Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft

Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft

Band: 61 (2003)

Heft: 318

Artikel: Comment la Terre a-t-elle perdu sa place privilégiée dans l'univers? : Aperçu de l'évolution de la cosmologie de l'antiquité à aujourd'hui : première partie

Autor: Blaser, Cédric

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-898431

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Le nouveau règlement de Maturité, introduit en 1998, (voir article de FRITZ EGGER dans Orion 316) requiert de chaque élève la rédaction d'un travail personnel et original comme condition pour se présenter aux examens finaux. Les sujets choisis peuvent être les plus divers – même du domaine de l'astronomie!

Nous avons le plaisir de publier ici un tel travail rédigé par CÉDRIC BLASER de Genève. Comme dit son auteur: *«Il s'agit d'un travail d'une certaine importance qui est réalisé à cheval sur la 3e et la 4e année. Il n'est pas à proprement parler noté mais il est évalué selon les appréciations suivantes: très bon, bon, satisfaisant et insatisfaisant. Pour pouvoir se présenter aux examens de maturité de fin de 4e année, les élèves doivent avoir présenté un travail au minimum satisfaisant. C'est donc un travail qui compte à la fois beaucoup car il peut bloquer l'accès à la maturité et peu car il n'intervient pas du tout dans la moyenne générale de maturité. Son titre ainsi que son appréciation figurent néanmoins sur le certificat de maturité».*
CÉDRIC BLASER a reçu la mention «très bon» pour le présent travail.

LA RÉDACTION

Comment la Terre a-t-elle perdu sa place privilégiée dans l'Univers?

Aperçu de l'évolution de la cosmologie de l'Antiquité à aujourd'hui

Première partie

CÉDRIC BLASER

Préface

Ecrire 6500 mots sur un sujet que l'on peut librement choisir. Ce n'est pas la mer à boire, penserez-vous. Et pourtant, c'est comme cela que j'ai compris au premier abord les conditions cadres de ce travail de maturité. Le thème a été assez vite choisi: ce sera l'astronomie, ou plutôt l'histoire de l'astronomie. J'ai alors consulté quelques articles encyclopédiques et emprunté un premier livre. C'était pendant les vacances de Noël 2001. Lors de la première rencontre avec les maîtres accompagnants est venu le premier problème: le titre du travail. En effet, celui-ci doit répondre à des exigences précises. Après une petite discussion, le trio de maîtres accompagnants et moi nous étions mis d'accord sur le titre suivant: *Quels ont été les obstacles aux changements de représentation de l'Univers?*

Après un premier entretien avec mon maître accompagnant, j'ai assez vite pris contact avec un historien des sciences: le professeur JEAN-CLAUDE PONT. La discussion avec lui a été instructive principalement pour la raison suivante: j'ai compris que mon titre ne correspondait pas à ce que je voulais faire. La formulation retenue allait en fait me diriger beaucoup plus vers l'anthropologie et m'éloigner de mon intérêt initial: l'astronomie. J'ai donc dû chercher un autre titre et me suis décidé pour le suivant: *Comment la Terre a-t-elle perdu sa place privilégiée dans l'Univers?* La problématique étant de déterminer quelle fut la place de la Terre dans l'univers au fil des époques et d'aborder plus précisément les étapes importantes de cette évolution. C'était au mois d'avril 2002, un moment où a commencé une recherche sur deux tableaux: il me fallait à la fois des informations et du temps. En consultant plusieurs biblio-

Ce document de Gauthier de Metz représente l'univers tel qu'on le voit au Moyen Age, avec la Terre au centre.

thèques, j'ai trouvé quelques livres traitant du sujet. La quête du temps a été un tout autre problème. En effet, ce travail important avec une échéance encore très éloignée entrait continuellement en concurrence avec des épreuves moins importantes mais avec un délai beaucoup plus proche. Résultat des courses: je n'ai pu commencer la rédaction du travail que durant les vacances d'été. Durant cette période, ce n'étaient pas les épreuves qui empêchaient d'avancer la rédaction, mais le magnifique temps qui régnait dehors. Ah! Que la volonté humaine est faible! Je dois bien avouer que j'ai cédé quelques fois, mais pas tout le temps non plus. J'ai quand même réussi à terminer la rédaction de plusieurs chapitres. C'était certes loin de l'objectif que je m'étais fixé (avoir presque terminé la rédaction), mais ce n'était pas négligeable non plus.

Je me suis donc attelé sérieusement à la tâche au début de la nouvelle année scolaire. Et c'est fou ce que la volonté peut atteindre quand l'échéance se rapproche car effectivement, le travail a avancé avec un bon rythme. Avec les derniers chapitres est apparu un autre problème. Jugeant que l'information dont je disposais pour la rédaction de ces parties n'était pas suffisante, j'ai décidé de la compléter à l'aide de recherches sur internet. C'est à ce moment que j'ai eu deux surprises: les meilleurs sites sont tous en anglais et certains reprennent sans vergogne le contenu d'autres sites. C'est ainsi qu'il m'est arrivé de trouver jusqu'à cinq fois le même texte. Malgré tout, ces petites tracasseries ne m'ont pas empêché de me rapprocher à grands pas du bout de mon travail.

Pour la fin du travail, où j'avais l'intention de parler de l'évolution de l'astronomie durant le XXe siècle jusqu'à son état actuel, j'ai voulu prendre contact avec un astronome. En téléphonant à l'observatoire de Sauverny, j'ai pu prendre rendez-vous avec M. NOËL CRAMER. J'ai alors dû gérer un autre aléa de la vie: les gens ne sont pas tous disponibles tout de suite. Ce n'est donc que fin octobre que cette rencontre a pu avoir lieu. Mais l'attente a été pleinement récompensée car j'ai obtenu toutes les informations dont j'avais besoin pour terminer la rédaction de mon travail. Je n'ai volontairement pas retranscrit notre discussion sous forme d'interview, les informations recueillies ont simplement été mêlées au reste du texte pour qu'il soit plus fluide.

Au fil de l'écriture de ce travail, l'objectif a aussi légèrement changé. Je ne voulais plus seulement parler d'astronomie et de son évolution, je voulais aussi parler de ceux qui ont consacré leur vie à cette évolution. Le but est devenu de raconter ce que ces grands noms de la science ont fait d'autre dans leur vie, de montrer qu'ils n'ont pas seulement fait ce pourquoi l'Histoire les a retenus. Dit avec humour, j'ai décidé de raconter aussi les petites histoires de ceux qui ont fait la grande. En lisant le travail sous cette optique, on s'aperçoit que l'Histoire a parfois choisi de retenir le nom de certains scientifiques que bien après leur mort, pour quelque chose qu'ils considéraient eux-mêmes comme accessoire. Je pense notamment à JOHANNES KEPLER et à ses fameuses lois dont il n'a probablement jamais saisi l'importance. En s'attardant aux «erreurs» des savants, on s'aperçoit que la connaissance humaine ne grandit pas dans une direction fixe, elle grandit dans toutes les directions et ce n'est que plus tard que l'on décide quelle était la bonne. C'est pourquoi j'aurais voulu aborder la vie de scientifiques que l'histoire de la cosmologie n'a pas daigné retenir, comme par exemple RENÉ DESCARTES et son univers à tourbillons. Mais le travail prenant de plus en plus d'ampleur, j'ai dû sélectionner les personnes les plus représentatives. Ce choix est forcément subjectif, j'en suis conscient, mais il résulte de la consultation de plusieurs ouvrages spécialisés. Il devrait donc être représentatif de la problématique traitée.

CÉDRIC BLASER
Janvier 2003

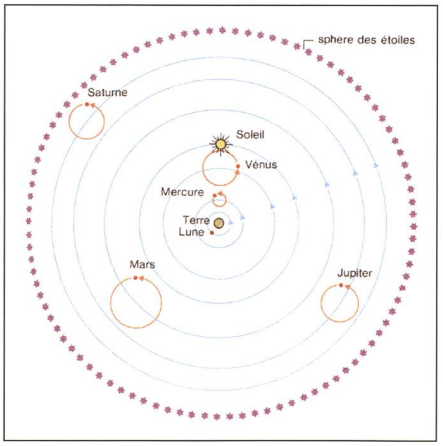
Chapitre 1

La vision des Anciens (CLAUDE PTOLÉMÉE)

«Le monde est une grande boîte rectangulaire dont la Terre forme le fond et au centre de laquelle se trouve l'Egypte. Du ciel [...] en forme de voûte descendent les luminaires suspendus à des cordes. Le Nil n'est qu'une branche d'un fleuve immense qui entoure la Terre, et si la Lune diminue par moments jusqu'à disparaître complètement, c'est qu'elle est dévorée par une énorme truie.»[1]

C'est ainsi que JEAN-PIERRE CARTIER décrit la cosmologie égyptienne. De telles cosmogonies, ou histoires de l'univers, presque tous les peuples en ont une, car c'est un des premiers signes de l'intelligence de se demander où l'on vit. Celle qui va le plus influencer la pensée occidentale est celle de CLAUDE PTOLÉMÉE (IIe siècle après J-C). Et quand je dis influencer, il s'agit d'un euphémisme car marquer au fer rouge serait plus approprié. En effet, l'œuvre de PTOLÉMÉE, l'*Almageste*, où est consignée toute sa théorie, servira de Bible, de référence absolue et inébranlable aux astronomes européens pendant quatorze longs siècles. Du fait de l'importance de cet homme, il me paraît indispensable de nous attarder un peu sur son œuvre. Elle est basée sur deux piliers qui seront aussi inébranlables que les dogmes de l'Eglise: la Terre est immobile au centre de l'univers et tous les mouvements célestes sont forcément parfaitement circulaires. CLAUDE PTOLÉMÉE a donc inventé un système où tous les astres tournent autour de la Terre. Nous aurions donc notre planète au centre de l'univers puis tournant autour d'elle la Lune, Mercure, Vénus, le Soleil, Mars, Jupiter, Saturne et la sphère des fixes aussi appelée firmament qui contient l'ensemble des étoiles. Pour faire coïncider sa théorie à l'observation, il lui a fallu inventer un système compliqué d'épicycles*[2] et de déférents*. Les planètes décriraient donc un petit cercle, l'épicycle, dont le centre lui-même décrirait un cercle autour de la Terre. Si cette astuce ne suffisait pas à faire concorder la théorie et l'observation, Ptolémée n'hésitait pas à emboîter plusieurs systèmes d'épicycles et de déférents pour une même planète. Il créa donc une des œuvres de la pensée la plus élaborée de l'Antiquité, basée sur deux monumentales erreurs, qui ont malheureusement servi de parole d'évangile aux savants de tout le moyen-âge.

