

EMMANUEL KANT : « LA THÉORIE DU CIEL »

Christian SCOTTA

Ancien secrétaire de la Société d'Astronomie de Nantes, passionné de l'histoire des sciences, Christian SCOTTA explore les fondements de la mécanique céleste et la vie des personnages illustres qui ont façonné la vision moderne du monde et dont les noms jalonnent l'histoire de l'astronomie depuis 5 siècles : Kepler, Copernic, Galilée, Newton et tant d'autres. Il a déjà à son actif une traduction partielle des Principia de Newton. Christian SCOTTA analyse l'ouvrage d'Emmanuel Kant, *La Théorie du Ciel* (1755), dans lequel celui-ci propose une explication cosmologique rationnelle de l'univers fondée sur la gravitation newtonienne. Il cherche à répondre à deux questions restées ouvertes par Newton : d'où vient le mouvement initial des planètes, et pourquoi les étoiles ne s'effondrent-elles pas les unes sur les autres ? Kant avance que les étoiles, comme les planètes, tournent autour d'un centre commun, ce qui équilibre les forces gravitationnelles par des forces centrifuges. La Voie Lactée serait un système de ce type, vu de profil. Il imagine le Système solaire né d'un immense nuage de matière (nébuleuse) en rotation. La gravité attire les particules vers les centres de condensation, tandis qu'une force de répulsion empêche l'effondrement total. Ce mécanisme mène à la formation du Soleil, puis des planètes et de leurs satellites. Kant explique la disposition des orbites, leur plan commun, la densité des planètes, leur masse, leur rotation et l'inclinaison de leur axe par des lois mécaniques simples issues de cette nébuleuse en rotation et anticipe ainsi la théorie nébulaire de Laplace. Plus largement, Kant élargit sa réflexion au cosmos avec un univers infini, structuré en galaxies (systèmes d'étoiles), toutes en rotation autour d'un centre universel. L'univers a une histoire, il a commencé et ne cessera jamais d'évoluer. Les mondes naissent, vivent, puis disparaissent dans un cycle éternel de formation et de destruction. Enfin, Kant situe l'humanité dans une position intermédiaire entre les mondes grossiers proches du Soleil et les mondes subtils lointains, peuplés d'êtres plus « parfaits ». Il propose une hiérarchie cosmique qui reflète aussi une échelle morale et spirituelle, dans la tradition des penseurs médiévaux.



Société Scientifique d'Éducation Populaire agréée Jeunesse et Sports
35, boulevard Louis Millet - 44300 NANTES - Tél. 02 40 68 91 20 - Fax 02 40 93 81 23
Internet : www.san-fr.com - E-mail : san@san-fr.com



N° 5

EMMANUEL KANT

« LA THÉORIE DU CIEL »

Christian SCOTTA



Les Cahiers de la SAN

La Société d'Astronomie de Nantes

Résolument tournée vers le grand public, la SAN vous propose de découvrir l'astronomie ou d'approfondir vos connaissances dans ce domaine de multiples façons :

- Assister aux exposés d'astronomie présentés lors des réunions du vendredi soir, ouvertes à tous les adhérents, au local de la Société à partir de 20h30.
- Consulter ou emprunter l'un des mille ouvrages que possède le fonds bibliothécaire.
- Participer aux observations de découverte ou de perfectionnement. Vous pouvez également emprunter un instrument.
- Assister aux conférences au cours desquelles des astronomes et astrophysiciens de renom viennent présenter les derniers acquis de leurs travaux.
- Solliciter la SAN pour animer des actions pédagogiques préparées à l'attention de public scolaire ou adulte.
- Visiter les expositions auxquelles la SAN participe régulièrement.
- Apporter votre contribution à la réalisation de travaux pratiques d'astronomie tels que la mesure de la masse de Jupiter ou l'évaluation des altitudes des reliefs lunaires.
- Réfléchir et débattre des grands thèmes de la physique, de l'astrophysique et de la science en général au sein d'un groupe de réflexion théorique.
- Enfin, l'astronomie nécessitant des connaissances et des compétences multiples (en optique, mécanique, électronique, etc.), offrir un peu de votre temps pour la conception ou à la réalisation de projets astronomiques.

Pour participer à ces activités, il vous suffit de devenir adhérent.

La Société d'Astronomie de Nantes est une association fondée en 1971 et régie par la loi de 1901.

