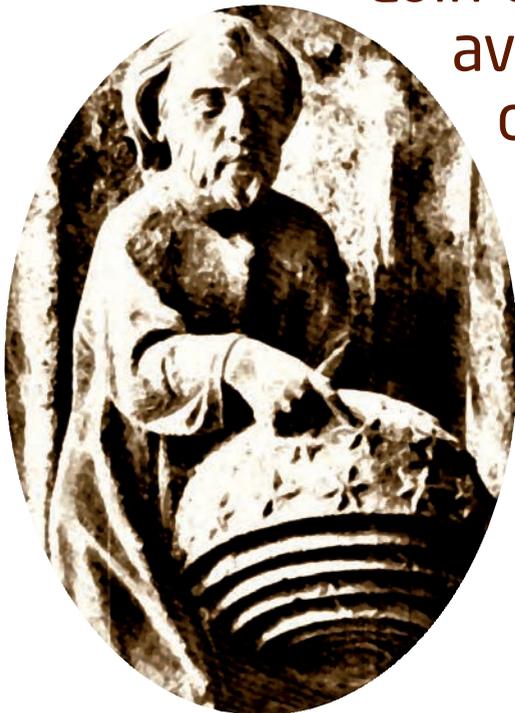


Systeme solaire

Les structures en forme de disque sont légion dans l'Univers, des galaxies spirales aux anneaux des planètes géantes en passant par les disques protoplanétaires. Mais derrière cette apparente unité de forme se cachent de grandes disparités de structure et de comportement, dont l'étude révèle un ordre sous-jacent.

Loin des théories chaotiques avancées en guise d'explication par les astronomes, une surprenante architecture géométrique et arithmétique est à l'œuvre, qui peut nous aider à lever un coin du voile.



© Nasa

un chef-d'œuvre mathématique

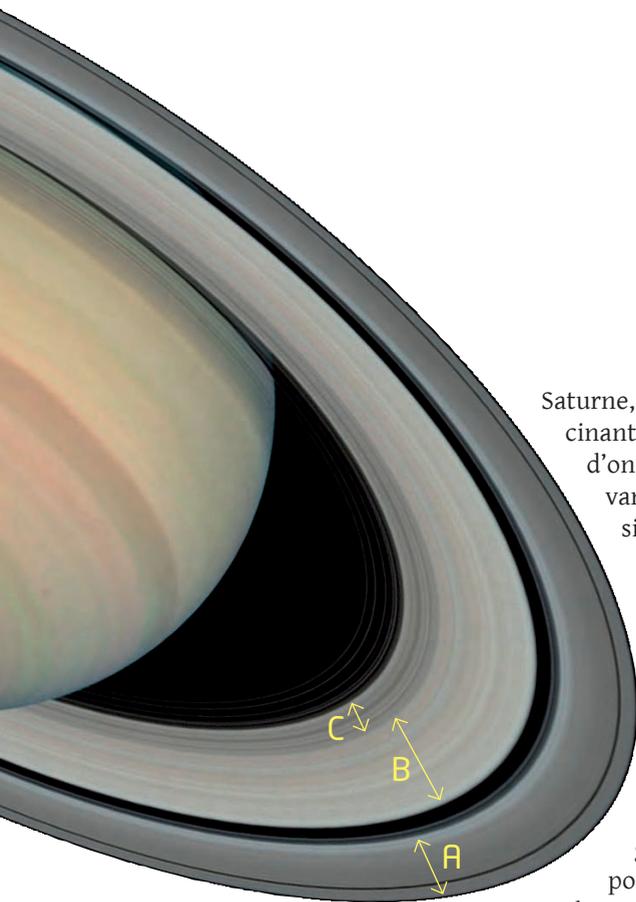
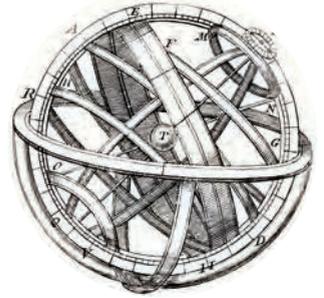


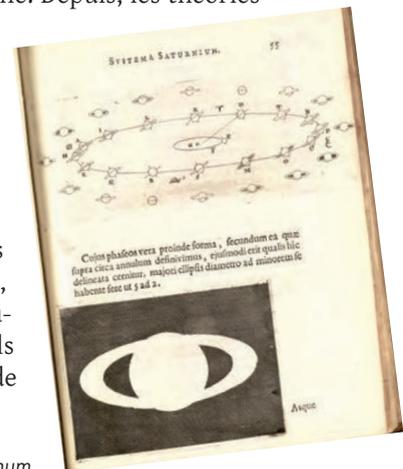
Fig. 1 - Saturne vu par le télescope spatial *Hubble*. Depuis la Terre, seuls les trois anneaux primaires (A, B et C) sont suffisamment denses pour être observables. La division de Cassini est la bande sombre qui sépare l'anneau A des deux autres.

L'hypothèse la plus généralement répandue présume que les anneaux primaires de Saturne sont composés d'éléments diversifiés, dont la taille va de la poussière jusqu'aux blocs de plusieurs mètres, voire centaines de mètres.

Lorsqu'en 2004 la sonde *Cassini* se plaça en orbite autour de Saturne, les anneaux apparurent dans toute leur splendeur, dévoilant un monde fascinant en perpétuelle effervescence, semblable à un vaste microsillon parcouru d'ondulations, de filaments et d'autres formations tout aussi mystérieuses. Devant une telle ordonnance et une telle beauté, il est difficile de croire que le simple hasard des collisions accidentelles associé aux forces gravitationnelles ait pu modeler et maintenir à long terme des structures aussi complexes. C'est pourtant la théorie que la majorité des astronomes nous présentent à l'heure actuelle : le Système solaire dans son ensemble serait l'aboutissement d'une longue évolution chaotique, modelée par différents processus parmi lesquels les forces gravitationnelles ont tenu un rôle essentiel, le tout complexifié par les hasards d'un certain nombre de collisions aussi hypothétiques qu'accidentelles. Devant les progrès de la science, l'idée d'une intelligence organisatrice sous-jacente, d'un quelconque Grand Architecte qui aurait apposé de la sorte sa signature, est-elle encore envisageable aujourd'hui ? Et dans ce cas, comment la déceler ? L'une des voies possibles est l'étude mathématique de deux structures en forme de disque fort dissemblables : les anneaux de Saturne et la ceinture principale d'astéroïdes.