Nous allons donc faire un grand voyage à travers les époques et venir à la rencontre des éminents esprits qui ont osé ébranler la conception de CLAUDE PTOLÉMÉE pour amener notre vision de la Terre à ce qu'elle est aujourd'hui. Je vous propose donc de nous intéresser à l'œuvre mais aussi à la vie de quelques grands noms comme COPERNIC, KEPLER, GALILÉE, HERSCHEL et HUBBLE. Mais en premier, nous allons faire connaissance avec un grec de l'Antiquité: Aristarque de Samos.



1. L'Homme et le cosmos, pp. 23-24

2. Les mots suivis d'un astérisque sont expliqués dans le glossaire de l'annexe A.

Chapitre 2

La géniale intuition (Aristarque de Samos)

Aristarque de Samos naît sur l'île de même nom en l'an 310 avant Jésus-Christ. Il est donc antérieur à PTOLÉMÉE de cinq siècles, mais son idée vaut bien ce petit détour temporel. Il ne reste malheureusement pas grand chose de son œuvre. L'essentiel de ce que nous savons de lui nous provient de la littérature plus qu'abondante des philosophes lui ayant succédés. Il ressort de ces textes qu'ARISTARQUE soutient que le Soleil est le centre de l'univers et que les autres planètes y compris la Terre tournent autour de cet astre. PLUTARQUE écrit au Ier siècle après J-C:» *ARISTARQUE pensait que le ciel est au repos et que la Terre décrit un cercle en oblique tout en tournant autour de son axe.»*[3]

Il est difficile de ne pas admettre qu'ARISTARQUE décrit à quelques détails près la conception actuelle du mouvement de la Terre. Malheureusement pour lui, il n'est pas né au bon siècle, l'Homme n'est pas encore prêt à accepter une telle révélation. De plus ARISTARQUE n'a aucune preuve tangible de ce qu'il avance. Il n'a que sa géniale intuition et pour seul argument, celui de la simplicité. A son grand dam, cet argument n'aura pas beaucoup de poids dans une civilisation qui acceptera quelque quatre siècles plus tard le système compliqué de PTOLÉMÉE, pour la seule raison qu'il satisfait aussi bien l'ego et le sens commun des citoyens. Il faudra en effet attendre de longs siècles, et depuis ARISTARQUE presque deux millénaires, jusqu'à ce que le sens commun admette que la Terre se déplace dans l'espace.

Chapitre 3

Une planète parmi d'autres (NICOLAS COPERNIC)

Avec l'effondrement de l'empire romain d'occident, c'est toute l'Europe qui sombre dans un profond coma culturel. En effet, après l'invasion des barbares, il ne reste pratiquement rien de la splendeur des civilisations grecques puis romaines. La science prend également un sérieux coup, l'idée même de la sphéricité de la Terre est devenue une aberration. Il faudra attendre le XIe siècle pour que cette idée soit à nouveau reconnue parmi les érudits. Mais nous sommes encore très loin de notre conception du XXIe siècle, la Terre est encore solidement posée au centre de l'univers aussi immobile qu'une montagne. Au cours des derniers siècles du moyen-âge, il y a bien quelques voix qui s'élèvent pour déclarer que la Terre bouge, on pense notamment à un certain BURIDAN ou à NICOLE D'ORESME, mais personne n'ose élaborer un système global de l'univers incluant cette idée.

Il faudra attendre le XVIe siècle et NICOLAS COPERNIC pour qu'enfin quelqu'un ose remettre en cause d'une manière aussi fondamentale l'*Almageste* de CLAUDE PTOLÉMÉE. Mais attachons-nous un peu à la vie de ce grand nom de l'histoire des sciences. NICOLAS COPERNIC naît en 1473 à Torun dans l'actuelle Pologne. Orphelin à l'âge de dix ans, c'est chez son oncle l'évêque LUKAS WATZELRODE qu'il va grandir.

A l'âge de dix-huit ans, le jeune COPERNIC entre à l'université de Cracovie où il étudiera les sciences de l'univers. Plus tard, il étudiera également le droit canon, la philosophie, la médecine et le grec. Ce ne sont pas les diplômes qui le préoccupent. D'ailleurs, il n'en passera qu'un seul: celui de droit canon à l'université de Ferrare. Ce qu'il recherche, c'est la connaissance de tout le savoir de son époque. Il est donc atteint d'une véritable «boulimie intellectuelle» qu'il ne satisfera qu'en quinze ans d'études. Bref, NICOLAS COPERNIC est l'exemple type des brillants esprits polyvalents de la Renaissance. A 33 ans, alors qu'il juge qu'il a suffisamment appris, il s'établit en tant que médecin au côté de son oncle, évêque au château de Heilsberg. Il aura même un certain succès car plusieurs notables du diocèse l'appelleront à leur chevet. En fait, de son vivant COPERNIC est beaucoup plus connu en tant que médecin qu'en tant qu'astronome.

Quatre ans plus tard, il s'installe à Frauenburg où son oncle lui a fait réserver une charge de chanoine*. C'est une charge religieuse bien rémunérée qui lui assurera l'indépendance financière pour le restant de sa vie. A peine arrivé, on lui confie toute la correspondance officielle du chapitre*. En 1516, il en devient même l'administrateur. Cette tâche n'est pas de tout repos car il doit gérer l'institution durant cette période où les chevaliers teutoniques pillent sans cesse la région.

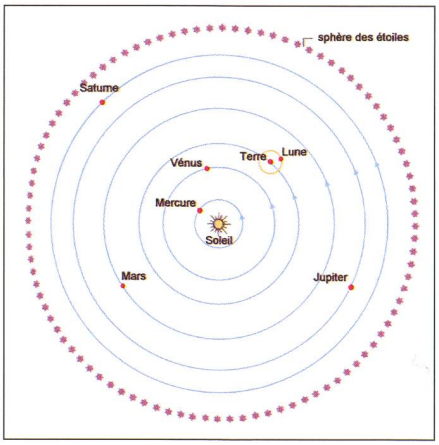
Ce n'est que plus tard que ce brillant esprit reviendra à l'astronomie, et il le fera avec brio. En fait, il révolutionnera toute la conception scientifique de son époque. Copernic a lu à peu près tous les textes antiques qui ont été retrouvés à son époque et il connaît la théorie d'ARISTARQUE DE SAMOS. Il reprend celle-ci et la développe pour en faire le corps de son œuvre. En se fondant sur cette théorie héliocentrique, il écrit sept axiomes qui ébranlent les connaissances de ses contemporains comme autant de coups de butoirs:

«1. Toutes les sphères célestes ne tournent pas autour d'un même centre.
2. Le centre de la Terre n'est pas celui de l'univers, mais seulement celui de l'orbite de la Lune.
3. Toutes les planètes tournent autour du Soleil qui est par conséquent le centre de l'univers.
4. La distance des étoiles fixes est si immense que par comparaison celle de la Terre au Soleil est négligeable.
5. Les mouvements qui apparaissent dans le firmament ne viennent pas du firmament lui-même mais de la Terre qui chaque jour tourne autour de son axe.
6. Ce qui apparaît comme le mouvement du Soleil n'est en fait que le mouvement de la Terre qui comme les autres planètes tourne autour du Soleil.
7. Les mouvements rétrogrades en apparence des planètes ne sont dus qu'au mouvement de la Terre, qui suffit à expliquer tous les mouvements irréguliers des cieux.»[4]

Dans le système copernicien, il y a donc le Soleil au centre et dans l'ordre en s'éloignant: Mercure, Vénus, la Terre et la Lune, Mars, Jupiter, Saturne et enfin le firmament.

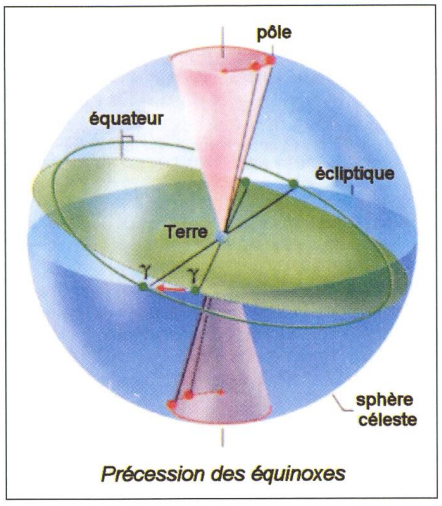
Malheureusement, COPERNIC sera obligé de garder dans son système une autre grande plaie de l'astronomie antique: les épicycles et déférents. Cela s'explique par le fait que Copernic croit dur comme fer que toutes les orbites sont parfaitement circulaires et que le mouvement des planètes est uniforme. Sur ce point, il se fie aveuglément aux enseignements des anciens et il a tort, comme KEPLER le montrera plus tard. Mais on ne peut guère lui en vouloir, car dans le contexte de l'époque il a déjà pris énormément de libertés par rapport aux textes antiques.