Notes personnelles

EMMANUEL KANT « LA THÉORIE DU CIEL »

Christian SCOTTA

Édition 2011

Bibliographie

- Emmanuel KANT : « *Histoire Générale de la Nature et Théorie du Ciel* » - 1755 - Edition VRIN. Collection : « *Bibliothèque des textes philosophiques* » - 1984.
- Extraits de la « *Théorie du Ciel* » dans « *Astronomie et Astrophysique* » de Jean Pierre VERDET chez Larousse, coll. « *Textes essentiels* ».

Les « **Cahiers de la SAN** » sont édités par la Société d'Astronomie de Nantes,
Société Scientifique d'Éducation Populaire agréée Jeunesse et Sports.

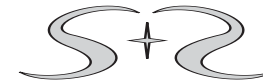
35, boulevard Louis-Millet
44300 NANTES

Tél. 02 40 68 91 20 - Fax 02 40 93 81 23 - E-mail : san@san-fr.com

© Toute reproduction intégrale ou partielle faite par quelque procédé que ce soit,
sans l'autorisation de la Société d'Astronomie de Nantes, est interdite.

Préface

Le philosophe allemand Emmanuel KANT explique l'origine et la forme du Système solaire par la théorie de la nébuleuse primitive. Mais il ne s'arrête pas là : notre Galaxie n'est qu'un point dans un univers infini. Cet univers a une histoire : il a commencé un jour et il ne finira jamais. Tout l'univers est en rotation autour d'un centre universel. La Théorie du Ciel est un des jalons de la cosmologie moderne.



du point milieu de toute la nature, où depuis longtemps elle est sortie du chaos et a atteint un parfait développement ».

La place de l'homme dans l'univers.

Pour Kant, si nous ne sommes plus au centre du monde, nous occupons cependant une place particulière dans l'univers : nous sommes placés entre deux chaos, celui des mondes détruits et celui des mondes non encore formés.

L'homme n'est pas la créature la plus parfaite de la création. Dans notre Système solaire, la plupart des planètes sont habitées, ou le seront un jour. Kant estime que la grossièreté de la matière dans laquelle est plongée la partie spirituelle de l'homme explique l'abaissement de la nature humaine. La substance composant les habitants des planètes est d'autant plus légère, plus fine et plus parfaite que ces planètes sont éloignées du Soleil, suivant en cela l'abaissement de la densité des planètes avec l'éloignement au Soleil. La qualité de l'esprit augmente donc avec la distance au Soleil.

« La nature humaine qui, dans l'échelle des êtres, occupe pour ainsi dire l'échelon moyen, se voit placée à mi-distance des deux frontières extérieures de la perfection ». L'humanité est meilleure que la population des planètes inférieures et moins bonne que celle des planètes supérieures.

L'humanité n'est plus la créature la plus noble, puisque son degré de subtilité la place dans une situation intermédiaire entre les mercuriens, les plus grossiers, et les saturniens, les plus parfaits.

Cette hiérarchisation se fait l'écho de celle établie par les médiévaux, comme chez DANTE, qui l'homme se plaçait dans une situation intermédiaire entre les créatures infernales et les créatures angéliques.



Le cosmos de Kant

Emmanuel KANT organise l'univers autour d'un centre. L'organisation de la matière n'est pas la même partout et elle diffère selon les époques. L'histoire de l'univers se déploie dans le l'espace et le temps absolus de Newton.

Ce que nous voyons de l'univers – la Voie Lactée - n'est qu'un « *atome* » par rapport à « *ce qui reste caché au-dessus du cercle de notre vue* ».

Une infinité de systèmes d'étoiles peuple l'univers. Kant n'emploie pas l'expression d'« *univers-île* », popularisée au siècle suivant par A. Von HUMBOLT dans « *Cosmos* ». Mais tous sont en révolution autour d'un centre immobile où se trouve un corps doté d'une force d'attraction puissante. Sans cette révolution, l'Univers s'effondrerait sur lui-même, quand bien même il serait en équilibre : en effet, une partie est attirée de façon égale vers toutes les directions, mais le moindre changement provoquerait la ruine de l'ensemble, argument déjà utilisé par NEWTON.

À l'origine, une matière première élémentaire était répandue dans l'espace, avec une densité importante « *en quelque lieu* », cette densité décroissant avec la distance à ce lieu qu'on peut appeler « *point central* ». La matière s'organise en systèmes stellaires.

