



Production Planétarium de Saint-Étienne (2010/2012)
Auteur : Éric Frappa

7 octobre 2008, au-dessus de l'Afrique.

Un pilote de ligne en route pour l'Europe observe l'entrée d'un petit **astéroïde** dans l'**atmosphère** de la **Terre**. Le **bolide**, de quelques mètres de diamètre, explose en vol à plus de 1000 kilomètres de l'avion.

L'observation est unique en son genre car ce gros rocher, baptisé **2008 TC3**, a été découvert la veille alors qu'il était encore dans l'espace ! Détecté par un **télescope** automatique en Arizona, sa trajectoire indique très vite qu'il va rencontrer la Terre. C'est le premier impact de l'histoire prévu par les **astronomes** ! Le rendez-vous est annoncé avec onze heures d'avance et l'exactitude du calcul est confirmée par le témoignage du pilote. Le nuage de poussière libéré par le bolide apparaît sur des images du **satellite** Meteosat-8, puis sur une photographie prise par un habitant du Soudan.

Mais l'histoire ne s'arrête pas là ! Dans les mois suivants, les astronomes **Peter Jenniskens** et **Muawia Hamid Shaddad** partent à la recherche d'une possible chute au sol. En parcourant méthodiquement une large zone du désert de Nubie, ils retrouvent plusieurs kilogrammes de la **météorite**.

Cette succession d'événements est extraordinaire. C'est la première fois qu'on ramasse une météorite provenant d'un corps d'abord observé dans l'espace !

L'analyse des fragments a révélé la composition précise de ce type d'astéroïde et a permis d'en savoir plus sur ces roches très primitives.

Presque toutes les météorites trouvées sur Terre proviennent de la **ceinture d'astéroïdes**, située entre les **orbites** de **Mars** et de **Jupiter**. Elle contient environ un million d'objets, mais seuls quatre d'entre eux dépassent 500 kilomètres de diamètre. Contrairement à une idée répandue, la ceinture d'astéroïdes est très clairsemée, et une **sonde spatiale** la traverse habituellement sans faire la moindre rencontre ! Beaucoup d'astéroïdes sont multiples, c'est-à-dire composés de plusieurs corps qui tournent les uns autour des autres. Certains ont une **densité** très faible et ont l'aspect d'un tas de gravats tout juste soudé et couvert de poussière.

Si presque tous ces objets circulent plus loin que l'orbite de Mars, d'autres s'aventurent plus près de nous. Les « **géocroiseurs** » recoupent même régulièrement l'orbite de la Terre, comme le faisait 2008 TC3.

Au-delà de l'orbite de **Neptune**, on connaît une deuxième ceinture appelée **ceinture de Kuiper**. Constituée de corps glacés, parfois de grande taille et dotés de **satellites**, elle est encore mal connue.

Dans les deux ceintures, presque tous les corps sont de forme irrégulière. Seuls les plus massifs sont sphériques et portent alors le nom de **planètes naines**.

Dans la ceinture d'astéroïdes, c'est le cas de **Cérès** avec ses 950 kilomètres de diamètre.

Dans la ceinture de Kuiper, les planètes naines sont plus nombreuses. La plus célèbre est **Pluton**. Mais elle est accompagnée d'autres corps dépassant les 1000 kilomètres, comme **Eris**, **Haumea** ou **Makemake**.

Une troisième zone abrite une forte population de **petits corps**. Elle est encore plus mystérieuse car beaucoup plus lointaine. Il s'agit du **nuage de Oort**, un immense réservoir s'étendant jusqu'aux confins du système solaire. Il contiendrait des milliards d'objets.

En provenance du nuage de Oort, ou bien de la ceinture de Kuiper, de petits corps glacés entreprennent parfois un voyage vers le système solaire interne. Ce sont les **comètes**.

À l'approche du **Soleil**, ces blocs de quelques kilomètres de diamètre subissent la chaleur de notre **étoile**. La glace se transforme en gaz et libère la poussière qu'elle contient.

Autour du **noyau** de la comète se développe alors une atmosphère éphémère appelée **chevelure**. Soufflée par le **vent solaire**, cette matière forme la queue de la comète. Elle s'étend sur une longueur qui peut dépasser la distance de la Terre au Soleil. Observées depuis la nuit des temps, les comètes font parfois des passages spectaculaires et remarqués dans le ciel.

Elles sont aussi désormais la cible de missions spatiales qui révèlent leur petit noyau glacé central.

Les comètes, les astéroïdes ou les météorites sont des restes de la formation du **système solaire**.

Il y a 4.6 milliards d'années, à l'intérieur de la **Voie Lactée**, un grand nuage de gaz et de poussière se contracte. Il s'effondre sur lui-même en plusieurs endroits. Des dizaines d'étoiles apparaissent.