Son système a néanmoins l'immense avantage d'expliquer simplement la trajectoire compliquée de la planète Mars et plus généralement des planètes extérieures à la Terre du système solaire. Si



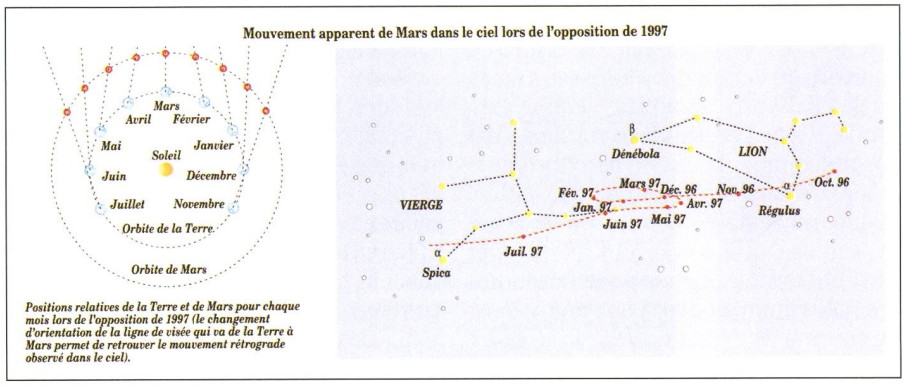
3. 25 siècles de cosmologie, p. 33

4. L'Homme et le cosmos, p. 46



Précession des équinoxes

Le savant polonais est prudent et ne veut pas publier tout de suite sa doctrine. Il sait qu'elle est contraire à la théorie officielle et il ne tient pas à avoir des ennuis. Il accepte néanmoins de faire connaître sa position à un nombre restreint de lecteurs et écrit le *Commentariolus*, un résumé de sa grande théorie qui restera sous forme de copies manuscrites. A la lecture de ce «hors d'œuvre», ses amis et les savants de son entourage le poussent à publier son œuvre en totalité, c'est-à-dire son livre appelé *De revolutionibus orbium coelestium*. Même l'Eglise, en la personne du cardinal SCHOENBERG, l'encourage à publier son livre. Ce fait est intéressant car cela montre que l'Eglise n'a pas toujours été aussi opposée à l'héliocentrisme qu'elle le sera plus tard.



Positions relatives de la Terre et de Mars pour chaque mois lors de l'opposition de 1997 (le changement d'orientation de la ligne de visée qui va de la Terre à Mars permet de retrouver le mouvement rétrograde observé dans le ciel).

on observe attentivement la planète Mars, on constate qu'elle ne se déplace pas du tout régulièrement sur le fond du ciel étoilé. En fait, elle semble même s'arrêter par moments, voire même reculer pendant une période de deux mois pour ensuite à nouveau changer de sens. Ce mouvement s'explique tout simplement si l'on considère que les deux planètes tournent autour du Soleil avec des périodes de révolution différentes.

COPERNIC écrit que la Terre est en mouvement et il n'y va pas par quatre chemins: il lui en donne tout de suite trois. Le premier est le mouvement qui est à l'origine de l'alternance du jour et de la nuit. Le second est le mouvement de révolution autour du Soleil en une année et le troisième est appelé mouvement de déclination ou précession des équinoxes. C'est le très lent mouvement de l'axe de rotation qui se déplace comme l'axe d'une toupie. On sait aujourd'hui que cet axe accomplit sa rotation en à peu près 26 000 ans. COPERNIC n'a pas découvert ce mouvement, le grec HIPPARQUE l'a fait bien avant lui, mais il l'a parfaitement intégré dans son système.

Il faudra que JOACHIM VON LAUCHEN, dit RHETICUS, entre en jeu pour que NICOLAS COPERNIC accepte enfin de faire imprimer l'œuvre de sa vie. RHETICUS est un jeune savant sans envergure particulière mais avec un enthousiasme débordant. Il deviendra le disciple du chanoine et lui tiendra compagnie à Frauenburg. Au bout de deux ans de persuasion et d'encouragements, le maître accepte enfin de faire publier son livre. Comme beaucoup de temps a passé, RHETICUS est rappelé par ses obligations de professeur à l'université de Wittenberg et doit déléguer la supervision de l'impression à son ami ANDREAS OSIANDER, un théologien luthérien convaincu. Ce dernier connaît bien le monde savant de l'époque et perçoit tout de suite le danger que représente la publication de la doctrine copernicienne. Il propose de présenter la théorie comme un simple moyen de calcul mais COPERNIC refuse fermement. Voyant que le chanoine faiblit de jour en jour, OSIANDER décide finalement d'ajouter une préface qui trahit totalement l'intention de l'auteur en affirmant que le contenu du livre n'a pas besoin d'être vrai, mais qu'il contient juste des calculs conformes à l'observation. Heureusement pour COPERNIC, il est probable qu'il n'a jamais appris cette trahison car c'est sur son lit de mort qu'on lui apporte le premier exemplaire du *De revolutionibus orbium coelestium*, l'œuvre de toute sa vie. NICOLAS COPERNIC s'éteint le 24 mai 1543 alors qu'il était depuis longtemps paralysé du côté droit et qu'il avait semble-t-il déjà perdu la mémoire.

Une des questions qui passionnaient les savants de l'époque était de savoir si l'univers est fini ou infini. L'Eglise disait clairement qu'il est fini. COPERNIC, prudent, dira que l'univers est gigantesque, et semble être infini mais ne tranchera jamais pour l'une ou l'autre des conceptions. Mis à part ces questions d'infini et d'orbites circulaires, il aura pratiquement tout découvert de ce qu'on pouvait observer avec les moyens de l'époque, faisant d'un coup de la Terre une petite planète parmi toutes les autres.

Malheureusement pour lui, il n'a pas plus de preuves de l'héliocentrisme que son prédécesseur ARISTARQUE DE SAMOS. Ses principaux arguments restent l'esthétique et la simplicité. Dans son livre, COPERNIC écrit: *«Et au milieu de tous repose le Soleil. En effet, dans ce temple splendide, qui donc poserait ce luminaire en un lieu autre, ou meilleur, que celui d'où il peut éclairer tout à la fois ? Or, en vérité, ce n'est pas improprement que certains l'ont appelé la Prunelle du monde, d'autres Esprit du monde, d'autres enfin son Recteur. Trismégiste l'appelle Dieu visible, l'Électre de Sophocle l'Omnivoyant. C'est ainsi, en effet que le Soleil, comme reposant sur le trône royal, gouverne la famille des astres qui l'entoure.»*[5]

COPERNIC a fait un pas de géant dans l'histoire des sciences, un pas trop grand pour certains qui ne se privent pas de le railler, un pas trop petit pour les scientifiques que nous allons rencontrer plus tard.

Chapitre 4

Le monde infini (GIORDANO BRUNO)

L'œuvre de COPERNIC passera assez longtemps presque inaperçue et il faudra attendre jusqu'en 1584 pour que quelqu'un d'autre clame haut et fort que la Terre tourne autour du Soleil. Il s'agit du philosophe italien GIORDANO BRUNO, né en 1548. Il commence par faire des études de littérature classique et de philosophie puis entre au couvent dominicain de Naples. En 1572, il passe son doctorat en théologie mais ne peut pas en profiter très longtemps: quatre mois plus tard, il doit quitter l'ordre suite à deux procès. Il gagne sa vie en enseignant, d'abord au

5. L'Homme et le cosmos, p. 47

collège de Cambrai à Paris puis à la Sorbonne. Plus tard, il voyage en Grande-Bretagne puis en Allemagne avant d'être livré à l'inquisition en mai 1592 lors d'un passage à Venise. Il passe huit ans dans les prisons, subissant d'interminables interrogatoires et séances de torture avant d'être condamné à mort en février 1600 pour hérésie. Le 17 février 1600, il est brûlé vif à Rome.

L'œuvre de BRUNO n'a longtemps pas été reconnue. Il est vrai que le fait d'avoir été brûlé vif sur la place publique n'a pas facilité la diffusion de ces idées. C'est à la fin XVIIIe siècle qu'elle suscitera l'intérêt des philosophes. GIORDANO BRUNO a beaucoup parlé de l'infini et ce qui va nous intéresser est sa thèse de l'univers infini. Pour ce philosophe, il n'y a pas de limite à la création de Dieu. La sphère des fixes n'est qu'un horizon apparent de l'univers, une illusion due à la rotation de la Terre sur elle-même. Et du fait que le firmament ne bouge plus, les étoiles n'ont plus aucune raison d'être équidistantes de la Terre. Déjà là, la position centrale de la Terre est affaiblie. Mais l'idée de BRUNO va bien plus loin: dans un univers infini, il n'y a plus de centre ni de limite. La notion même de centre perd sa signification. Un autre point qui a profondément déplu à l'Eglise: BRUNO parle de «pluralité des mondes». Il n'exclut donc pas qu'il pourrait y avoir ailleurs dans son univers infini un monde comme le nôtre et qui sait, peut-être des habitants. Pour se défendre durant son long procès, GIORDANO BRUNO a dû trouver des arguments pour justifier sa théorie. En premier, il affirme que l'observation par les sens doit être soumise à l'intelligence. Il cite par exemple le fait que l'horizon n'est pas le même si on se trouve au niveau de la mer ou sur une colline voisine. Il n'y aurait donc pas d'horizon absolu mais seulement un horizon relatif au point d'observation. De la même manière, les étoiles qui semblent toutes accrochées à la sphère des fixes, à cette limite de l'observation, ne représentent que l'horizon relatif de la Terre. De ce point de vue, on peut dire que GIORDANO BRUNO a plusieurs siècles d'avance sur ses contemporains, cette affirmation étant encore reconnue pour vrai au XXIe siècle. Comme ses adversaires ne se laissent pas convaincre par cet argument, il en trouve deux autres. Tout d'abord, il affirme que vouloir décréter que l'univers est fini et que le firmament en est sa limite ultime est une absurdité. En effet, si l'univers est fini, on peut supposer qu'il y a quelque chose derrière, idée qui entre en contradiction avec l'affirmation que le firmament est une limite ultime et absolue. Il ne peut pas à la fois avoir une limite ultime et quelque chose derrière. Le deuxième argument est plus théologique. BRUNO affirme qu'un Dieu infini et infiniment bon n'a pu créer qu'un univers à sa mesure, donc un univers infini. Le philosophe croit donc que *«Dieu est infini dans l'infini partout en toute chose, ni au-dessus ni à l'extérieur mais totalement intime à toute choses.»*[6] GIORDANO BRUNO tente ainsi de se justifier devant l'inquisition, avec le peu de succès que l'on sait.

