrage un catalogue de ces nébuleuses d'après Hévelius. Il les considère comme de grandes masses de lumière, qui ont été aplaties par une puissante rotation. Si la matière dont elles sont formées possédait le même pouvoir éclairant que les étoiles, il faudrait que leur grosseur fut énorme par rapport à la leur, pour que, malgré leur éloignement beaucoup plus grand, que fait voir la diminution de leur lumière, on les voie au télescope avec grandeur et figure. Si on les suppose d'une grosseur égale à celle des étoiles, il faut que la matière qui les forme soit moins lumineuse et qu'elles soient infiniment plus proches de nous, pour que nous les puissions voir avec une grandeur sensible. Cela vaudrait donc la peine de chercher à déterminer leur parallaxe, dans le cas où elles en auraient une. Car ce n'est peut-être que par un trop petit nombre d'astres observés qu'on a désespéré de la parallaxe des autres. Les petites étoiles que l'on rencontre sur ces taches comme dans Orion (ou mieux dans celle du pied droit d'Antinous, qui apparaît comme une étoile entourée d'une nébulosité), si elles sont proches de nous, seraient vues projetées sur le disque de ces astres ; si elles le sont moins, nous voyons les étoiles à travers comme on les voit à travers les queues des comètes. »
 [Ces lignes sont extraites du *Discours sur les différentes figures des astres* par M. de Maupertuis, Chap. VI, p. 104 à 114. J'ai reproduit le texte de M. de Maupertuis, dont celui de Kant ne s'écarte d'ailleurs que dans les limites d'une traduction. (*Note du Traducteur.*)]

[8] Voir la fable de Gellert : *Hans Nord*.

[9] Cette brève introduction, qui pourra paraître superflue à la plupart des lecteurs, a été écrite pour les personnes moins familiarisées avec les lois fondamentales de Newton, en vue de leur faciliter l'intelligence de la théorie qui va suivre.

[10] En même temps sur ces amas où des étoiles nombreuses sont rassemblées dans un petit espace, comme par exemple les Pléiades, qui forment peut-être un petit système au milieu du grand.

[11] De la Hire remarque, dans les *Mémoires de l'Académie de Paris* pour l'année 1693, que ses propres observations, aussi bien que leur comparaison avec celles de Riccioli, démontrent un changement considérable dans les positions des étoiles des Pléiades.

[12] *Discours sur la figure des astres* ; Paris, 1742.

[13] *Astro-Theologie or a Démonstration of the being and attributes of God from a survey of the Heavens*, by W. Derham ; Londres, 1714

[14] Je ne recherche pas ici si cet espace doit être considéré comme vide dans le sens absolu du mot. Il me suffit de remarquer que toute la matière qui pourrait se rencontrer dans cet espace serait tout à fait impuissante à produire une action appréciable sur les masses en mouvement dont il s'agit.

[15] L'origine des planètes en formation ne doit pas être attribuée à la seule attraction newtonienne. Elle agirait trop lentement et trop faiblement autour

d'une particule de si extraordinaire petitesse. Il vaut mieux dire que la première formation dans ce petit espace s'est produite par la réunion de plusieurs éléments, obéissant aux lois ordinaires de la combinaison, jusqu'à ce que les noyaux ainsi formés soient devenus assez gros et l'attraction newtonienne assez puissante pour continuer à les accroître par son action à distance.

[16] Les mouvements exactement circulaires appartiennent seulement aux planètes voisines du Soleil ; car aux grandes distances où se sont formées les dernières planètes ou les comètes, il est aisé de voir que, en même temps que le mouvement de chute de la matière primitive est beaucoup plus lent, l'étendue de l'espace dans lequel elle est répandue est aussi plus grande. Les éléments y prennent donc par eux-mêmes des mouvements déjà différents du mouvement circulaire, et par suite aussi les corps qui en sont formés.

[17] Car les particules venant des régions plus voisines du Soleil et qui possèdent une vitesse de circulation plus grande que celle qui convient au lieu où la planète se forme compensent ce qui manque de vitesse aux particules plus éloignées du Soleil qui s'incorporent à ce même noyau, pour se mouvoir sur un cercle à la distance où est située la planète.

[18] Kant fait ici confusion du diamètre avec le rayon : il faudrait écrire 8000 trillions.

[19] Kant a traité cette question de la variabilité du mouvement de rotation de la Terre dans une note de quelques pages intitulée : *Untersuchung der Frage ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse... einige Veränderung erlitten habe*, 1754 (t. VI de l'édition de Rosenkranz et Schubert, p. 3. — T. 1 de l'édition de Hartenslein, p. 179). C'est dans cette note que se trouve énoncée pour la première fois, que je sache, la solution d'un problème qui a pris dans ces derniers temps une très grande importance. Kant arrive en effet à cette conclusion, que le mouvement des marées produites par les actions du Soleil et de la Lune a nécessairement pour conséquence un ralentissement progressif de la rotation de la Terre.