Des anneaux presque parfaits

Saturne est sans conteste le plus beau joyau du Système solaire. Au début du XVII^e siècle, Galilée fut le premier à observer une caractéristique étrange autour de la planète, qu'il interpréta comme un astre triple en raison de la trop faible résolution de la lunette artisanale de sa fabrication. Il fallut attendre 1659 pour que Christiaan Huygens comprenne qu'il s'agissait d'un anneau. À l'époque, certains astronomes pensaient qu'un tel disque compact tournait d'un seul bloc autour de Saturne. Depuis, les théories ont évolué avec les connaissances acquises. Les sondes *Pioneer* et *Voyager*, qui ont rendu visite aux grosses planètes depuis les années 80, ont permis d'observer de nouveaux anneaux autour de Saturne, mais aussi de découvrir ceux de Jupiter, d'Uranus et de Neptune, qui sont trop ténus pour être observables au télescope depuis la Terre. De nos jours, l'hypothèse la plus généralement répandue présume que les anneaux primaires de Saturne (fig. 1) sont composés d'éléments diversifiés, dont la taille va de la poussière jusqu'aux blocs de plusieurs mètres, voire peut-être la centaine de mètres. Ils seraient constitués de matériaux rocheux ainsi que de glaces en assez grandes proportions.



Une page du *Systema Saturnium* de Christiaan Huygens (1659).

Éléments chimiques instables

D'autre part, les prises de vue rapprochées fournies par les sondes Voyager ont révélé de brusques fluctuations dans leur apparence. En peu de temps, d'immenses zones d'ombre en structures radiales s'y développent parfois (fig. 2). Or, une telle variation rapide de leur aspect ne cadre pas avec une composition de roches et de glaces. Il faut envisager d'autres explications, par exemple des éléments chimiques fins et instables qui changeraient d'état sous certaines conditions locales (électromagnétiques ou autres influences inconnues). Pour l'instant, l'emploi du conditionnel est de rigueur car nous ne savons pas vraiment de quoi est composée cette multitude de petits objets, ni comment elle a pu s'agencer de la sorte et se maintenir dans la durée. Et c'est là une énigme de taille. Car c'est une multitude d'éléments qui tournent autour de Saturne de manière absolument cohérente, non pas éparpillés, mais tous parfaitement alignés dans le même plan. Nous avons là une structure parfaite presque en deux dimensions qui, de plus, est strictement positionnée dans le plan équatorial de Saturne, leur inclinaison étant de zéro degré (voir encadré ci-dessous).

Le mystère s'épaissit lorsque nous observons nos satellites artificiels géostationnaires en orbite équatoriale terrestre. En effet, ceux-ci ne restent stables que grâce à de petits propulseurs qui rectifient de temps à autre leur positionnement. Sans ces petites corrections régulières de trajectoire, ils perdraient leur stabilité initiale et dériveraient progressivement vers d'autres orbites. Diverses causes engendrent ces perturbations : l'hétérogénéité de la planète, l'attraction du Soleil, la présence de satellites naturels (Lune), l'influence des autres planètes distantes et, sur le long terme, le passage rapproché occasionnel d'un astéroïde, etc. Les anneaux de Saturne, eux aussi soumis à de telles perturbations, conservent pourtant leur structure parfaite.

Satellite gardien... perturbateur

À l'intérieur des anneaux apparaissent des bandes circulaires étroites et vides d'éléments nommées divisions, telle celle de Keeler (fig. 3 et 4), très proche du bord extérieur de l'anneau A. On y distingue le tout petit satellite Daphnis (environ 7 km de diamètre), qui y circule. Les astronomes parlent volontiers de « *satellite gardien qui contrôle la division* », allant même jusqu'à affirmer que c'est Daphnis qui a généré, par sa force gravitationnelle, la division et qui, mainte-

