

Astéroïdes, comètes et météorites

DES CORPS EXTRATERRESTRES



• Les **astéroïdes** sont de véritables petites planètes. Comme elles, la plupart de ces astres gravitent en effet autour de notre étoile, le Soleil. Ils se réunissent au sein d'un gigantesque anneau – la ceinture d'astéroïdes – situé entre les orbites de Mars et de Jupiter.

• Les **comètes** tournent autour du Soleil, en décrivant des orbites très allongées, qui les font voyager jusqu'aux confins du système solaire, bien au-delà de Jupiter. Les astronomes différencient astéroïdes et comètes par leur composition. En effet, les comètes sont en grande partie formées de glace, ce qui permet leur illumination à l'approche de notre étoile.

• Quant aux **météorites**, ce sont des fragments d'astéroïdes ou de comètes qui se sont disloqués en pénétrant dans l'atmosphère terrestre et ont fini leur course en s'écrasant au sol.



LES ASTÉROÏDES

DES CAILLOUX SOMBRES ET DENSES
De formes généralement irrégulières, les astéroïdes sont des corps célestes denses, des cailloux souvent très sombres. Relativement petits – en tout cas par rapport aux planètes du système solaire –, la plupart d'entre eux mesurent quelques dizaines de kilomètres de diamètre. Et il y a moins d'une trentaine d'astéroïdes connus dont l'envergure excède 200 km. Les astéroïdes les plus imposants



s'observent au **télescope** et sont qualifiés de « petites planètes ». Les astéroïdes parcourent des

orbites elliptiques quasi circulaires se situant à peu près dans le plan où tournent les planètes.

LA CEINTURE D'ASTÉROÏDES

• Plus de 15 000 astéroïdes ont été identifiés dans le système solaire. La plupart sont réunis dans la ceinture d'astéroïdes tournant autour du Soleil à une distance qui varie de 2 à 4 unités astronomiques (une unité astronomique vaut 149,6 millions de kilomètres, c'est la distance entre la Terre et le Soleil).

• La matière composant la ceinture d'astéroïdes est celle-là même qui est à l'origine du système solaire. Il y a 4,6 milliards d'années, lors de sa formation, les perturbations gravitationnelles provoquées par la planète géante Jupiter ont empêché les astéroïdes de la ceinture de s'agréger sous la forme d'un astre semblable à la Terre. Cette planète tellurique aurait été située entre Mars et Jupiter, et sa masse aurait été équivalente à celle de la Lune.

• Certaines orbites de la ceinture d'astéroïdes sont instables : les astres qui s'y aventurent sont rapidement éjectés vers l'intérieur du système solaire et précipités vers la Terre ou l'une de ses voisines.

• Tous les astéroïdes ne voyagent pas autour du Soleil entre les orbites de Mars et Jupiter. Les 75 éléments du groupe des astéroïdes Amor coupent l'orbite de Mars. Quant aux Apollo, ils coupent celle de la Terre. • Certains astéroïdes partagent l'orbite de Jupiter : on les classe dans la famille des Troyens. Ils sont regroupés en deux essaims, placés à distance fixe, juste devant et juste derrière la planète géante.

• Des astéroïdes tournent au-delà de l'orbite de Jupiter. Ainsi Chiron, découvert en 1977 et dont on se demande aujourd'hui s'il ne s'agirait pas d'une comète : cet astre voyage entre Saturne et Uranus.

LES GRANDS GROUPES

Les scientifiques distinguent donc les astéroïdes en fonction de leurs orbites. Mais ils peuvent aussi classer ces astres selon leur composition chimique et minéralogique. Ces observations sont obtenues par l'étude de la lumière réfléchie par les astéroïdes, selon les différentes longueurs d'onde des rayonnements composant ladite lumière.

• Les **astéroïdes C** (environ 75 % du total), très sombres en surface, sont riches en carbone et en silicates hydratés. Leur composition est très proche de celle du Soleil.

• Les **astéroïdes S** (environ 17 %) sont plutôt brillants. Ils ont une composition métallique à base de fer, de nickel, avec des silicates de fer et de magnésium.

• La plupart des autres astéroïdes sont regroupés dans la **classe M**. Ils renferment du nickel pur ou du fer. Ces astéroïdes sont moyennement brillants.

LEUR ÉTUDE

L'étude des astéroïdes permet d'obtenir de précieuses informations sur la formation des planètes. Le calcul de leurs orbites et l'observation de leurs évolutions dans le temps permettent également de vérifier les théories de la mécanique céleste. La cartographie de différents astéroïdes, tels Toutatis, Geographos, Vesta et Castalia, a été obtenue depuis la Terre grâce à des observations radar, complétées par les données transmises par le télescope spatial Hubble. Quant à la sonde Galileo, elle a pu, au cours de son voyage vers Jupiter, observer de près Gaspra et Ida (découvrant au passage que ce dernier astéroïde possède une lune).