« *La création n'est pas l'œuvre d'un instant* ». La création a commencé une fois, elle ne finira jamais. La formation des mondes a commencé au centre, puis elle se poursuit de proche en proche : l'organisation suit l'écoulement du temps absolu.

Les mondes ne sont pas éternels : « *des mondes entiers et des systèmes de soleils quittent la scène de l'Univers, après qu'ils ont joué leur rôle* ». Ils retournent au chaos. « *Le monde formé se trouve entre les ruines du monde détruit et le chaos de la nature non formée* ». « *Les astres qui sont les plus voisins du centre de l'Univers disparaissent les premiers* ».

Pourtant, l'univers nous apparaît achevé. C'est une illusion : « *nous nous trouvons à proprement parlé au voisinage*

Table des Matières

<i>La Voie Lactée</i>	8
<i>Naissance du Système solaire</i>	9
<i>Le cosmos de Kant</i>	12
<i>Bibliographie</i>	15

Origine des satellites

Un disque de particules se constitue autour de la planète. Son sens de rotation n'est pas déterminé. Cependant la planète attire ces particules qui tournent plus vite qu'elle. Chaque particule qui rejoint le disque en formation lui donne une impulsion qui détermine le sens de rotation du disque : le disque tournera dans le même sens que la planète. Les satellites tournent autour de leur planète dans le même sens que les planètes autour du Soleil, d'ouest en est.

Rotation des planètes

Les particules qui tombent sur la proto-planète s'incorporent à celle-ci en lui imprimant un mouvement de rotation qui s'effectue dans le même sens que la révolution de la planète, c'est à dire d'ouest en est.

Le nombre de particules précipitées sur la proto-planète est très supérieur à celui des particules qui restent en orbites. Le mouvement de rotation sera plus rapide pour les grosses planètes qui ont reçu plus d'impulsion de la part des particules qui se sont agglomérées en elles.

Axe de rotation des planètes

Le plan équatorial des planètes ne se confond pas avec leur plan de révolution, ceci parce que les particules qui s'agglomèrent à la planète ne proviennent pas uniquement du plan de la nébuleuse, mais viennent de latitudes plus élevées : d'où une inégalité dans l'impulsion résultante et un axe de rotation qui n'est pas perpendiculaire au plan de la nébuleuse, ou au plan de révolution de la planète. De plus, en se solidifiant, la surface de la planète devient inégale avec des montagnes élevées qui peuvent provoquer un basculement de l'axe de rotation.

C'est pourquoi les planètes tournent presque toutes dans le même plan, sur des orbites presque circulaires.

Comme une particule massive a plus d'inertie, elle sera moins déviée de sa chute rectiligne par la force de répulsion des particules et se rapprochera plus près du Soleil. Les particules moins massives sont plus déviées et décrivent des orbites loin du Soleil. KANT en déduit qu'une planète est d'autant plus près du Soleil que sa densité est importante.

Ainsi Mercure et Vénus doivent être plus denses que la Terre, qui a son tour est moins dense que les planètes extérieures.

Le corps central, le Soleil, est de loin le plus massif ; en effet, la grande majorité des particules est tombée directement sur le Soleil en formation. Le Soleil est environ 650 fois plus massif que toutes les planètes réunies ; KANT reprend la valeur calculée par Newton (la valeur actuelle est de 752).

KANT donne une estimation de la densité de la nébuleuse et trouve qu'elle est environ 121 millions de fois plus faible que la densité de l'air ; la nébuleuse occupait un volume gigantesque pour une masse peu différente de celle du Soleil. Il compare la densité de la nébuleuse à celle des comètes.

Les particules les plus éloignées du Soleil en formation n'ont pas été entraînées vers le plan de révolution des planètes ; les comètes ont pu se former dans tous les plans de la nébuleuse puis venir librement dans nos régions.

Masse des planètes

La masse d'une planète dépend de sa distance au Soleil. L'attraction du Soleil restreint celle de la planète en formation et lui dérobe de la matière. Mais le cercle contenant les particules constitutives de la planète est d'autant plus grand que la distance au centre est grande. Ainsi une planète proche du Soleil sera moins massive (bien que plus dense) qu'une planète plus lointaine. Il se peut qu'une grosse planète dérobe de la matière à d'autres planètes, comme Jupiter l'a fait pour Mars et pour Saturne.