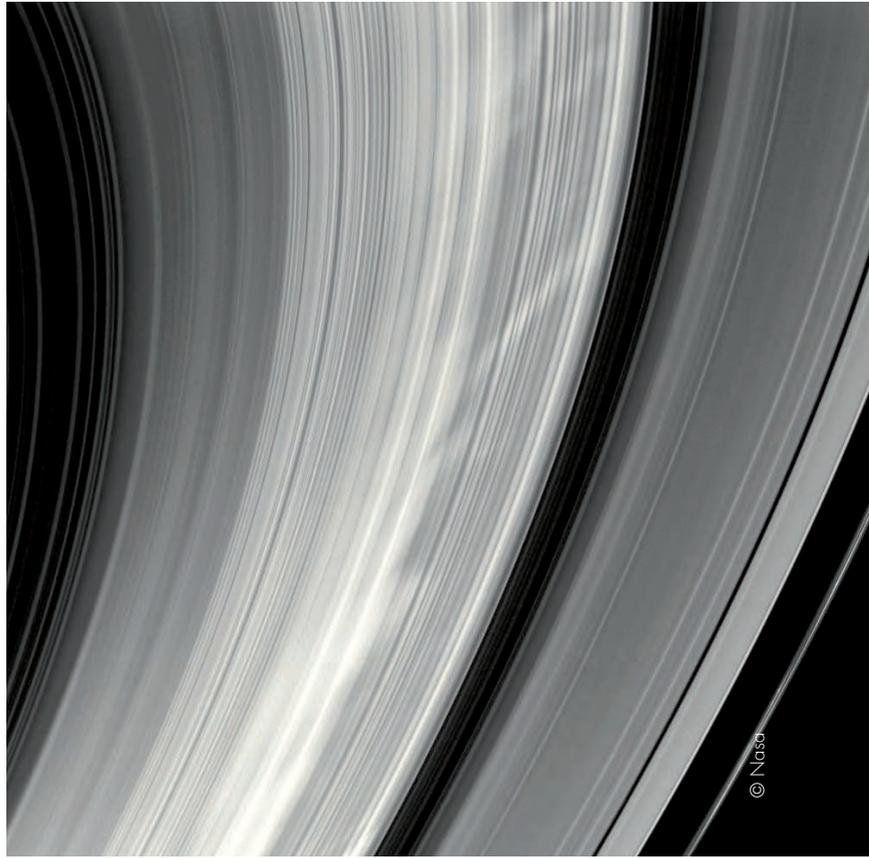


Fig. 2 - Des ombres radiales sont visibles sur cette vue rapprochée des anneaux prise par Voyager.

nant, la régule et la stabilise. Il nous est difficile de proposer une hypothèse sur l'origine de cette particularité satellite/division, mais la simple observation rend évident que la présence de ce satellite ne régule ni ne stabilise quoi que ce soit. Bien au contraire...

Tous les fins éléments des anneaux visibles sur les photos sont en révolution autour de Saturne. Leurs vitesses orbitales respectives sont inversement fonction de leur distance à la planète. Ainsi, les anneaux internes, plus proches de Saturne, tournent plus vite que l'anneau externe. La zone I (fig. 3) a donc une vitesse plus élevée que la zone II, tandis

► Paramètres orbitaux

Dans le Système solaire, les orbites des corps célestes peuvent être caractérisées par leur forme (en général des ellipses), leur période, et leur inclinaison.

Le grand axe d'une ellipse, et donc la plus grande longueur de « l'ovale » de l'orbite, est l'équivalent géométrique du diamètre du cercle. Le demi-grand axe, également appelé distance moyenne au Soleil, est par conséquent l'équivalent du rayon du cercle, le paramètre mathématique fondamental à partir duquel on peut effectuer les différents calculs d'orbite.

En conséquence, dans une orbite elliptique solaire, la distance momentanée d'un corps varie constamment, passant périodiquement de son point le plus proche du Soleil, le périhélie, à son point le plus éloigné, l'aphélie. L'excentricité mesure l'allongement de l'ellipse, un cercle ayant une excentricité nulle.

Selon les lois de Kepler, la période de révolution d'un objet est en lien direct avec sa distance à l'astre attracteur, c'est-à-dire avec le demi-grand axe de son orbite.

L'inclinaison orbitale est calculée par rapport au plan de l'écliptique, choisi de manière très anthropocentrique puisqu'il s'agit du plan Terre-Soleil. Elle est exprimée en degré d'angle. Toutes les planètes ne sont ainsi pas coplanaires, même si le plan de leur orbite s'éloigne peu de celui de la Terre. Il n'en va pas de même pour les astéroïdes et les comètes, dont l'inclinaison est très variable.

En ce qui concerne les satellites naturels ou artificiels, la référence zéro degré choisie est généralement le plan équatorial de la planète mère.



Figure 4 - Détail de la division de Keeler vue par la sonde Cassini, montrant les ondes se développant au passage de Daphnis.

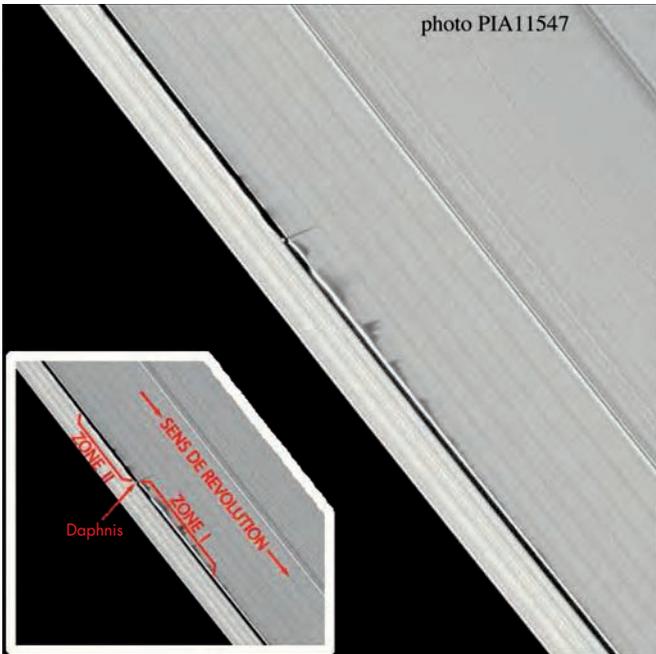


Figure 3 - La division de Keeler vue par la sonde Cassini.

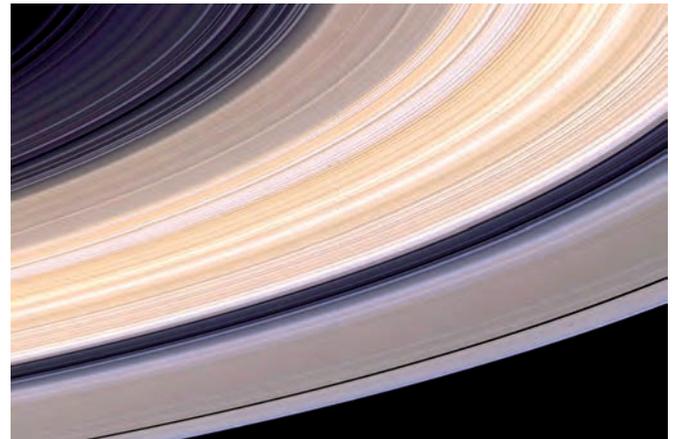


Figure 5 - La structure fine des anneaux vus par la sonde Cassini. De gauche à droite, on distingue l'anneau C (gris sombre), l'anneau B (rose saumon), la division de Cassini (noire) puis l'anneau A (gris).