Certaines étoiles sont éjectées du nuage. Mais d'autres, comme le Soleil, restent dans la nébuleuse ; et la matière capturée, sous l'effet de la rotation, s'étale en un disque autour de l'étoile.

Observés aujourd'hui autour d'autres étoiles, ces disques de gaz et de poussière sont à l'origine de la formation des planètes.

Pendant les premiers millions d'années, la matière en rotation autour du Soleil s'assemble en petits corps de quelques kilomètres.

Près du Soleil, seules les poussières s'agglomèrent pour former des corps rocheux. Loin du Soleil, certains gaz se condensent rapidement en blocs de glace, qui s'assemblent par collisions, et attirent à eux les gaz les plus légers. Tellement rapidement que les quatre **planètes gazeuses géantes** – Jupiter, **Saturne**, **Uranus** et Neptune – se forment avant les petites planètes rocheuses.

Après 3 millions d'années, les corps rocheux évoluent vers des embryons planétaires de plusieurs milliers de kilomètres.

Entre 10 et 100 millions d'années, ils entrent en collisions pour aboutir aux quatre planètes rocheuses – **Mercur**e, **Vénus**, la Terre et Mars.

Vers la fin de cette période, des corps glacés apparus loin du Soleil viennent percuter les **planètes rocheuses**, apportant une partie de l'eau qui formera le premier **océan** sur la Terre.

Il y a 4.5 milliards d'années, les collisions qui ont façonné les planètes se raréfient progressivement. Pourtant, le système solaire va connaître un dernier épisode de

bombardement. Appelé "**Grand Bombardement Tardif**", son empreinte est visible à l'oeil nu sur la **Lune** : les grands bassins des **mers lunaires** ont été creusés à ce moment-là.

Toutes les planètes rocheuses en portent des traces. On attribue ce cataclysme à une migration des planètes géantes.

Il y a 3.9 milliards d'années, une configuration particulière de Jupiter et Saturne aurait repoussé Uranus et Neptune plus loin du Soleil. A cause de ce déplacement, des petits corps auraient été précipités en direction des planètes rocheuses, dérangés par l'intrusion des deux planètes géantes. La disposition définitive des ceintures d'astéroïdes et de Kuiper daterait de cette époque. Depuis 3.8 milliards d'années, la position des planètes s'est stabilisée.

Les huit planètes de notre système solaire sont le résultat de l'évolution du disque de matière que possédait notre étoile à son origine.

Toutes les planètes sont assez massives pour être sphériques et pour avoir nettoyé l'espace le long de la trajectoire qu'elles parcourent autour du Soleil. Tous les petits corps qui se trouvaient à proximité ont été soit éjectés, soit capturés. Le Soleil est de très loin le corps le plus massif du système solaire. Il représente à lui seul 99.9% de sa masse totale.

De la plus petite des planètes rocheuses à la plus grande des planètes gazeuses, l'exploration spatiale nous permet de dresser le portrait du système solaire d'aujourd'hui...

Mercur

e, la plus petite des planètes, est aussi la plus proche du Soleil. C'est une planète très dense en raison de la présence en son centre d'un énorme **noyau de fer**. Sans **atmosphère** notable, elle affiche une température de surface qui varie de -160 à 430°C.

Les deux planètes suivantes, Mars et Vénus, encadrent la Terre dans le système solaire. Leur étude est précieuse pour comprendre les conditions qui règnent sur notre planète.

Mars est une planète captivante. A la fin du XIXe siècle, on pensait y avoir décelé l'existence des célèbres martiens. A l'époque des sondes spatiales, ses reliefs grandioses et la présence passée d'eau liquide à sa surface en font toujours une cible de choix. Elle possède deux petits satellites, **Phobos** et **Deimos**.

Mais Mars est une planète froide et sèche. Deux fois plus petite que la Terre, elle a perdu la majeure partie de son atmosphère. Plus éloignée du Soleil et sans effet de serre suffisant, sa température moyenne au sol n'est que de -60°C. Il y a de l'eau à sa surface, mais seulement sous forme de glace.

Vénus possède une épaisse atmosphère de **gaz carbonique** enveloppée de nuages d'**acide sulfurique**. Au sol, l'air lourd et brumeux atteint une température de 460°C. La surface de Vénus est jeune et d'origine volcanique. Les **sondes** qui s'y sont posées n'ont pas fonctionné plus de deux heures dans cet enfer.

Vénus est une planète brûlante et sèche. Plus proche du Soleil et de taille comparable à la Terre, la planète a connu un emballement de son effet de serre. Sous l'action de la chaleur, l'eau primitive de Vénus a disparu de son atmosphère.

La plus grande et la plus massive des planètes rocheuses est la Terre. Un océan liquide en surface, une **dérive des continents** et la présence de la vie la caractérisent. La Terre est la seule planète du système solaire dans la "**zone habitable**" - là où la présence d'eau liquide en surface est possible.