LES COMÈTES



UN BOLIDE QUI S'ILLUMINE

• La comète est un corps céleste de quelques dizaines de kilomètres de diamètre appartenant au système solaire. Elle est liée par gravitation au Soleil et parcourt une orbite en forme d'**ellipse** très allongée.

À L'ORIGINE D'UNE PEUR ANCESTRALE

Les comètes sont observées depuis l'Antiquité (Grecs et Romains en avaient déjà identifié une dizaine). Considérées par les superstitieux comme l'annonce de catastrophes et de calamités, les comètes ont depuis toujours alimenté peurs et superstitions. Ainsi, sur la célèbre



tapisserie de Bayeux qui retrace la conquête de l'Angleterre par les Normands, le passage de la comète de Halley en 1066 est perçu comme un présage annonçant la victoire des troupes de Guillaume, duc de Normandie.

LE NOM D'UNE COMÈTE

Une comète porte souvent le nom du savant qui l'a découverte et en a calculé l'orbite. Ainsi, c'est



l'astronome anglais **Edmond Halley** qui a observé en 1682 la comète qui porte son nom et a calculé, grâce aux lois de Newton, qu'elle serait de nouveau observable en 1759.

Quant aux Américains Alan Hale et Thomas Bopp, ils ont déniché la comète Hale-Bopp en 1995.

• Une comète est visible depuis la Terre lorsque son voyage la mène au plus près du Soleil et que sa glorieuse queue s'illumine. (La position, sur son orbite, où un astre est le plus près de notre étoile s'appelle le périhélie.)

• Pour un observateur terrestre, les comètes prennent alors l'apparence



d'une boule brillante – sertie d'un halo clair et vaporeux, dit la **chevelure** –, accompagnée de deux queues lumineuses qui s'étendent dans le ciel dans une direction quasi opposée à celle du Soleil.

• Les dimensions d'une comète peuvent alors être gigantesques :



pour la **comète de Hale-Bopp**, observée au printemps 1997, la chevelure mesurait jusqu'à 5 millions de kilomètres (20 fois la distance Terre-Lune), tandis que les queues s'allongeaient sur 50 millions de kilomètres, un tiers de la distance Terre-Soleil.

DES MILLIARDS DE CORPS CÉLESTES

Il existe vraisemblablement des milliards de comètes dans le système solaire. Seul un petit nombre d'entre elles, un peu moins d'un millier, ont été répertoriées par les scientifiques.

LA PÉRIODE DES COMÈTES

• La période d'une comète, c'est le temps qu'elle met pour exécuter

une révolution complète autour du Soleil.

• Sur les quelque 800 comètes connues du système solaire, environ 200, qui voyagent sur des orbites resserrées, ont une période inférieure à deux siècles. C'est le cas de la comète de Halley, visible tous les soixante-quinze ans.

• Certaines comètes possèdent au contraire des orbites très étirées : le temps nécessaire pour parcourir cette distance est alors gigantesque. Tel est le cas de la comète de Hale-Bopp. La dernière fois qu'elle a été visible au dessus de nos têtes, c'était à la fin du **xx^e siècle**, et elle ne devrait réapparaître qu'en l'an 4500 !

L'ÉTUDE DE LA COMÈTE DE HALLEY

• L'**observation** rapprochée de la comète de Halley, qui est passée au

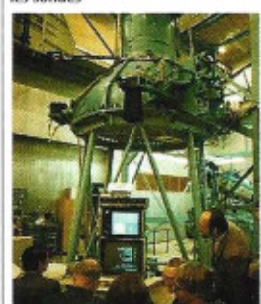


plus près du Soleil le 9 février 1986, a permis d'engranger de précieuses informations sur la structure des comètes et sur l'influence qu'exerce sur elles le rayonnement solaire.

• Cette étude a fait l'objet d'une incroyable collaboration inter-



nationale. 5 sondes spatiales furent envoyées à la rencontre de l'astre : l'Agence spatiale européenne lança la **sonde Giotto** le 2 juillet 1985 ; les Japonais envoyèrent dans l'espace les sondes



Suisei et Sakigake, et les Soviétiques, Véga 1 et **Véga 2**.