que Daphnis est animé d'une vitesse intermédiaire. Ainsi, tandis que la zone I, plus interne, vient de dépasser Daphnis, ce dernier dépasse la zone II qui lui est plus externe. Les vagues de perturbations observées dans les zones I et II sont donc la conséquence du passage tout récent de ces dernières à proximité de Daphnis. Au fur et à mesure de l'éloignement de Daphnis, les perturbations s'estompent et finissent par disparaître. De plus, la lumière solaire rasante et les ombres qu'elle projette montrent que ces perturbations n'agissent pas seulement latéralement dans le plan des anneaux mais aussi perpendiculairement (en 3D). Imaginez un gros bateau naviguant sur un fleuve : il génère des vagues (perturbations) importantes et des remous qui vont se propager sur l'eau jusqu'à se briser sur les berges. Puis la pesanteur va ramener l'eau dans le lit du fleuve tandis que les remous vont finir par s'estomper également par entropie (perte d'énergie par frottement). Et le calme revient progressivement.

Et pourtant, ils tournent !

On pourrait donc penser qu'après le passage de Daphnis, les choses devraient se passer de la même manière dans la division de Keeler. Rien n'est plus faux ! Dans l'espace, la dynamique est totalement différente. Une fois qu'une perturbation est créée, elle se maintient car il n'y a ni berges, ni lit de fleuve, ni frottement dans les matériaux qui puissent ramener les choses en place. Au contraire, révolution après révolution, le satellite Daphnis va continuer son œuvre de bouleversement et, à chaque nouveau passage, non seu-

lement la perturbation précédente devrait encore exister (bien que plus éparpillée), mais la nouvelle perturbation devrait s'y additionner jusqu'à engendrer un désordre toujours croissant dans les anneaux. À l'évidence, ce n'est pas le cas. Qu'est-ce qui maintient activement la stabilité de l'ensemble en réorganisant rapidement les parties perturbées après chaque passage de Daphnis ? Dans quel plan invisible le « lit du fleuve » de toutes ces particules naviguant en orbite saturnienne se trouve-t-il ? Nos connaissances en physique et astrophysique, notre compréhension de l'environnement spatial échouent à expliquer de manière cohérente et sincère la dynamique des anneaux. Et pourtant, ils tournent... ! Et ils tournent même très rond puisque tous ces éléments sont en orbite rigoureusement circulaire autour de Saturne. Les images en gros plan le montrent clairement. Chaque anneau principal est en fait constitué d'un grand nombre d'annelets bien distincts les uns des autres (fig. 5). Si les particules qui les composent ne tournaient pas rond, si leurs orbites avaient la moindre excentricité, cela brouillerait immédiatement les limites des annelets et engendrerait de multiples micro-collisions au sein des anneaux, provoquant un désordre général croissant. Il existe donc des forces invisibles et inconnues qui régulent et stabilisent les anneaux de Saturne. L'efficacité et la puissance de cette dynamique organisatrice compensent et dominent à l'évidence les nombreuses influences perturbatrices, ce qui a pour effet de maintenir le tout dans un ordre impeccable.

Jeux arithmétiques multiples

Un ordre que les nombres révèlent parfaitement. Les anneaux A et B sont séparés par l'importante division de Cassini, tandis que B et C sont contigus et ne se différencient que par leur niveau de luminosité (fig. 6, à droite). Le milieu de la division de Cassini est situé à exactement 1 rayon de la surface de la planète (J), soit 2 rayons de son centre (K). D'après les lois de la mécanique céleste, les éléments les plus internes de l'anneau C orbitent le plus vite du fait de leur moindre distance à la planète, leur révolution s'effectuant en un peu moins de six heures. L'autre côté de ce grand anneau formé par les deux anneaux contigus B et C, à savoir le bord externe de l'anneau B (L), gravite, lui, en précisément deux fois plus de temps. Le positionnement de la division de Cassini détermine donc deux rapports mathématiques précis intégrant le chiffre 2. Ce qui laisse peu de place au hasard. Or, en mathématiques les plus basiques qui soient $2 + 2$ ou $2 \times 2 = 4$.

Le 4, pierre angulaire du Système solaire

Dans un article paru en 2005*, j'ai mis en évidence d'innombrables jeux de chiffres et de géométrie parmi les planètes, notamment avec le chiffre 4 qui, ainsi que son inverse $\frac{1}{4}$, se révèle être la pierre angulaire numérique du Système solaire. Un quart s'écrit sous forme décimale 0,25. On retrouve en effet différentes images de ce nombre (2,5, 25, etc.) associées à différentes images du 4 (40, 0,4, etc.) dans de multiples jeux arithmétiques d'un bout à l'autre du Système solaire. Et les anneaux de Saturne ne font pas exception à cette règle particulière.

La division de Cassini, positionnée à 2 rayons saturniens du centre de la planète, a donc un diamètre de 4 rayons saturniens (fig. 7, M). Le diamètre interne de l'anneau C (N) équivaut à 2,5 rayons saturniens, soit l'inverse d'une image du chiffre 4. Et pour enfoncer le clou, nous trouvons au sein des anneaux une seconde référence à cet inverse de 4 (P) où le rapport des périodes de révolution entre le bord interne de l'anneau C et le bord externe de l'anneau A est de 2,5.

Ces données nous montrent sans équivoque possible la magnifique structure mathématique qui gouverne Saturne et ses anneaux. Le hasard seul peut-il raisonnablement être responsable d'une telle organisation ? Comme le prétendait un certain Albert Einstein, « le hasard c'est le divin qui se présente incognito ! ».