[20] Ou bien, ce qui est plus vraisemblable, nous supposerons que, dans la période de son existence cométaire, dont son excentricité est une dernière trace, avant la dissipation complète de la substance la plus légère de sa surface, il était entouré d'une vaste atmosphère cométaire.

[21] Car, d'après les lois d'attraction de Newton, un corps situé dans l'intérieur d'une sphère ne subit d'attraction que de la part de la portion de celle-ci qui est comprise dans une sphère concentrique de rayon égal à la distance de ce corps au centre. La portion extérieure, en vertu de l'équilibre des attractions qu'elle exerce sur lui, n'a aucun effet ni pour l'attirer vers le centre, ni pour l'en éloigner.

[22] Après avoir écrit ces lignes, je trouve, dans les *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris* pour l'année 1705, un Mémoire de M. de Cassini, *Sur les satellites et l'anneau de Saturne*, qui contient, à la page 571 de la 2^e partie de la traduction de Steinwehr, une confirmation tout à fait indubitable de l'exactitude de ma conception. M. de Cassini émet d'abord une

idée, qui pourrait bien avoir quelque parenté avec la vérité que nous avons découverte, quoiqu'elle soit bien invraisemblable, savoir que l'anneau de Saturne pourrait être un essaim de petits satellites, qui produiraient pour Saturne l'apparence qu'a la Voie lactée pour la Terre. Ceci s'accorderait assez avec nos propres idées, si l'on assimile ces petits satellites aux particules de vapeurs qui circulent ensemble et d'un même mouvement autour de la planète. Plus loin il ajoute : « Cette supposition trouve sa confirmation dans des observations qui ont été faites aux époques où l'anneau apparaissait plus large et plus ouvert. On vit alors la largeur de l'anneau séparée en deux parties par une ligne sombre elliptique, dont la partie la plus proche du globe était plus brillante que la partie la plus éloignée. Cette ligne dénotait un petit intervalle entre les deux portions de l'anneau, de même que l'espace vide entre le globe et l'anneau se manifeste par la grande obscurité qui les sépare. »

[23] L'édition des œuvres de Kant de Hartenstein donne ici la note suivante : « Déclaration recueillie de la bouche de Kant en 1791 ». La grande vraisemblance et la conformité avec l'observation de ma théorie de la formation de l'anneau de Saturne aux dépens d'une matière vaporeuse en mouvement suivant les lois des forces centrales éclaire et confirme ma théorie de la formation des grands astres eux-mêmes, que j'ai déduite des mêmes lois, à cette seule différence près, que ceux-ci empruntent leur force d'impulsion à la chute de la matière primitive sous l'empire de la pesanteur universelle, et non à la rotation axiale du corps central. La vraisemblance de cette théorie du ciel devient plus grande encore, si l'on tient compte d'un complément qui y a été ajouté plus tard et a reçu la haute approbation de M. le Conseiller aulique Lichtenberg : la vapeur primitivement répandue dans l'espace, qui contenait à l'état élastique les variétés en nombre infini de la matière, a donné naissance aux astres uniquement sous l'action de l'affinité chimique ; lorsque des matériaux doués de cette affinité venaient à se rencontrer dans leur chute, ils anéantissaient réciproquement leur élasticité pour se combiner en des masses plus denses, et la chaleur résultant de la combinaison se traduisait, dans les grands corps de l'Univers, les soleils, par le rayonnement lumineux à l'extérieur, dans les corps plus petits, les Planètes, par la chaleur interne.



Emmanuel Kant : Œuvres complètes

Achetez l'intégralité du livre :



Table des matières

ARVENSA ÉDITIONS	2
NOTE DE L'ÉDITEUR	3
LISTE DES TITRES	5
HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE ET THÉORIE DU CIEL	9
Table des matières	12
Présentation	14
Avertissement du traducteur	15
Dédicace à Frédéric de Prusse	17
Préface	19
Table analytique des matières contenues dans cet ouvrage	32
PREMIÈRE PARTIE	37
Résumé des lois fondamentales de la philosophie naturelle de Newton	38
Première partie – De la distribution des étoiles fixes en systèmes	42
DEUXIÈME PARTIE	52
I. De l'origine du monde planétaire en particulier et des causes de ses mouvements	53
II. De la variation de densité des planètes et des rapports de leurs masses	61
III. De l'excentricité des orbites planétaires, et de l'origine des comètes	68
IV. De l'origine des satellites et du mouvement des planètes autour de leur axe	74
V. De l'origine de l'anneau de Saturne ; calcul de la rotation diurne de la planète d'après ses relations avec l'anneau	81