EMMANUEL KANT « LA THÉORIE DU CIEL »

Le philosophe allemand Emmanuel KANT (Königsberg, 1724-1804) publia en 1755 « *La Théorie du Ciel* », ouvrage dans lequel il propose un modèle de l'Univers basé sur la gravitation newtonienne.

La théorie de NEWTON laissait deux questions sans réponse :

- les planètes se déplacent dans le vide : par quel processus ont-elles été mises en mouvement ?
- les étoiles, qui sont des Soleils dispersés dans l'espace, devraient tomber les unes sur les autres en raison de leurs attractions mutuelles. Qu'est-ce qui les en empêche ?

La Voie Lactée

Pour répondre à la seconde question, KANT se sert d'une analogie avec le Système solaire : en supposant que les étoiles tournent autour d'un centre commun, tout comme les planètes autour du Soleil, leurs vitesses de révolution autour de ce centre équilibreront leurs pesanteurs vers ce centre et ainsi elles ne tomberont pas les unes sur les autres ; on peut également dire que les « *forces centrifuges* » produites par leur mouvement équilibrent leur tendance à chuter vers le centre commun.

Un tel système d'étoiles, en rotation autour d'un centre doit s'aplatir et prendre une forme lenticulaire. La Voie Lactée serait un tel système d'étoiles, de forme aplatie et vue par la tranche. Dans la direction du plan de ce système, l'amoncellement le plus dense d'étoiles forme une bande lumineuse : **la Voie Lactée**.

La fixité des étoiles n'est qu'une apparence due à leur éloignement. Supposons que la distance de Sirius au Soleil soit de 21 000 Unités Astronomiques (évaluation de HUYGENS). La Troisième Loi de KÉPLER nous donne sa période de révolution T , en supposant qu'elle tourne autour du Soleil :

- Troisième Loi de KÉPLER : $a^3 = T^2$ et $T = a^{3/2}$

Avec $a = 21\ 000$, T est égal à 3 043 200 années, ce qui se traduit par un mouvement angulaire de 0,000118° par an. L'étoile mettrait, pour décrire 1° sur la voûte céleste, 1° / 3 043 200, soit à peu près 8 460 années. Seules des observations minutieuses et prolongées permettraient de déceler un tel mouvement.

Vue à une très grande distance, notre Voie Lactée ressemblerait à une nébuleuse elliptique, comme la Nébuleuse d'Andromède. L'Univers doit être peuplé de nombreux systèmes d'étoiles de ce genre, systèmes qu'aujourd'hui nous appelons « *galaxies* ».

Naissance du Système solaire

Formation du Soleil et des planètes à partir de la nébuleuse

L'espace interplanétaire est vide : il faut donc admettre qu'autrefois existait une matière capable de mettre les planètes en mouvement. Cette matière, décomposée en particules, remplissait l'espace en formant un gigantesque nuage ou nébuleuse.

Au sein de ce nuage, les particules les plus denses attirent les particules les moins denses : mais à cause d'une « *force de répulsion* », comme celle qui est à l'œuvre dans « *l'élasticité des vapeurs* », le mouvement de chute en ligne droite des particules moins denses est transformé en un mouvement de chute en ligne courbe (une section conique).

Il se forme alors un corps qui s'accroît rapidement : c'est le Soleil, qui attire les particules situées loin de lui. Combiné avec la force de répulsion des particules, le mouvement de ces particules devient courbe et la vitesse acquise par les particules les empêche de tomber sur le Soleil. Les orbites, centrées sur la masse du Soleil se croisent en tous sens mais le tourbillon finit par s'uniformiser. Toutes les particules tournent dans la même direction : la nébuleuse est en rotation autour d'un axe.

La rotation de la nébuleuse fait qu'elle tend à s'aplatir : on assiste alors à la formation d'un disque dans lequel les particules décrivent des orbites elliptiques autour du Soleil.

Les particules situées à peu près à la même distance du Soleil ont presque la même vitesse et sont donc en repos relatif les unes par rapport aux autres. Les plus denses attirent les moins denses qui tombent sur elles et constituent des embryons de planètes. Ces particules compensent leurs petits écarts de vitesse, mais il restera une légère excentricité de l'orbite de la proto-planète ainsi formée. De même, il subsistera un léger écart du plan orbital de cette proto-planète par rapport au plan équatorial du Soleil, qui est aussi le plan de la nébuleuse.