Un nuage distendu en forme de tore

Loin du bel ordonnancement des anneaux de Saturne, la ceinture d'astéroïdes située entre Mars et Jupiter a plutôt l'aspect d'un nuage d'objets hétéroclites et indisciplinés (fig. 8). Elle n'est pas constituée d'éléments fins pouvant s'apparenter à de la poussière, mais d'objets dont le diamètre va de quelques dizaines de mètres à plusieurs centaines de kilomètres (voir encadré page 93). Étant répartis dans un très vaste espace, ils nous apparaissent isolés les uns des autres. D'ailleurs, les sondes spatiales en route vers les planètes externes traversent cette zone sans grand

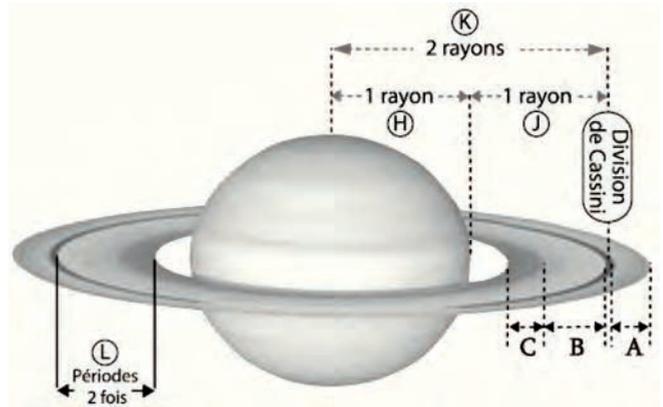


Figure 6 - Proportions arithmétiques des anneaux A, B et C autour du chiffre 2.

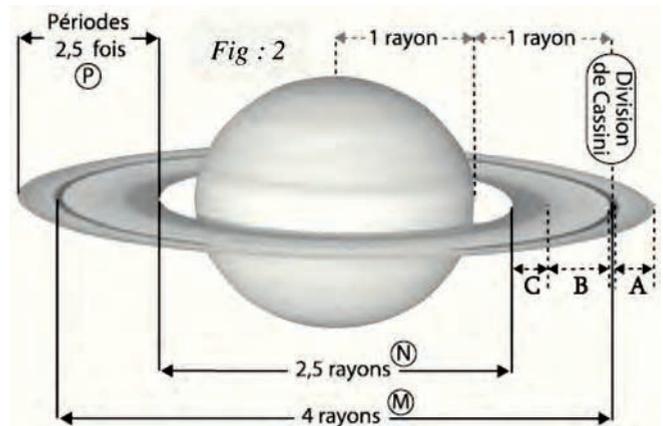


Figure 7 - Proportions arithmétiques des anneaux A, B et C autour du chiffre 2,5.

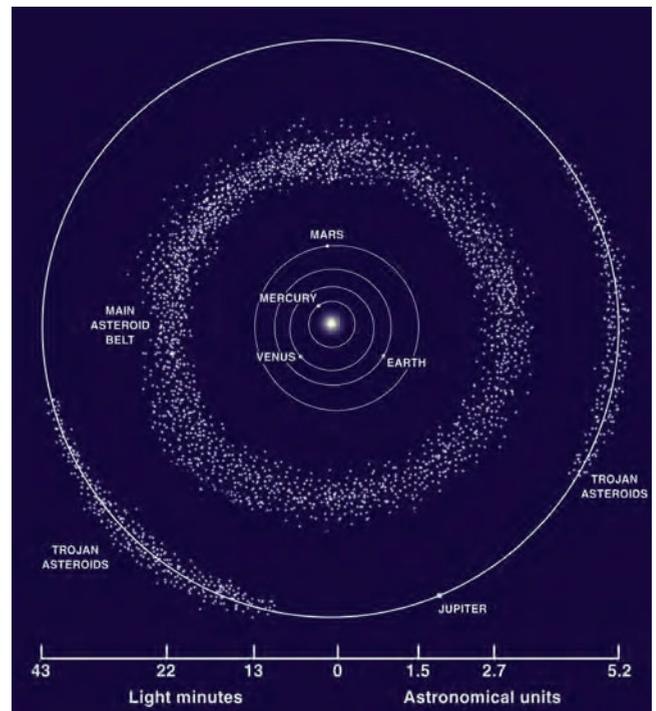


Fig. 8 - La ceinture d'astéroïdes située entre les orbites de Mars et Jupiter. Chaque petit point représente la position instantanée d'un astéroïde.

► Une avalanche d'astéroïdes

Le premier objet de la ceinture d'astéroïdes fut découvert le 1^{er} janvier 1801 par le moine Giuseppe Piazzi, directeur de l'observatoire de Palerme, en Sicile. C'était un énorme caillou circulant au-delà de l'orbite de Mars, qui fut baptisé Cérès et qui inaugura une nouvelle catégorie de corps du Système solaire : les planètes mineures. Planètes, elles le sont par leurs orbites solaires, mineures, par leur petite taille. En effet, si les plus grosses font quelques centaines de kilomètres de diamètre, la plupart ne font que quelques dizaines de kilomètres, voire beaucoup moins. Ces astéroïdes, comme on les nomme maintenant, circulent un peu partout dans l'espace, depuis le voisinage du Soleil jusqu'aux confins du Système solaire, bien au-delà de Neptune et Pluton. Néanmoins, plus de 99 % des objets connus gravitent entre les planètes Mars et Jupiter en formant un immense anneau appelé la ceinture d'astéroïdes. Durant le XIX^e siècle, on découvrit quelques centaines de ces objets, pour passer à une moyenne d'une découverte par jour durant le XX^e siècle, soit plusieurs dizaines de milliers. Depuis une douzaine d'années, les programmes de détection plus sophistiqués et plus systématiques, faisant largement appel aux moyens informatiques, ont permis l'identification d'une centaine de nouveaux astéroïdes dûment répertoriés chaque jour : le cap des 500 000 a ainsi été franchi durant le premier semestre 2010. Tous ces objets révolutionnent dans le sens direct, c'est-à-dire dans le même sens que les planètes ; tous... sauf quelques très rares objets qui circulent autour du Soleil dans le sens contraire.

risque de collision. Autre différence notable avec les anneaux de Saturne, les astéroïdes ne gravitent pas dans un plan bien délimité. Leurs orbites possèdent différentes inclinaisons (voir encadré page 90), ce qui fait que ces astres passent alternativement au-dessus puis au-dessous du plan moyen de la ceinture en accomplissant leur révolution solaire.