• La sonde Véga 1 est passée à un peu moins de 9 000 km du noyau de la comète le 6 mars 1986. Trois jours

Des records

Le plus gros des astéroïdes

Cérès, découvert en 1801, mesure environ 1 000 km. Son orbite correspond à celle de la planète que les astronomes pensaient trouver entre Mars et Jupiter, les quatrième et cinquième planètes du système solaire.

La comète la plus connue

À coup sûr, c'est la comète de Halley.



Elle repasse à portée de vue de la Terre tous les 75 ans environ. Une trentaine de ses passages ont été répertoriés depuis le **VI^e siècle** avant notre ère.

Une météorite à l'origine de spectacles déçus

En juin 1908, un bolide déboula dans le ciel de Russie.

Les frottements de l'atmosphère ont raison de lui : il se désintègre avant de toucher le sol. Cela provoque une incroyable explosion dont le souffle dévasta la steppe sibérienne sur une superficie équivalente à la région parisienne.

A Hoba West, en Namibie



60 tonnes

plus tard, Vêga 2 la frôla à 8 000 km (la mission consistait, entre autres, à traverser et analyser le gaz et la poussière enveloppant l'astre). Quant à Giotto, elle est passée à 600 km du noyau le 13 mars 1986.

L'ORIGINE DES COMÈTES

• Elles sont probablement nées aux confins du système solaire, au-delà de l'orbite de **Jupiter**. Une zone où règnent des températures assez basses pour



que les glaces puissent s'y former et où la matière existe en concentration suffisante pour pouvoir s'agréger en corps solides.

• Il existerait deux grands réservoirs de comètes. Le premier de ces « nids », on le doit probablement aux influences de la gravitation des planètes géantes. Si elles projettent les comètes les plus proches vers le Soleil, elles peuvent aussi propulser les autres vers l'extérieur du système solaire, à des distances de 10 000 à 100 000 fois plus grandes que celle qui sépare la Terre du Soleil. Ces comètes se regroupent alors sous la forme d'une immense enveloppe sphérique autour du Soleil.



Cela constitue le nuage de **Oort** (du nom du scientifique l'ayant décrit le premier), peuplé sans doute par 1 000 milliards de comètes.

• Néanmoins, certaines comètes sont apparues suffisamment loin des planètes géantes pour éviter leurs influences gravitationnelles. Elles continuent donc de peupler la région où elles sont nées : c'est une large bande s'étendant jusqu'à 15 milliards de kilomètres dans le plan où orbitent les planètes. Elle a été baptisée ceinture de Kuiper (toujours du nom d'un astronome).

• Parfois, des perturbations de gravitation parviennent à extirper des comètes du nuage de Oort ou de la ceinture de Kuiper. Après un repos de plusieurs milliards d'années dans les recoins de l'Univers, ces comètes démarrent alors une course folle en direction du Soleil.



LA STRUCTURE D'UNE COMÈTE

• L'astronome américain **Fred Whipple** a défini en 1950 la structure d'une comète. Ce modèle est dit de la « boule de neige sale ».

• Selon cette structure, le **noyau** est formé d'un conglomérat très poreux de graviers, de glaces d'eau, de méthane, d'ammoniac et de dioxyde de carbone solides ainsi que de poussières.

• Quand la comète s'approche du Soleil, la chaleur fait fondre la glace constituant le bolide céleste. De violents jets de vapeur fuient alors des entrailles de la comète vers l'extérieur, entraînant quantité de fragments rocheux et de



poussières. Cette mixture forme le halo, ou **chevelure**, qui devient lumineux sous l'effet du rayonnement solaire.

• Le Soleil est aussi responsable de la formation des deux queues de la comète. En effet, sous l'influence de l'astre de feu, les molécules de gaz de la chevelure se transforment et sont poussées vers l'arrière sous forme de deux traînées : la **queue de plasma** et la **queue de poussière**. La première est pratiquement alignée sur le Soleil, en direction opposée, alors que la seconde est de forme plus incurvée.

LA MORT D'UNE COMÈTE

• Avec la **comète Shoemaker-Levy**, les astronomes ont pu assister en direct



à un événement exceptionnel : le crash sur une planète. Cette comète s'est en effet écrasée sur Jupiter en juillet 1994. Détectée en mars 1993, elle prenait la forme d'une série de petits noyaux tournant autour de Jupiter : la comète avait sans doute été brisée en multiples fragments lors d'un passage rapproché antérieur. Comme les savants déterminèrent par calcul que Shoemaker-Levy percuterait la planète géante l'année suivante, ils purent observer le formidable **feu d'artifice résultant de cette collision**, en l'étudiant à la fois depuis la Terre et



par l'intermédiaire du télescope spatial Hubble et de la sonde Galilée.