L'**effet de serre** sur la Terre est modéré. Il produit une température moyenne au sol de 15°C, qui sans lui serait de -18°C ! Les océans absorbent une partie du gaz carbonique de l'atmosphère et maintiennent un certain équilibre.

La Lune joue également un rôle important pour la vie, car elle a stabilisé l'**axe de rotation** de notre planète et empêche ainsi les **variations climatiques** brutales.

Ce bel équilibre ne doit pas nous faire oublier que la Terre est un système fragile. Soumise à des variations naturelles, elle subit aussi aujourd'hui une action globale de l'homme sur ses ressources et son climat.

Dans le système solaire, les planètes plus massives que la Terre appartiennent à une autre catégorie. Appelées

géantes de glace, Uranus et Neptune sont composées de glaces d'eau, d'**ammoniac** et de **méthane** surmontées d'une large atmosphère d'**hydrogène** et d'**hélium**.

Boule de gaz presque uniforme, Uranus s'anime de temps en temps de quelques structures nuageuses. La forte inclinaison de la planète et de ses **anneaux** peut donner l'impression qu'elle « roule » sur son orbite. Uranus possède cinq satellites principaux, dont Miranda, un corps étonnant à la surface chaotique.

Neptune est la plus lointaine des planètes. Son atmosphère est caractérisée par des tempêtes violentes et des vents dépassant les 2000 km/h. Elle possède des anneaux et des satellites. Le plus remarquable d'entre eux est **Triton**, probable ancienne planète naine capturée par Neptune.

Neptune est proche de la ceinture de Kuiper et contrôle le mouvement de nombreux objets qui s'y trouvent, comme celui de la planète naine Pluton.

Les deux mastodontes du système solaire, Jupiter et Saturne, sont des planètes géantes gazeuses composées d'hydrogène et d'hélium enveloppant un noyau solide.

Saturne est certainement la planète la plus populaire : ses anneaux spectaculaires marquent l'esprit de quiconque les observe dans un petit télescope. A proximité de la planète, des anneaux innombrables formés de milliards de blocs de glace s'étalent en un disque d'une finesse extrême : seulement dix mètres d'épaisseur pour une extension de plusieurs dizaines de milliers de kilomètres.

La structure des anneaux, avec ses divisions nettes, se maintient par l'action de satellites extérieurs, ainsi que par la présence de petits satellites à l'intérieur même des divisions.

Saturne possède des dizaines de satellites d'une variété surprenante : **Encelade** et ses panaches, **Hyperion** et sa texture d'éponge, **Japet** et ses hémisphères sombre et clair.

Mais l'un des plus étonnant est **Titan**, énorme satellite plus grand que la planète Mercure et doté d'une épaisse atmosphère. Les sondes en ont montré le sol gelé parsemé de lacs de méthane liquide, par -180°C.

Jupiter est la plus grande et la plus massive des planètes du système solaire. Ses bandes nuageuses parallèles abritent des **cyclones** et des **anticyclones** colorés qui dessinent des motifs compliqués dans l'atmosphère de la géante. Le plus célèbre d'entre eux est la **Grande Tache Rouge**, gigantesque tourbillon permanent deux fois plus grand que la Terre. Jupiter possède des anneaux discrets et des dizaines de satellites.

Les plus connus sont les quatre lunes découvertes par **Galilée** dans sa lunette en 1610 : **Ganymède**, le plus grand satellite du système solaire – **Callisto**, avec ses nombreux **cratères** – ainsi que **Io** et **Europe**. Ces deux derniers subissent des déformations et un échauffement causés par la proximité de Jupiter et des satellites voisins.

Sur Io, la chaleur provoque un intense volcanisme de **soufre**. Ce satellite atypique est couvert de plus de 400 **volcans** actifs !

Quant à Europe, il pourrait abriter, sous une mince **banquise** de glace parcourue de fractures, un océan liquide de 100 kilomètres de profondeur.

Le système solaire montre une diversité extraordinaire, fruit d'une évolution faite de déviations, de captures et de collisions. Les poids lourds que sont les planètes, accompagnées de leurs satellites, sont l'aboutissement d'un tel processus.

Les petits corps, astéroïdes ou comètes, sont des restes de la formation des planètes. Ils témoignent de 4.6 milliards d'années d'histoire que leur observation permet de reconstituer.

Ils sont également la source de merveilleux spectacles célestes, comme en 1966, quand la grande **tempête des Léonides** a zébré le ciel de milliers de **météores**. Ces grains de poussière, libérés par les comètes, se désintègrent dans l'atmosphère de la Terre.

Au moment où ils se transforment en étoiles filantes, nous avons dans le même champ de vision ces petits grains primitifs et le paysage évolué de notre planète, aux deux extrémités d'une longue histoire, celle du système solaire !