Ce philosophe est certes beaucoup moins connu que COPERNIC, mais il a encore plus essayé de changer la place de la Terre que l'homme dont il se dit un disciple. COPERNIC a déplacé le centre de l'univers du centre de la Terre au centre du Soleil, BRUNO l'a tout simplement supprimé. Il a eu cette audace car il ne s'est pas préoccupé de ce que la foi ordonne lorsqu'il a écrit ses livres de philosophie. Malheureusement, il était trop en avance sur ses contemporains et ceux-ci l'ont envoyé au bûcher pour faire taire ses idées qui n'allaient pas dans le sens du courant de l'époque.

Chapitre 5

Un compromis intéressant (TYCHO BRAHE)

En 1546 naît un autre grand nom de l'astronomie et de la cosmologie. Il s'agit de l'astronome danois TYCHO BRAHE. Son enfance n'est pas la plus malheureuse: son père appartient à la haute noblesse danoise et sa vie matérielle est bien assurée. Tout comme COPERNIC, c'est son oncle qui l'élèvera. Celui-ci est amiral et connaîtra une mort glorieuse en se jetant à l'eau pour sauver la vie de son roi, FRÉDÉRIC II du Danemark. C'est à l'âge de quatorze ans que le jeune TYCHO s'intéresse à l'astronomie. La passion est déclenchée par une éclipse solaire. En réalité, ce n'est pas tant l'éclipse mais le fait qu'on ait pu la prévoir qui le fascine. Mais sa famille n'apprécie pas trop que TYCHO se rapproche d'une carrière de savant. A l'époque, ce n'était pas très bien vu pour un gentilhomme. Le jeune TYCHO, étant du genre à ne pas trop se soucier du qu'en dira-t-on, continue allègrement de se passionner pour les étoiles. Il commencera néanmoins des études de droit à Leipzig. Il y sera le type même de l'étudiant fortuné, franc buveur et querelleur. A 19 ans, se jugeant insulté par un camarade se prétendant meilleur en mathématiques que lui, il provoque un duel au cours duquel il perdra une partie de son nez. Cette petite «plaisanterie» lui vaudra une prothèse nasale en or et argent durant le reste de sa vie. A l'âge de 25 ans, il rêve encore de littérature et écrit quelques textes en latin. Mais à partir de ce moment, il se consacrera entièrement à ses observations astronomiques.

La grande force de TYCHO BRAHE n'est pas tant son génie, bien qu'il n'en soit absolument pas dépourvu, mais sa continuité, son acharnement et son obsession de la précision. C'est grâce à ses qualités qu'il exploitera au mieux l'étrange observation qu'il fera le 11 novembre 1572, à tout juste 26 ans. Cette nuit là, il voit une étoile qu'il n'a jamais remarquée jusqu'à ce moment. Et comme il observait attentivement et constamment le ciel, il est sûr que cette étoile est nouvelle. Ayant de bonnes connaissances en astronomie, il réalise tout de suite ce que cette découverte signifie: ce sont toutes les théories de PLATON, d'ARISTOTE et surtout de PTOLÉMÉE qui sont remises en cause. En effet, depuis les anciens grecs, il est admis dans la communauté scientifique de toute l'Europe que la sphère des fixes, ou firmament, est immuable, que la perfection divine n'a donc pas à changer. Et en 1572, un jeune astronome de 26 ans est sur le point de prouver le contraire. Aujourd'hui on sait que c'est une explosion d'étoile, aussi appelée nova, que le Danois a observé.

TYCHO BRAHE ne finira jamais de donner des coups de pioche dans l'édifice de Ptolémée. Le suivant sera porté en 1577, alors qu'il s'intéresse au passage d'une comète. TYCHO se souvient qu'ARISTOTE a affirmé que les comètes, phénomènes célestes irréguliers par excellence et donc non-parfaits, passaient près de la Terre, mais en tout cas pas plus loin que la Lune. En observant minutieusement, le jeune astronome danois remarque que la comète évolue bien plus loin que la Lune, et même au-delà de Vénus. Non seulement cela contredit ARISTOTE, ce qui constitue déjà presque un crime à l'époque, mais TYCHO en rajoute une couche en déclarant que cette comète coupe les orbites de plusieurs planètes. Cela n'était pas possible pour les Grecs car les planètes étaient censées être accrochées à des sphères de cristal solide, les orbes. Il était donc impossible qu'un quelconque corps solide les traverse. TYCHO BRAHE vient de prouver le contraire. Une fois de plus, la théorie d'ARISTOTE et de PTOLÉMÉE est infirmée.

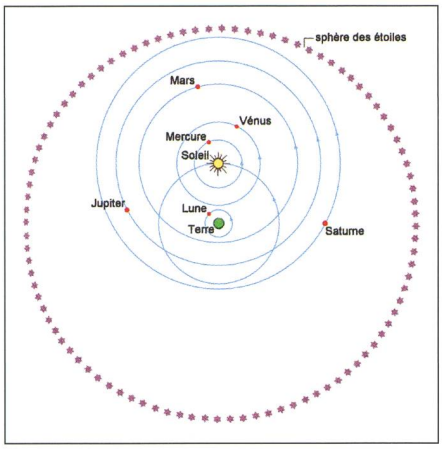
En peu de temps, TYCHO BRAHE devient célèbre et le roi du Danemark FRÉDÉRIC II va même jusqu'à lui offrir l'île de Hveen, un territoire de 5 km de long. Sur son nouveau domaine, l'astronome fait construire un château devenu célèbre par son aspect extérieur qui défiait toutes les imaginations de l'époque, le maître des lieux

6. Encyclopédie Universalis, Volume 4, p. 582.

n'ayant reculé devant aucune fantaisie. TYCHO s'y sentira à l'aise et y développera de nombreux instruments astronomiques. Ils ne sont pas révolutionnaires dans leur principe de fonctionnement mais par leur gigantisme. L'astronome étant féru de précision, il agrandit à une taille inimaginable à peu près tous les instruments optiques de l'époque qui se laissent agrandir pour obtenir toujours plus d'exactitude. Avec ses instruments qui sont sans conteste les plus puissants d'Europe à l'époque, l'astronome décide de vérifier l'exactitude de toutes les tables astronomiques. Il étudie notamment les célèbres tables Alphonsines dressées en 1252 sur l'ordre du roi de CASTILLE ALPHONSE X et utilisées au XVIe siècle par à peu près tous les navigateurs. Voyant qu'elles contiennent beaucoup trop d'erreurs, TYCHO BRAHE décide purement et simplement d'en créer des nouvelles. Alors que COPERNIC pensait qu'une approximation de quelques minutes d'arc était acceptable, TYCHO BRAHE pense en secondes d'arc. Nuit après nuit, lorsque le temps le permet, il scrute le ciel et note avec précision ses observations. Durant les années passées à Hveen, il localisera ainsi près de 1000 étoiles avec une erreur de l'ordre de la minute d'arc seulement. Son grand mérite aura été de ne pas faire aveuglément confiance au passé et d'avoir voulu tout remesurer par soi-même.

Malheureusement, toutes les bonnes choses ont une fin. L'astronome ayant agi comme un tyran avec les paysans de son île, le roi du Danemark finit par lui couper les vivres. Celui-ci, blessé dans sa fierté, décide de quitter l'île avec tout son entourage. Après deux ans d'errances de château en château, il finira par obtenir le poste de *mathematicus* de l'empereur RODOLPHE II de Prague. Il y recevra une bonne pension mais insuffisante à sa folie des grandeurs, l'empereur étant resté très strict avec sa politique budgétaire.

C'est durant les années passées à Prague que TYCHO BRAHE met au point une conception du monde aussi audacieuse et révolutionnaire que nouvelle, et tout cela sans froisser l'Eglise. Il réalise cela en concevant un système qui paraît aujourd'hui saugrenu, mais qui était tout à fait acceptable à l'époque. Il affirme que les planètes tournent autour du Soleil et que ce dernier ainsi que la Lune tournent autour de la Terre. Cela a l'énorme mérite de concilier les avantages des systèmes de COPERNIC et de PTOLÉMÉE et de rassembler leurs partisans respectifs. La Terre reste donc le centre du monde mais le système incorpore nombre des avantages apportés par COPERNIC. On peut se demander aujourd'hui comment une telle construction a pu être admise, mais il faut se rendre à l'évi-



dence que du strict point de vue de l'observation, le système est plausible. En effet, si l'on n'applique pas les lois de la gravité de NEWTON, il est impossible par l'observation pure de déterminer quel corps bouge autour de l'autre, du fait qu'il n'y a aucun repère fiable extérieur au système. La meilleure illustration de ce phénomène est de regarder un train partir alors qu'on est assis dans un train immobile sur une autre voie. On est obligé de regarder un point de repère fixe, la gare, pour vérifier lequel des deux trains est en mouvement.

Il est intéressant de noter que TYCHO BRAHE ne conçoit pas un tel système parce qu'il a une conviction religieuse de l'immobilité de la Terre, mais bien pour des raisons scientifiques. En effet, il procède de la même façon que le voyageur de l'exemple ci-dessus: il se met à la recherche d'un point de repère fiable et croit en trouver un en regardant les étoiles. Ne voyant aucun mouvement par rapport au firmament, il se convainc que la Terre ne bouge pas. L'erreur dans son raisonnement réside dans le fait que les étoiles ne sont pas un point de repère fiable. En effet, bien que ce soit la Terre qui soit en mouvement autour du Soleil, il est impossible de mesurer ce déplacement en se fiant aux étoiles avec les instruments de l'époque, même avec ceux très perfectionnés de TYCHO BRAHE.

Comme son système est fidèle aux observations et ménage également les convictions, il est vite adopté par la communauté savante. A sa mort en 1601, TYCHO BRAHE laisse la Terre à une place ambiguë entre les convictions du passé et les révolutions futures. Il ne se doute pas que la vérité est enfouie quelque part dans ses innombrables observations. En fait, ce qui manque à cet observateur acharné, c'est un théoricien de génie capable d'exploiter la masse inouïe de ses mesures. Cette perle rare, il la rencontrera au crépuscule de sa vie, le 4 février 1600. Cet homme s'appelle JOHANNES KEPLER.