• Une comète peut également s'éteindre à petit feu. Car chaque passage près du Soleil la rend un peu plus malingre. En effet, lorsqu'elle est réchauffée par les feux de notre étoile, une comète perd une partie non négligeable de sa masse. Ainsi, la comète de Halley s'allège d'une cinquantaine de tonnes de vapeur d'eau et de 5 tonnes de poussière par seconde. Arrive ainsi le moment où la comète ne contient plus assez de glace pour former une chevelure s'illuminant sous le feu du Soleil : elle s'éteint alors à jamais.

LES MÉTÉORITES

UN CAILLOU TOMBÉ DU CIEL

• Une météorite, c'est un fragment d'un corps extraterrestre, astéroïde ou comète, qui s'écrase sur la Terre (ou sur n'importe quel autre astre).

• La surface alvéolée d'une météorite est recouverte d'une fine couche noire due à l'intense brûlure subie lors de la pénétration dans notre atmosphère. Ces échauffements et frottements ont poncé la météorite, d'où ses **angles limés** et ses formes arrondies.



UNE PLUIE PERMANENTE

• Plusieurs milliards de débris tombent du ciel et pénètrent tous les jours dans

LA CLASSIFICATION DES MÉTÉORITES

Les météorites peuvent être classées en fonction de leur composition chimique. Ainsi, celles que l'on retrouve sur Terre sont réunies en trois grandes familles.

- Les **météorites ferreuses** : principalement constituées de fer, d'un peu de nickel et de traces d'autres métaux, tel le cobalt.
- Les **météorites pierreuses** : essentiellement formées de silicates.
- Les **météorites ferro-pierreuses** : contenant des proportions variables de fer et de roches.

l'atmosphère, ce qui représente plus de 1 000 tonnes de matière.

• Une toute petite partie seulement atteint le sol. En effet, la plupart de ces corps finissent vaporisés dans les hautes couches de l'atmosphère. Leur existence ne se trahit que par de brefs flashes lumineux : ce sont les fameuses étoiles filantes, également appelées météores.

• Quant aux météorites qui atteignent la surface de notre planète, on estime qu'environ 500 par an dépassent



200 grammes. Une **petite vingtaine d'entre elles sont retrouvées**, la plupart des autres disparaissant dans les océans (puisque plus de 70 % de la surface de la Terre sont couverts d'eau).

L'ENTRÉE DANS L'ATMOSPHÈRE



• À ce moment, la vitesse de la météorite atteint plusieurs dizaines de kilomètres par seconde.

• Les frictions avec l'atmosphère sont très importantes et entraînent l'**incandescence de la surface** de la météorite. Du coup, celle-ci perd de la matière, ce qui réduit sa taille.

• La température de surface de la météorite atteint alors plusieurs milliers de degrés. Pourtant, le cœur du caillou reste aussi glacé qu'avant son intrusion



dans l'atmosphère. Cet écart de température peut provoquer l'éclatement de la météorite avant qu'elle ne touche terre. Elle se volatilise ainsi en plusieurs milliers de morceaux.

• À cause de cette explosion, la plupart des météorites arrivent au sol sous forme de poussières d'un diamètre inférieur à 0,1 millimètre.

FORMATION DE CRATÈRES



Quelques crashes de météorites de grande taille, pesant des centaines de tonnes, ont creusé d'immenses cratères à la surface du sol. Le plus célèbre est le **Meteor Crater, en Arizona** : il est large de 1 200 mètres et sa profondeur est supérieure à 200 mètres. C'est une météorite d'un diamètre de 50 à 200 mètres, pesant de 50 000 à 500 000 tonnes, qui se serait écrasée là voilà 50 000 ans.

UN DANGER VENU DU CIEL ?

• L'hypothèse d'une collision de grande ampleur entre une météorite et notre planète est extrêmement faible.

Néanmoins, certains scientifiques estiment que la soudaine disparition des dinosaures, il y a 65 millions d'années, aurait pu être causée par pareil crash dans la région du golfe du Mexique.

• La météorite incriminée devait mesurer 10 kilomètres de diamètre. Elle est tombée dans ce qui constitue aujourd'hui le Yucatán, donnant naissance à un cratère d'environ 200 kilomètres de diamètre. Les conséquences ? Toute une région du globe dévastée par l'impact, des incendies, des raz-de-marée. Mais le choc injecta également d'énormes quantités de poussière dans notre atmosphère. D'où la modification du climat à l'échelle de la planète, qui a provoqué l'extinction massive d'espèces animales et végétales – dont les terribles lézards ! Que l'on se rassure toutefois : ce type de **catastrophe** ne surviendrait qu'une fois tous les 100 millions d'années !