De plus, leurs excentricités sont très variées, et ils circulent sur des trajectoires elliptiques dont les grands axes sont diversement orientés dans toutes les directions du zodiaque. La diversité de tous ces paramètres a pour conséquence qu'ils suivent des orbites elliptiques qui se croisent et s'interpénètrent dans le plus grand désordre apparent. La ceinture d'astéroïdes n'a donc absolument pas l'aspect d'un disque, mais plutôt celui d'un immense nuage distendu en forme de tore, c'est-à-dire d'un anneau en trois dimensions. La répartition observable des astéroïdes (fig. 9) tient compte du fait que chacun d'eux gravite sur une orbite elliptique. Par conséquent, leur distance solaire momentanée varie, passant au rythme de leur révolution du périhélie à l'aphélie (voir encadré page 90). Mais au-delà de cette apparente désorganisation, au-delà de cette physionomie qui peut sembler chaotique au premier regard, une analyse plus approfondie révèle

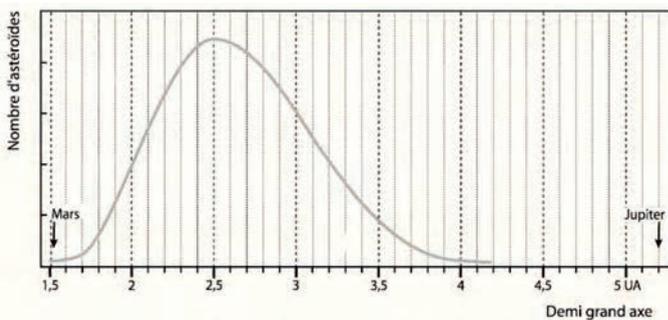


Figure 9 - Courbe de distribution générale des objets dans la ceinture d'astéroïdes en fonction du demi-grand axe. Les distances au Soleil sont exprimées en unités astronomiques (UA : distance moyenne Terre-Soleil).

de multiples sculptures internes, des structures finement ciselées, qui ne manquent pas d'aiguiser notre perplexité.

Lacunes et concentrations

En 1866, alors qu'il analysait les caractéristiques orbitales de la petite centaine d'astéroïdes connus à l'époque, l'astronome et mathématicien américain Daniel Kirkwood fit une découverte remarquable : la quasi-absence d'astéroïdes ayant des périodes de révolution égales à $1/4$, $1/3$ ou $1/2$ de celle de Jupiter, la planète géante proche, qui effectue sa boucle solaire en 11,86 années terrestres. Cette carence de planètes mineures sur les orbites ayant un rapport fractionnaire simple avec celle de Jupiter porte depuis le nom de lacunes de Kirkwood. Au fur et à mesure de l'augmentation du nombre d'objets recensés, ce phénomène a été amplement confirmé. En imaginant que les orbites de cette multitude de planétoïdes deviennent rigoureusement circulaires, l'aspect confus dispa-

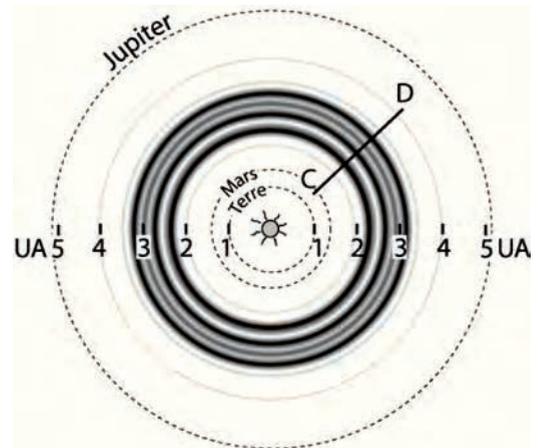


Figure 10 - Représentation schématique de la ceinture d'astéroïdes en supposant les orbites circulaires. Les cercles foncés correspondent aux concentrations d'astéroïdes ; les cercles blancs ou clairs intercalés, à des zones vides ou peu denses.

rait au profit de concentrations d'astéroïdes intercalées avec des zones vides ou peu denses (fig. 10). Ce sont les lacunes de Kirkwood, qui sont encore plus apparentes si l'on fait une coupe transversale dans la ceinture (fig. 11). Le paramètre demi-grand axe étant lié mathématiquement à la période de révolution, la répartition fortement irrégu-

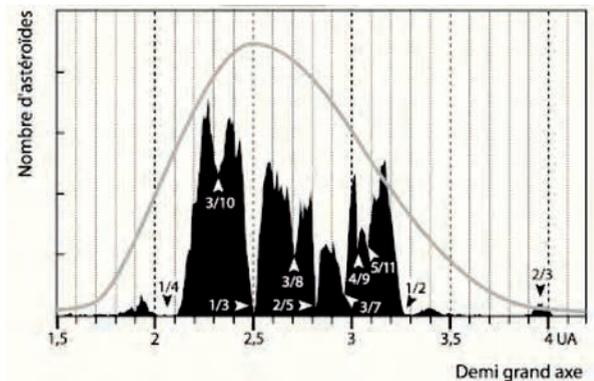
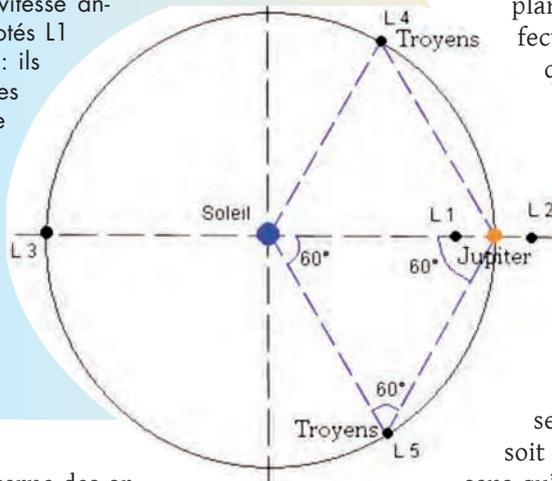