Chapitre 6

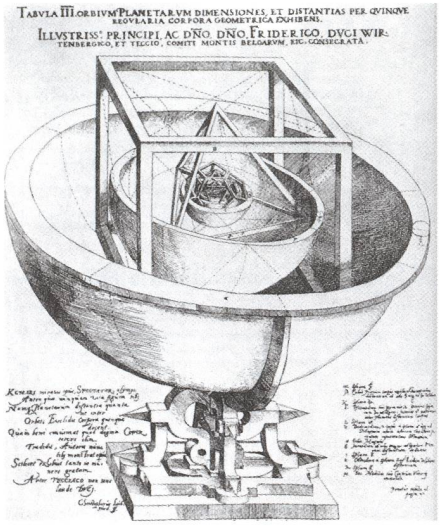
L'effondrement d'un dogme (JOHANNES KEPLER)

La rencontre a lieu dans le grand hall du château de TYCHO BRAHE à Benatek. L'impressionnant TYCHO BRAHE sert dans ses bras ce petit homme maigre et timide au nom de JOHANNES KEPLER. En réalité, cela fait deux ans qu'ils se connaissent, mais par lettres interposées uniquement. Et de leur rencontre vont émerger quelques découvertes de toute première importance pour l'astronomie. Mais revenons un peu en arrière, en l'an 1571.

Le 27 décembre de cette année, KEPLER naît dans une famille pauvre de Weil, en Souabe. Il n'aura pas une enfance très heureuse, vivant dans des conditions très modestes et souffrant toujours d'une maladie ou d'une autre. Sa grande chance aura été d'habiter dans le fief du duc de Wurtemberg. Celui-ci, très en avance sur son temps, a en effet décidé que tout enfant doué mérite une instruction adéquate. Il a donc créé un système de bourses d'études profitant aux enfants pauvres mais intelligents. Le jeune KEPLER est l'un d'eux et il profite donc d'une bonne éducation.

Sa vocation pour l'astronomie est née, comme celle de son futur maître TYCHO BRAHE, d'une éclipse. Pour JOHANNES, ce sera une éclipse de Lune qu'il aura l'occasion de voir à l'âge de neuf ans. Depuis ce jour, la passion du ciel ne l'aura jamais vraiment quitté. Malgré ses éternels ennuis de santé, il réussira de brillantes études, notamment en faculté de théologie. Il n'aura d'ailleurs pas l'occasion de finir complètement celles-ci car il se voit offrir à l'âge de 23 ans déjà, un poste de professeur de mathématiques à l'université de Graz. A peine s'est-il installé à son poste qu'il se déclare déjà comme un partisan convaincu de COPERNIC. En cette fin de XVIe siècle, ce n'est pas vraiment le genre d'affirmation qui facilite le travail d'un savant mais ce n'est de loin pas cette déclaration qui causera le plus d'ennuis dans la vie de KEPLER.

La découverte qu'il considérera jusqu'à la fin de sa vie comme sa plus grande œuvre, il la fera un an plus tard. En fait, c'est à ce moment, en juillet 1595, qu'il aura la première intuition. C'est en dessinant au tableau noir de sa classe un triangle inscrit dans un cercle et circonscrivant un autre cercle qu'il croit voir les orbites des planètes extérieures du système solaire tel qu'il était connu à l'époque: Jupiter et Saturne. Il se met à chercher une combinaison de cercles et de polygones parfaits ayant les mêmes rapports que les orbites des planètes. Comme il ne trouve pas, il essaie avec des sphères et



des polyèdres parfaits. Après de nombreux tâtonnements, il arrive enfin à un résultat qui le satisfait. Dans son modèle, la sphère de Saturne entoure le cube qui lui-même entoure la sphère de Jupiter. Puis succèdent dans l'ordre: le tétraèdre, la sphère de Mars, le dodécaèdre, la sphère de la Terre, l'icosaèdre, la sphère de Vénus, l'octaèdre et pour finir la sphère de Mercure. Et au milieu de tout se trouve le Soleil, astre qui éclaire les planètes de sa lumière. La construction n'est malheureusement pas tout à fait parfaite et pour faire jouer l'imbrication, KEPLER a été obligé de donner une épaisseur aux sphères, les planètes se déplaçant à l'intérieur de celle-ci. On sait aujourd'hui que c'est dû au fait que les orbites ne sont pas circulaires mais elliptiques. C'est KEPLER lui-même qui découvrira cela, mais le mouvement circulaire est une telle institution qu'il n'osera que bien plus tard affirmer que le mouvement est elliptique.

Au début de sa carrière, ce n'est pas son nouveau système cosmique qui le rendra célèbre, mais ses prédictions astrologiques. En effet, il était du ressort du professeur de mathématiques de l'université, le *mathematicus*, de publier le calendrier avec les prédictions astrologiques. Comme KEPLER prédit deux catastrophes, une vague de froid et une invasion turque, qui effectivement se réalisent, il bénéficie rapidement d'un certain respect de la population. En réalité, JOHANNES ne croit pas beaucoup en ses propres prédictions, mais il est convaincu que l'astrologie est une science à construire et qu'un jour elle sera exacte.

Bien qu'elle n'ait pas passé à la postérité comme une découverte majeure, la publication du système cosmique de KEPLER, avec les sphères et polyèdres qui s'emboîtent, lui apportera énormément. En effet, TYCHO BRAHE, à la lecture du document, perçoit en lui le génie qui l'aidera dans son travail. C'est de cet intérêt que découlera la rencontre des deux hommes en février 1600. BRAHE veut faire de KEPLER un associé qui l'aidera à perfectionner sa théorie alors que KEPLER veut principalement accéder aux observations de son nouveau maître pour prouver sa propre théorie.

Lorsque KEPLER arrive au château de Benatek, le sujet à la mode est l'orbite de Mars. A ce moment, LONGOMONTANUS, un autre grand astronome de l'époque qui a été chargé de déterminer cette orbite vient de jeter l'éponge. JOHANNES KEPLER prend donc à cœur de relever ce défi. Il y travaillera avec acharnement pendant plusieurs années, s'approchant parfois tout près de la réponse, lorsque enfin il se rend à l'évidence: l'orbite de Mars est elliptique. On a de la peine à comprendre aujourd'hui pourquoi il a fallu plusieurs années à un bon astronome pour trouver quelque chose qui en fin de compte à l'air si simple. Mais il faut absolument se remettre dans le contexte de l'époque. Le mouvement circulaire était tellement enraciné dans les esprits de l'époque que KEPLER a dû mener une véritable guerre contre ses propres convictions. Et ce n'est que quand il a examiné toutes les autres possibilités qu'il s'est résigné à déclarer que l'orbite de Mars est elliptique. Pendant la recherche frénétique de cette orbite, KEPLER a déjà trouvé un autre fait capital: la vitesse d'une planète dépend de son éloignement au Soleil. En quelques années, KEPLER a donc détruit deux dogmes plus que millénaires: les planètes ne décrivent plus des cercles parfaits et ne se déplacent pas à vitesse uniforme. L'astronome allemand lègue ces deux découvertes à la postérité sous la forme de ce qu'on connaît aujourd'hui comme les deux premières lois de KEPLER:

«1. Les planètes décrivent autour du Soleil une ellipse dont le Soleil occupe l'un des foyers.

2. La vitesse angulaire de la planète est à chaque point de son orbite en raison inverse du carré de la distance au Soleil ; la vitesse croît lorsque la planète s'approche davantage du centre de son mouvement et décroît lorsqu'elle s'en éloigne.»[7]

C'est donc véritablement tout le système antique de PTOLÉMÉE qui s'écroule et l'astronomie est enfin débarrassée d'un de ses plus grands fléaux: les épicycles. En effet, une fois l'obligation de l'orbite circulaire levée, plus rien n'oblige les théoriciens à introduire ces mécanismes complexes pour faire coïncider l'observation et la théorie. C'est un progrès formidable pour cette science. Mais KEPLER n'en reste pas là. Il continue à observer et à essayer d'expliquer le monde qui l'entoure. Malheureusement, il perdra son poste à Prague en 1611 lors de l'abdication de son protecteur RODOLPHE II. Jusqu'à la fin de sa vie, KEPLER errera à travers l'Europe, ne trouvant nulle part une situation qui lui convienne. Mais JOHANNES n'est pas un homme qui se laisse abattre par les circonstances et en 1619, dans une situation difficile, il écrit son plus grand livre: *L'Harmonie du monde.* Il y résume les connaissances de son époque de toutes les branches du savoir, de l'astronomie à la musique en passant par les mathématiques et l'astrologie. Et c'est dans ce livre, profondément enfoui dans le cinquième tome, que se trouve ce qu'on connaît aujourd'hui en tant que troisième loi de KEPLER:

«Les carrés des temps de révolutions sont entre eux comme les cubes de leur distance moyenne au Soleil.»[8]

Dans ce livre, KEPLER énonce une autre grande idée: le Soleil est un moteur qui émet des lignes de force qui font tourner les planètes. On reconnaît quasiment la loi de la gravitation de Newton. Malheureusement, il n'a jamais réussi à la formuler complètement et s'éteindra le 15 novembre 1630 à Ratisbonne.

JOHANNES KEPLER était lui aussi un ces grands esprits très en avance sur son temps. Non seulement il a révolutionné l'astronomie, la débarrassant de ses épicycles et donnant à NEWTON le point de départ de sa loi de la gravitation universelle, mais il est aussi le fondateur de l'optique moderne en essayant de comprendre le principe de fonctionnement des lunettes. Comme son ancien maître TYCHO BRAHE, il a lui aussi laissé à la postérité des tables planétaires plus exactes que toutes les précédentes. Mais surtout, il est un des premiers à s'être vraiment intéressé à la cause des phénomènes. Il n'a pas à proprement parler modifié la place de la Terre dans l'univers, il a modifié l'univers dans l'ensemble et il a apporté plusieurs éléments pouvant prouver la théorie de COPERNIC. De plus, il a laissé à NEWTON tous les outils pour redéfinir la place de notre planète dans le cosmos.