Figure 11 - Orbites privilégiées et lacunes telles qu'elles apparaîtraient selon la coupe CD de la figure 10 (calcul sur 21 000 objets). La courbe grisée est celle de la figure 9.

► Les points de Lagrange

Les points de Lagrange, nommés en l'honneur du mathématicien français Joseph-Louis Lagrange, sont des positions de l'espace où les champs de gravité de deux corps massifs en orbite (par exemple une planète et le Soleil) se combinent pour compenser exactement la force centrifuge. En ces points, un troisième corps de masse négligeable reste immobile par rapport aux deux autres, les accompagnant ainsi dans leur révolution à la même vitesse angulaire. Ils sont au nombre de cinq (notés L1 à L5). Les points L4 et L5 sont stables : ils forment un triangle équilatéral avec les deux corps. On observe par exemple une concentration d'astéroïdes, appelés Troyens, sur chacun de ces points de l'orbite de Jupiter. Les points L1 à L3, alignés avec les deux corps, sont des points instables. Les points L1 et L2 de la Terre sont les lieux privilégiés de positionnement de divers satellites artificiels.



tites accumulations de planétoïdes situés sur les points dits de Lagrange (voir encadré ci-contre) sont en rapport 1/1 avec l'orbite jovienne.

Au-delà de Neptune, une autre concentration analogue d'objets a été découverte plus récemment : le disque de Kuiper. Cet anneau de planètes mineures possède un effectif pour l'instant bien plus faible que celui de la ceinture principale (environ un millier d'objets recensés), et des groupes d'objets y sont en résonance avec la planète Neptune. Le plus connu est le groupe de Pluton dont les orbites sont en rapport 3/2 avec celle de Neptune.

Ainsi, cet énigmatique phénomène de résonance orbitale peut se manifester soit par une lacune, soit par une concentration d'objets, sans qu'une interprétation cohérente et logique puisse nous l'expliquer avec certitude.

On remarque que la ceinture d'astéroïdes, comme les anneaux de Saturne, fait référence au chiffre 4 et à son inverse (fig. 11). En effet, la courbe grisée culmine à 2,5 UA tandis qu'une profonde lacune se positionne également rigoureusement au même endroit. Or ces orbites vides à 2,5 UA correspondent presque exactement à des périodes de révolution solaire de 4 ans.

Pas d'excentricité zéro...

Si le phénomène des lacunes de Kirkwood est assez bien connu dans le monde de l'astronomie, d'autres le sont beaucoup moins car entourés d'une grande discrétion, voire d'un silence total. Il n'est en effet pas habituel de parler ouvertement de ce qui met à mal nos théories et nos concepts. Les excentricités orbitales constituent un paramètre marquant de la ceinture d'astéroïdes. Lorsqu'on établit la répartition des astéroïdes en fonction de leur excentricité (fig. 12), l'orbite circulaire (excentricité zéro) apparaît parfaitement vide, mettant en évidence une véritable lacune d'astéroïdes possédant des orbites circulaires ou quasi circulaires. Au contraire, les huit planètes principales, à l'exception de Mercure, affectionnent des orbites d'excentricité proche de zéro. En adoptant des excentricités très variées et, d'autre part, en fuyant systématiquement et totalement l'excentricité zéro, les astéroïdes ont donc pris radicalement le contre-pied des anneaux de Saturne, dans lesquels toutes les orbites sont rigoureusement circulaires.

lière met en évidence de multiples lacunes. Chacune d'elles concerne des orbites qui sont dans un rapport fractionnaire simple avec la période orbitale de Jupiter. Plusieurs hypothèses ont été émises pour tenter d'expliquer ce phénomène qui semble en lien avec la planète géante, mais aucune n'a fait l'unanimité chez les scientifiques. L'explication la plus fréquemment avancée est celle d'un phénomène de résonance avec Jupiter, mais le fait de nommer une singularité n'est pas suffisant pour en apporter la compréhension. Les lacunes de Kirkwood demeurent donc un mystère d'autant plus grand qu'à d'autres endroits du Système solaire, le phénomène s'inverse tout aussi mystérieusement. Ainsi, une petite concentration isolée d'astéroïdes possède une résonance 2/3 avec Jupiter (à droite sur la figure 11, vers 4 UA). Ailleurs, au niveau de l'orbite de Jupiter, deux pe-

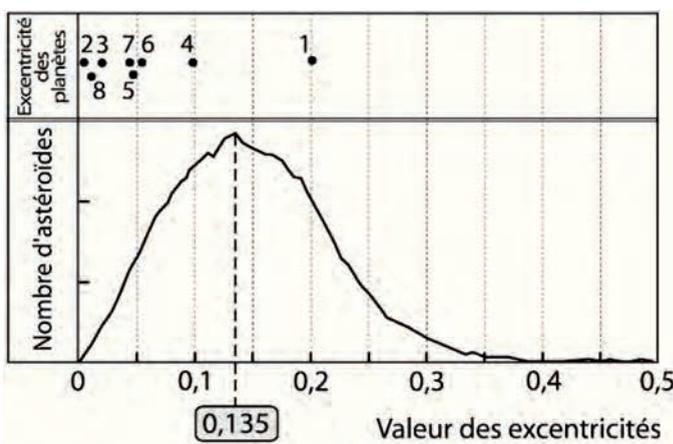


Fig. 12 – Répartition des astéroïdes en fonction de leur excentricité, comparée à celles des planètes du Système solaire.