Chapitre 7

Les preuves de l'héliocentrisme (GALILÉE)

Un autre grand esprit de l'astronomie, d'ailleurs contemporain de KEPLER, est l'incontournable GALILÉE. Il naît à Pise le 15 février 1564, d'un père musi-

7. L'Homme et le cosmos, p. 68

8. L'Homme et le cosmos, p. 70

cien et musicologue reconnu. C'est dans cette ville qu'il vit ces premières années. A l'adolescence, son père a encore l'ambition de faire de lui un médecin mais il devra vite abandonner cette idée car son fils a découvert la passion des mathématiques. En fait, c'est OSTILIO RICCI, un ami de la famille qui l'a mis sur cette voie. GALILÉE commence donc des études de mathématiques. Il faut croire qu'il est doué car en 1589, à l'âge de 25 ans déjà, il est recommandé pour le poste de lecteur de mathématiques à l'université de Pise. Mais le poste est mal payé, 60 écus florentins, ce qui même pour l'époque est peu si l'on sait que le professeur de médecine de la même université en gagne 2000. C'est pourquoi il n'hésitera pas longtemps lorsqu'on lui propose trois ans plus tard un poste à l'université de Padoue, dans la république de Venise. Son salaire ne lui suffira toujours pas et pour pouvoir entretenir sa famille, il sera obligé de donner des cours privés et d'héberger de riches étudiants dans sa demeure. GALILÉE passe presque deux décennies entières à Padoue où il enseigne les mathématiques, l'architecture militaire et la mécanique. Il n'est alors qu'un modeste professeur parmi d'autres, rien ne laisse présager le formidable destin qui l'attend.

C'est en 1609 que la vie de GALILÉE bascule. Plus précisément, c'est au moment où il apprend que les Hollandais possèdent un étrange instrument en forme de tube avec deux lentilles, l'une convexe et l'autre concave. Vous aurez reconnu la fameuse lunette. Contrairement à la légende, GALILÉE ne l'a pas inventée, mais il l'a énormément améliorée. En réalité, la lunette hollandaise avait des lentilles de piètre qualité. L'image était floue et déformée et le grossissement n'excédait pas sept fois. GALILÉE va améliorer les lentilles, les positionner plus précisément et obtenir une lunette renvoyant une image nette avec un grossissement de 30 fois. C'est cette lunette améliorée qu'il présente le 21 août 1609 aux autorités de Venise. L'effet est colossal, les gens enchantés et GALILÉE enfin reconnu en tant que grand savant et non plus en tant que simple professeur. Avec sa nouvelle notoriété, GALILÉE réussit à se trouver un bon protecteur: le grand-duc de Toscane, dont il deviendra le mathématicien.

Le bouleversement définitif de la vie de GALILÉE aura lieu une nuit de janvier 1610. Le savant italien pointe pour la première fois son instrument sur les étoiles. Et ce qu'il a dû ressentir est à peine concevable. Imaginez le sentiment de cet homme qui découvre d'un coup des centaines et des centaines de nouvelles étoiles. Il en découvrira d'ailleurs tellement qu'il renoncera à les compter. Il passera des nuits entières à observer le ciel tel un enfant qui a reçu un nouveau jouet. Il s'aperçoit que la Voie lactée* qui apparaît à l'œil nu comme une traînée blanche est en réalité une nuée d'étoiles individuelles. Mais il fait une découverte encore plus sensationnelle le 7 février. En pointant Jupiter avec sa lunette, il découvre trois petits points lumineux alignés de part et d'autre de la planète. La nuit suivante, il en voit également trois, mais alignés différemment. En observant nuit après nuit la danse de ces points lumineux, il en vient à la conclusion que se sont des corps célestes qui tournent autour de Jupiter à la manière de la Lune qui tourne autour de la Terre. Une autre découverte majeure est celle des phases de Vénus. Observé à la lunette, l'aspect de la planète change nettement au cours du temps. Elle présente des phases croissantes et décroissantes exactement comme la Lune.

Galilée tient enfin ce qu'il cherchait depuis longtemps. En effet, cela faisait un certain nombre d'années qu'il avait secrètement adopté la doctrine copernicienne. Mais n'ayant pas plus d'argument que le chanoine polonais, il a préféré garder ses convictions pour lui. Il a même continué d'enseigner le système de PTOLÉMÉE à l'université alors qu'il le considérait intimement comme erroné. Mais le savant venait de découvrir deux éléments clés qui lui permettraient de démontrer le système de COPERNIC. Les phases de Vénus prouvent que cette planète tourne autour du Soleil et non autour de la Terre. Et les lunes de Jupiter prouvent elles aussi que la Terre n'est pas le centre de l'univers, que tout ne tourne pas autour d'elle. C'est autant pour annoncer ces découvertes que pour démontrer le système de COPERNIC que GALILÉE publie le *Sidereus Nuncius*. Il profite de l'occasion pour s'attirer les bonnes faveurs du grand-duc COSME II DE MÉDICIS en nommant les quatre lunes qu'il a découvertes les «planètes médicéennes». L'effet recherché est largement atteint: le grand-duc de Toscane le nomme premier mathématicien de l'université de Pise et lui offre une rente de 1000 écus florentins. De plus, GALILÉE est maintenant assuré d'un protecteur puissant. Mais la parution de ce livre lui apportera encore beaucoup plus: le grand JOHANNES KEPLER, déjà bien connu en 1610, lui offre son soutient inconditionnel. Galilée, ravi de cette aide inattendue, accepte le soutien mais ne lui envoie même pas un exemplaire de sa lunette. Si bien que la relation entre les deux hommes cessera brusquement quelques mois plus tard.

GALILÉE ne s'arrête pas en si bon chemin. Il observe également notre lune et y découvre quelque chose d'impensable pour son époque: il y a des montagnes à la surface de notre satellite naturel! Selon ARISTOTE, notre Lune était un corps parfait tout comme le reste du cosmos, il est donc impossible qu'elle ait des aspérités à sa surface. Et pourtant, c'est bien ce que GALILÉE observe: des montagnes, cratères, des gouffres, etc. A l'aide des ombres de ces sommets, il se permet même de calculer leur hauteur. Bien entendu, ces affirmations rendent fou de rage les partisans d'ARISTOTE, tenants d'un monde séparé en deux avec d'un côté le monde sublunaire avec son contenu altérable et de l'autre côté le firmament où tout est parfait et invariable. Dire qu'il y a des montagnes à la surface de la Lune revient au même qu'affirmer que cette antique vision est fausse. Les opposants de GALILÉE ne pouvant pas attaquer le fait qu'on voie des montagnes avec la lunette, ils décident d'attaquer l'instrument en affirmant que l'image est fausse, qu'elle trompe les sens. Ces opposants contestent également le mouvement de la Terre, arguant qu'une pierre lancée verticalement ne tomberait pas au même endroit et qu'on devrait sentir le sol bouger alors que ce n'est pas le cas.

GALILÉE ne se laisse pas démonter et trouve des contre-arguments. Selon lui, il est normal qu'on ne sente pas la Terre bouger car elle se déplace régulièrement. Un marin se trouvant dans une cabine sans hublot d'un navire en marche ne sent pas de mouvement non plus. De même, lorsqu'on lâche une pierre du sommet d'un mât, elle tombe toujours au pied de celui-ci, quelle que soit la vitesse du bateau, tant que celle-ci est constante. C'est ce qu'on appelle aujourd'hui la loi d'inertie, c'est d'ailleurs GALILÉE lui-même qui la formulera le premier dans son dernier livre. Quant à l'argument disant que tout s'envolerait, GALILÉE réplique qu'on ne percevrait rien car la Terre tourne tellement lentement que l'effet est entièrement compensé par l'attirance du sol (qu'on nommera plus tard force de gravité). On peut comparer la Terre a une roue qui tourne tellement lentement qu'elle ne fait qu'une seule rotation en 24 heures. Il est clair que dans ce cas ni la roue ni la Terre n'éjectent quoi que ce soit. Les partisans d'ARISTOTE ont la peau dure et ne se laissent pas convaincre par ce raisonnement, pourtant limpide à nos yeux.

GALILÉE s'occupe maintenant d'un autre sujet brûlant. Brûlant pour plusieurs raisons: d'abord parce que son objet d'étude est le Soleil et aussi parce qu'il entre en conflit direct avec l'ordre

des jésuites. Notre astronome italien ose en effet aborder le sujet des taches solaires. Comme elles sont parfois suffisamment grandes pour être visibles à l'œil nu, d'autres personnes les ont déjà observées avant lui, dès l'Antiquité même. Avec sa lunette, GALILÉE observe qu'elles ont des tailles et des formes variables et aussi que leur nombre n'est pas constant. Il soutient également avec toute sa fougue que ces taches sont bien à la surface du Soleil et que ce dernier n'est donc lui non plus pas parfait. C'est là qu'entre en scène le Père SCHEINER, un des plus prestigieux savants jésuites. Celui-ci affirme qu'il n'y a pas de taches sur le Soleil, mais qu'il y a d'obscurs objets entre le Soleil et la Terre qui donnent cette impression. GALILÉE n'est pas d'accord avec lui et comme à son habitude, il se permet de ridiculiser son opposant. L'ennui, c'est que l'adversaire est un membre influent de la Compagnie de Jésus et qu'il ne se laissera pas faire.

Depuis ce moment, GALILÉE va d'ennuis en ennuis, qui seront de plus en plus grands et menaçants. En 1616, la Sainte Inquisition entre en jeu et examine le cas. Après quelques jours de délibérations, les théologiens décident d'interdire le livre et la doctrine de COPERNIC et donnent un avertissement solennel à GALILÉE. Celui-ci est sommé de ne plus jamais parler de COPERNIC et de sa théorie, le mieux serait qu'il puisse l'oublier. Le savant florentin s'en tire à bon compte, la protection du grand-duc de Toscane a parfaitement joué son rôle. Le scientifique semble avoir compris la leçon, du moins pour l'instant. Car en 1623, le cardinal MAFFEO BARBERINI est élu pape sous le nom d'Urbain VIII. GALILÉE le connaît bien et sait que le nouveau souverain pontife est un ami des savants. Il reprend espoir et se met à écrire son plus grand livre: le *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*. C'est vraiment le chef-d'œuvre de GALILÉE. Dans un subtil dialogue entre trois personnages, il présente au lecteur le système antique de PTOLÉMÉE et le nouveau système copernicien. Deux personnages présentent brillamment tous les arguments en faveur du système copernicien et un tenant d'ARISTOTE essaie vainement d'argumenter en faveur du système antique.

Mais GALILÉE est allé beaucoup trop loin. Malgré la promesse qu'il a faite en 1616 de ne plus jamais parler de COPERNIC, il a une fois de plus fait tout son possible pour imposer la nouvelle doctrine et ridiculiser les partisans de l'ancienne. La conséquence ne se fait pas attendre: peu de temps après l'impression du livre, GALILÉE est convoqué au Saint-Office de Rome. Son procès dure plusieurs mois et le verdict est sans surprise. Le savant florentin est jugé coupable et est condamné à abjurer et renier toute sa doctrine. Devant la puissance de l'Inquisition, un homme faible et vieillissant comme GALILÉE n'a pas vraiment le choix: il s'exécute à contre-cœur. Il vivra la fin de sa vie isolé, avec pour seule compagnie sa fille VIRGINIA. De plus, sa santé ira de plus en plus mal, il deviendra même aveugle. Et c'est dans cet état qu'il écrira son dernier livre, mais pas le moins important: le *Dialogue des sciences nouvelles*. Cet ouvrage est entièrement consacré à la dynamique. Il y traite du mouvement des corps, dont le mouvement accéléré encore mal connu, et il y formule aussi la loi d'inertie si importante en mécanique qui sera d'ailleurs un point de départ précieux pour ISAAC NEWTON. Après avoir combattu toute sa vie contre d'innombrables adversaires, le savant florentin meurt le 8 janvier 1642, battu par la maladie.

GALILÉE est peut-être le premier vrai scientifique. Il a toujours affirmé qu'une preuve doit être apportée par l'expérience et non par la cohérence avec ce qui a été dit auparavant. Avec ce principe, il s'est battu toute sa vie pour que la doctrine copernicienne soit admise. Alors que le chanoine polonais n'avait comme seuls arguments que l'esthétique et la simplicité pour étayer sa théorie, GALILÉE a trouvé pas moins de quatre nouveaux arguments en faveur de la thèse affirmant que la Terre n'est pas un endroit privilégié de l'univers. Avec les lunes de Jupiter, il a montré que d'autres planètes ont des lunes. Avec les phases de Vénus, il a démontré qu'il y a également du changement dans le reste du cosmos, que la Terre n'est donc pas le seul endroit où il y a changement. Les montagnes lunaires et les taches solaires sont deux autres faits qui prouvent que la Terre n'est pas le seul endroit qui ne soit pas parfait. GALILÉE a passé sa vie à démontrer que notre planète n'est pas un lieu à part dans l'univers, qu'elle est une planète comme les autres. Et c'est cette idée affolante que notre Terre soit une petite boule perdue dans l'immensité de l'univers qui inquiétait tant les contemporains de GALILÉE.

Chapitre 8

Un monde soumis à une seule loi (ISAAC NEWTON)

Par une étonnante coïncidence, un autre grand savant naît l'année même du décès de GALILÉE. Il s'agit d'ISAAC NEWTON qui vient au monde le jour de Noël de l'an 1642 dans le petit village de Woolsthorpe, en Grande-Bretagne. Le petit garçon aurait pu souhaiter mieux comme famille. En effet, son père est mort trois mois avant sa naissance et sa mère lutte pour la survie de la famille avec le peu d'argent qu'elle a. Le malheur semblant s'acharner sur Isaac, sa mère se remarie lorsqu'il a trois ans avec le pasteur du village voisin qui ne veut pas de lui. Il est abandonné à sa grand-mère jusqu'à onze ans, c'est-à-dire la mort de son beau-père et le retour de sa mère. Malgré sa vie familiale loin de l'idéal, le petit Isaac développe des aptitudes au bricolage étonnantes. Il surprend déjà tout son petit village avec ses moulins à eau, ses cerfs-volants et ses cadrans solaires qui aujourd'hui encore indiquent l'heure exacte. Son intérêt pour la science grandit et il emprunte même des livres scientifiques à un de ses voisins. Une des seules fois où la chance a pensé à lui durant son enfance est à l'âge de quinze ans, quand son instituteur perçoit son aptitude de futur génie. Le maître insiste auprès de sa mère pour qu'ISAAC NEWTON puisse aller à l'université. Il faudra que l'instituteur aille jusqu'à proposer d'accueillir l'enfant chez lui pour que la mère accepte. Mais l'essentiel est acquis: Isaac se prépare à rentrer au prestigieux *Trinity College* de Cambridge.

A 19 ans, le 5 juin 1661, NEWTON entre dans cette université pour y étudier les mathématiques. Mais le chemin est difficile pour cet étudiant tourmenté, surtout qu'il est constamment aux prises avec ses complexes d'infériorité et de culpabilité. Il se croit inférieur aux autres étudiants, pour l'immense majorité d'entre eux de bonnes familles, et est convaincu qu'il commet constamment des péchés mortels. Il est déprimé et la seule chose qui va le sauver est son intérêt pour la science. D'ailleurs, il faut croire qu'il n'a pas trop mal mené ses études puisqu'il passe ses diplômes jusqu'à devenir professeur de mathématiques à l'âge de 27 ans, soit après seulement huit ans d'études.

NEWTON fera de nombreuses découvertes passionnantes durant sa longue vie mais la plus importante à nos yeux, il la fait à l'âge de 24 ans, soit avant même d'avoir terminé ses études. NEWTON est assis sous un pommier lorsqu'il voit une pomme tomber. Au même moment, en levant les yeux, il aperçoit la Lune. C'est à ce moment qu'il a l'intuition géniale qu'il y a probablement une même loi qui gouverne le mouvement de ces deux corps si différents. Il déduit d'après les orbites des planètes que cette force de gravité devrait s'exercer en raison inverse du carré de la distance séparant les planètes du Soleil. NEWTON vient de s'approcher de la formule défi-

nitive aussi près que jamais personne ne l'a fait avant lui, mais chose étonnante, il se désintéresse du sujet. Comme s'il n'avait pas compris la portée phénoménale de la loi sur laquelle il vient de mettre le doigt, il décide d'arrêter ses recherches et de s'intéresser aux propriétés de la lumière. Tout comme on ne sait pas exactement pourquoi il a décidé de changer de centre d'intérêt, on ne sait pas non plus quelle est la part de légende dans l'histoire de la pomme. Mais le fait est qu'il s'est intéressé au lien qu'il y avait entre le mouvement de la pomme et celui de la Lune et c'est bien cela qui sera déterminant pour toute la science post-newtonienne.

Comme nous venons de l'apprendre, ISAAC NEWTON s'intéresse aux propriétés de la lumière, en particulier de la lumière solaire. Il utilise des prismes pour séparer la lumière blanche, étudie chacun des composants et réunit ces composants avec un autre prisme pour reformer de la lumière blanche. Bref, il étudie méthodiquement tout ce qu'il parvient à étudier. Bien que les propriétés de la lumière ne concernent pas directement la cosmologie, du moins pas encore (voir chapitre 10), la démarche du savant est intéressante, car elle est révélatrice de sa façon de travailler sur tous les sujets. NEWTON ne se contente pas d'environs et d'à-peu-près. Lorsqu'il étudie un phénomène, c'est jusqu'au bout et avec précision. On s'étonne d'autant plus qu'il ait abandonné l'étude de la gravité en si bon chemin. Mais nous n'avons pas d'autres choix que d'accepter ce fait et nous demander ce qu'il fera plus tard.

A partir de 1671, NEWTON sort progressivement de son isolement. Cette année, il invente le télescope qui porte aujourd'hui encore son nom et l'année suivante, il est élu membre à la *Royal Society* de Londres. A peine une semaine après son élection, il fait déjà parler de lui en annonçant la prochaine publication de sa théorie sur l'optique. Mais en faisant cela, NEWTON tombe sur un opposant de taille: ROBERT HOOKE. Non seulement ce savant déjà bien établi a une théorie sur la lumière radicalement différente, mais en plus il est président de la *Royal Society*. NEWTON ne se laisse pas impressionner pour autant: il répond que seule sa théorie rend compte fidèlement aux observations, qu'il n'y a donc pas d'alternatives possibles. Sans entrer dans la suite du débat, on perçoit là un autre trait de caractère de NEWTON: son intransigeance et son manque de ménagement envers ses opposants. C'est donc au centre des polémiques que le savant continuera ses multiples recherches.