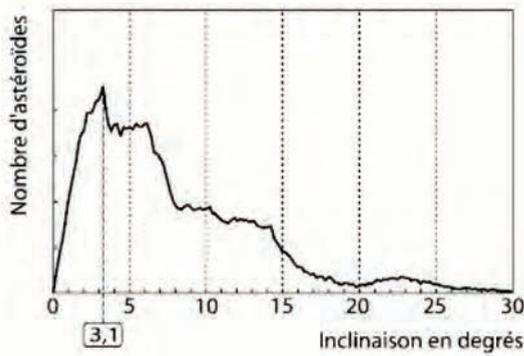


Fig. 13 – Répartition des astéroïdes en fonction de leur inclinaison par rapport au plan de l'écliptique.

... ni d'inclinaison zéro

De plus, ces mêmes orbites sont alignées sur l'équateur de Saturne, c'est-à-dire d'inclinaison nulle, alors que celles des astéroïdes montrent un comportement bien différent. Très curieusement, la courbe de leur répartition en fonction de l'inclinaison de leurs orbites (fig. 13) met en évidence non seulement des inclinaisons très diversifiées, mais aussi une lacune totale d'astéroïdes possédant une inclinaison orbitale de zéro degré. Et aucune raison physique ne permet d'expliquer ce phénomène. Une coupe perpendiculaire au plan de l'orbite terrestre (écliptique) dans la ceinture d'astéroïdes (fig. 14), orientée pour la circonstance selon l'axe de longitude 0°-180°, avec le Soleil au centre, fait ressortir l'inclinaison très particulière des objets. Les orbites situées à droite avec une inclinaison de +10° apparaissent également à gauche avec, cette fois, une inclinaison de -10°. C'est cette symétrie orbitale qui donne une forme particulière en ailes de papillon. Une lacune d'astéroïdes dans le plan de l'orbite terrestre apparaît de manière évidente. Notre planète n'est ni suffisamment proche ni suffisamment massive pour pouvoir générer un quelconque effet conséquent. Et même si elle l'était, cela n'expliquerait toujours pas ce qui peut avoir provoqué ce phénomène lacunaire. Que veulent nous dire les astéroïdes par un tel comportement ? Pourquoi ces petits astres s'écartent-ils du plan de l'orbite de la Terre que nous avons choisi de manière très anthropocentrique comme référence zéro degré pour les inclinaisons orbitales ?

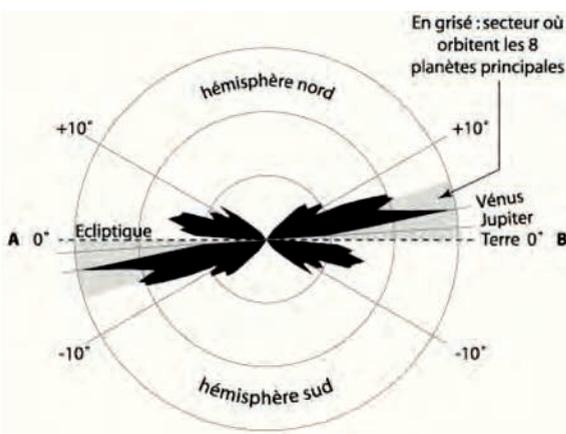


Fig. 14 – Répartition schématique des astéroïdes par rapport au plan de l'écliptique (axe A-B).

Les surfaces en noir représentent la disposition géométrique des orbites des astéroïdes selon leur inclinaison. Le point de symétrie au centre correspond à l'emplacement du Soleil.

Les astéroïdes préfèrent Vénus

Jupiter, la planète massive proche, bien qu'elle se trouve assez centrée parmi l'éventail des inclinaisons orbitales, ne semble pas non plus produire un effet spectaculaire sur ces planètes mineures. En revanche, aux alentours des 3° d'inclinaison, un très fort regroupement émerge dans le plan de l'orbite de la planète Vénus. Ce qui pose une nouvelle énigme. Pourquoi tous ces objets fuient-ils la Terre pour se rassembler en troupeau, juste à côté, sous les auspices de Vénus que nous, les humains, avons dénommée fort à propos l'étoile du Berger ? Les astéroïdes seraient-ils plus sensibles aux vibrations de la déesse de l'Amour qu'à celles de notre planète guerrière ? Devant l'ampleur du mystère, nous en sommes réduits au questionnement car les réponses semblent pour l'instant hors de portée de notre entendement.



Fig. 15 – Image radar de l'astéroïde Cléopâtre. Dimensions : 214 km de longueur ; 94 km de largeur.

Visiblement, les astéroïdes sont une épine dans le pied de nos théories célestes, ils sont un véritable os dans notre conception de l'astronomie. Et, comme un clin d'œil supplémentaire, durant l'année 2000, une équipe d'astronomes effectuant une imagerie radar de l'astéroïde Cléopâtre, alors de passage à 150 millions de kilomètres de la Terre, a vu apparaître sur l'écran un objet en forme parfaite... d'os (fig. 15). Et si notre Grand Architecte, dont nous cherchons assidûment la trace dans le Système solaire, y avait ajouté à sa façon une note d'ironie ou d'humour ? ●

José Frenzelvel
Adaptation : Denis Cachon

Note

* NEXUS n° 39 juillet-août 2005, également visible à <http://frenzelvel.free.fr/Livre/doc/nexus.htm>.

Pour aller plus loin

José Frenzelvel, *L'Or des étoiles : Nouveau regard sur le Système solaire* (<http://frenzelvel.free.fr>).