En cette fin de XVIIe siècle, il reste toujours un épineux problème: on n'a toujours pas trouvé de loi qui gouverne «le grand ballet de l'univers» comme disent les poètes. En 1684, NEWTON est interrogé sur ce sujet par EDMUND HALLEY, lui aussi un membre de la *Royal Society*. Il se rappelle alors de sa découverte sur la gravité qu'il a faite 20 ans plus tôt. Mais il décide de tout reprendre au début, de construire depuis la base une théorie solide et fiable sur cet important sujet. L'idée fondamentale reste la même que deux décennies plus tôt: une seule loi gouverne les mouvements de tous les corps de l'univers. En étudiant le sujet dans ses moindres détails pendant dix-sept mois, NEWTON écrit un ouvrage génial qui a pour titre: *Philosophiae naturalis principia mathematica*. En fait, c'est un traité posant à la fois les bases de la mécanique terrestre et de la mécanique céleste. Je fais ici la distinction entre deux parties mais bien entendu toutes les lois que NEWTON énoncera ont une portée universelle. Ce n'est que l'application pratique qui est plus spécifiquement dédiée à un milieu. Revenons un peu en détail sur chacune des parties que nous venons d'aborder. La mécanique terrestre est ce qu'on appelle les trois lois de NEWTON. La première est la loi d'inertie: *un corps persévère dans le mouvement (ou le repos), sur une ligne droite et à vitesse constante, tant qu'aucune force n'agit sur lui.* NEWTON attribue à juste titre cette loi à GALILÉE, car comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, le savant italien l'avait déjà énoncée. La seconde loi est aujourd'hui appelée loi fondamentale de la dynamique: *la force agissant sur un corps est proportionnelle à l'accélération que subit ce même corps.* Comme son nom l'indique, cette loi est aujourd'hui une pierre fondamentale sur laquelle est bâtie la physique. La dernière loi est celle d'action et de réaction: *lorsqu'un corps agit sur un autre avec une certaine force, cet autre corps réagit avec une force égale mais opposée sur le premier corps.* Ce principe n'a jamais été plus actuel qu'aujourd'hui: les avions à réaction l'utilisent constamment pour ne citer qu'un seul exemple. J'ai désigné ces lois par mécanique terrestre car elles s'appliquent constamment sur Terre, mais comme dit précédemment, elles sont valables universellement. NEWTON ne vit plus au temps où l'on fait une distinction nette entre la Terre et le reste de l'univers, COPERNIC et GALILÉE se sont suffisamment battu pour cela.

Intéressons nous maintenant à ce qui a fait passer NEWTON d'un bon savant à un savant unique: la loi de la gravité universelle. Il l'avait déjà effleurée en 1666, il va maintenant la formuler complètement: «*deux corps massifs s'attirent en raison directe de leur masse et en raison inverse du carré de leur distance.*»[9] Voilà, en 1687, date de la publication des *Principia*, la phrase est lancée et la cosmologie a définitivement rompu le dernier lien qui restait depuis l'antique conception du monde d'ARISTOTE et de PTOLÉMÉE. Avec cette loi et les connaissances acquises depuis NICOLAS COPERNIC, l'Homme est désormais capable de calculer avec une extrême précision tous les mouvements célestes. En fait, seul un certain ALBERT EINSTEIN apportera, au début du XXe siècle, quelques modifications à ce prestigieux édifice.

Revenons maintenant à la formulation de cette loi. «*Deux corps massifs s'attirent en raison directe de leur masse...*» signifie que l'attraction est proportionnelle au produit des masses des deux corps en présence. Quand on considère le produit des masses entre le Soleil et une planète, on comprend pourquoi cette force n'a pas d'effet visible entre deux objets terrestres, le produit de leur masse est infiniment plus petit que celui d'une planète et du Soleil. Affirmer que l'effet n'est pas visible n'est pas rigoureusement exacte. Il faudrait dire que l'effet est négligeable car c'est par cet effet qu'on parviendra plus tard à déterminer avec précision la valeur de la constante qui se trouve dans l'expression mathématique de la loi[10]. La seconde partie de cette loi s'énonce: «*... en raison inverse du carré de leur distance.*» Cela signifie que l'intensité de la force d'attraction est proportionnelle à l'inverse du carré de la distance qui sépare les deux corps. Dit plus simplement: si la distance double, l'intensité est divisée par quatre. NEWTON a formulé sa loi en pensant au système solaire, nous savons aujourd'hui qu'elle est valable jusqu'au plus profond de l'univers. Il reste une chose à observer à ce sujet: NEWTON a toujours refusé de donner une cause à la gravité universelle. Comme cette cause n'est pas déductible de l'observation, il juge qu'il n'est pas scientifique d'en donner une.

Pour ceux qui en doutaient encore après l'invention du télescope et la publication de son traité d'optique, ISAAC NEWTON deviendra après la publication des *Principia* le scientifique le plus coté de Grande-Bretagne, si ce n'est d'Europe. Ce n'est donc pas un complet hasard

9. L'Homme et le cosmos, p. 121.

10. La constante de gravité universelle a été déterminée pour la première fois par HENRY CAVENDISH en 1798 à l'aide d'une balance de torsion dont le principe repose sur l'attraction gravitationnelle entre deux masses.

si en 1696 on pense à lui lorsqu'il s'agit de repourvoir le siège de directeur de la Monnaie du royaume. Sa nouvelle fonction consiste à s'occuper de la bonne marche de la frappe des pièces d'or et de coordonner la lutte contre les faussaires. Ses prédécesseurs ne considéraient ce poste que comme un titre honorifique et déléguaient la quasi-totalité de leurs tâches à des hommes de main. Mais NEWTON, avec toute l'application qu'on lui connaît, ne se le permet pas. Il prend personnellement en main une bonne partie des affaires de falsification, y investissant aussi une bonne dose d'énergie. Le tournant du siècle sera pour le scientifique une période bénie: après sa nomination à la Monnaie, il est élu président de la *Royal Society* en 1703 après la mort de son adversaire de longue date ROBERT HOOKE, anobli par la reine Anne en 1705 et même élu membre correspondant de l'Académie française des sciences. Bref, il est le premier des cosmologistes que nous avons abordé à avoir réussi à asseoir sa gloire, à se faire apprécier du pouvoir. D'ailleurs, il établira si bien son autorité qu'il régnera en dictateur absolu sur la science pendant les trente dernières années de sa vie. Quel changement radical, quand on pense qu'il n'y a pas si longtemps, c'était l'Eglise catholique qui tenait ce rôle. ISAAC NEWTON passera donc son temps à contrer les rares adversaires qui s'opposeront encore à lui. Comme il n'y a plus personne en Grande Bretagne, le débat s'orientera vers le continent où se trouvent ses deux principaux adversaires: GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ et RENÉ DESCARTES. Avec LEIBNIZ, c'est au sujet du calcul infinitésimal que porte la dispute. Il semblerait aujourd'hui que les deux savants ont développé simultanément et indépendamment l'un de l'autre les bases de ce qu'on appelle maintenant le calcul différentiel et intégral. Nous n'enterons pas dans le détail de cette dispute qui concerne beaucoup moins la cosmologie que le débat qui oppose NEWTON à DESCARTES. Le savant français a en effet développé son propre système du monde. La principale différence avec celui de NEWTON est l'absence de vide, tout l'univers est rempli de matière subtile qui forme des tourbillons. Et ce sont ces tourbillons qui créent tous les mouvements célestes. Il est évident que cette conception est radicalement opposée à celle du savant anglais et même totalement incompatible, mais elle est suffisamment élaborée et cohérente pour réunir un certain nombre d'adhérents, surtout en France. Il faudra qu'un autre Français se mêle de la dispute pour que la doctrine newtonienne s'impose enfin sur tout le continent. Ce Français n'est autre que VOLTAIRE qui prendra position pour l'Anglais avec toute son autorité. NEWTON terminera sa longue et fructueuse vie en poursuivant la chasse aux faussaires dans tout le royaume. Il s'éteindra le 20 mars 1727 à l'âge de 85 ans, alors que deux jours auparavant, il semblait encore en parfaite santé.

Avant de conclure ce chapitre, il faut encore préciser une chose: NEWTON n'a pas tout le temps été ce scientifique génial qui a su mettre tout l'univers dans une équation, ce savant qui ne laisse aucune place à l'irrationnel. Il s'est intéressé à toutes les branches du savoir, pas seulement aux mathématiques, à la chimie et à l'astronomie, mais aussi aux rêves, à l'imagination, à la télépathie et à l'alchimie. Pendant des années, il a consacré du temps et de l'énergie à étudier les métaux, leurs alliages et leur structures dans l'espoir d'obtenir la pierre philosophale et le remède universel capable de soigner n'importe quelle maladie. Le savant s'est intéressé à cette matière jusqu'au jour où il est devenu un personnage public, avec son élection à la *Royal Society*. Cet épisode de sa vie, de nombreux biographes le passent sous silence, mais il est révélateur d'une chose: l'arbre des connaissances n'est pas qu'un tronc où tout pousse en ligne droite, c'est un arbre avec beaucoup de branches dont seules quelques-unes atteignent le sommet. Et même des scientifiques connus ont emprunté quelques branches latérales.

Pendant que l'on parle de l'irrationalité de NEWTON, il me paraît important d'aborder le lien qui existe entre NEWTON et Dieu. Si le savant a toujours refusé de dire pourquoi son système du monde fonctionne, c'est parce qu'il attribue à Dieu la place de moteur de l'univers. C'est Lui qui intervient à chaque instant pour faire fonctionner le ballet des planètes. Sans Dieu, l'univers n'existerait pas. Ce sont les successeurs de NEWTON qui vont remarquer à quel point le système est parfait et qu'il ne nécessite en fait aucune aide extérieure. C'est ainsi que peu à peu, la place de Dieu dans l'organisation de l'univers diminuera jusqu'à atteindre la situation actuelle où l'on ne sait plus vraiment où placer la divinité, tellement la mécanique céleste apparaît parfaite et bien huilée.

(A suivre)

CÉDRIC BLASER
4, Chemin des Colverts, CH-1233 Lully

27 janvier 2003
Maître accompagnant: PIERRE-DANIEL MEYER
Collège de Saussure
Travail de maturité

2. Teleskoptreffen «mirasteilas»

24.-26. Oktober 2003 in Falera

Wir möchten sie darüber informieren, dass wir am 24.-25.-26. Oktober 2003 die 2. Teleskoptreffen «mirasteilas» in Falera, Graubünden, Schweiz organisieren.

Auf unserer homepage **http://www.mirasteilas.net**

sind noch die genauen Daten angegeben.
Wir möchten sie recht herzlich zu dieser Veranstaltung einladen und hoffen auf ein zahlreiches erscheinen.

Mit freundlichen Grüssen
Astronomische Gesellschaft Graubünden
i.V. JOSÉ DE QUEIROZ und MANUEL TÖNZ