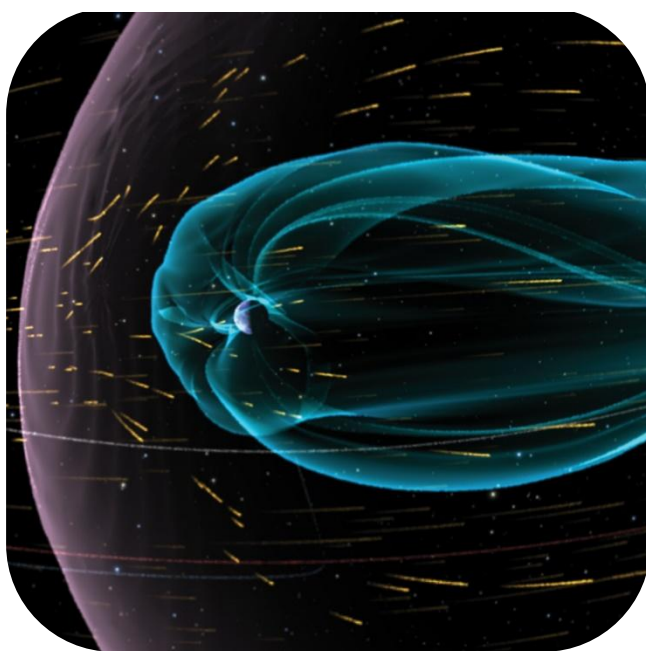


# Chocs cosmiques

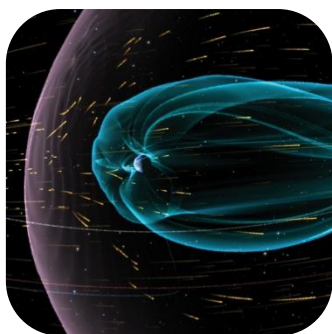
DOSSIER PÉDAGOGIQUE

PRIMAIRE / SECONDAIRE



Dossier réalisé par l'Atelier Canopé 86 – Poitiers.





# SOMMAIRE

## Fiche 1 : Découvrir les planètes du système solaire

Page 3

.....

## Fiche 2 : La classification des planètes

Page 4

.....

## Fiche 3 : Comment s'est construite notre compréhension de l'Univers ?

Page 6

.....

## Fiche 4 : L'histoire de l'Univers et de la Terre

Page 8

.....

Ce guide a été conçu et réalisé par le Canopé - CRDP Académie de Poitiers, en collaboration avec Anne Richard, professeur de SVT à La Rochelle (17).

L'objectif général est de vous fournir des pistes de travail, des propositions d'activités dont vous pourrez vous inspirer pour conduire un projet pédagogique ou tout simplement pour donner un sens à la visite de votre classe au Futuroscope, pour qu'elle devienne une étape dans un processus plus général d'apprentissage.



# Présentation de l'attraction

Le film *Chocs Cosmiques*, qui est projeté au Futuroscope est une adaptation d'un *Space show* de l'American Museum of Natural History de New York. Cette attraction, fondée sur des **observations et des informations recueillies par la NASA** grâce aux **images transmises par les télescopes Spitzer et Hubble**, ne peut en aucun cas être assimilée à de la science-fiction.



En effet, les **bases de données scientifiques en 2 dimensions** qu'ils ont permis de recueillir ont ensuite été **modélisées** par les meilleurs techniciens de l'image en collaboration étroite avec des astrophysiciens **afin de produire un modèle scientifique de représentation en 3D évoluant dans le temps**.

Aussi, ce film permet-il, en plus de son riche contenu en matière d'astronomie, de **faire appréhender aux élèves** la différence entre un **modèle scientifique** et de la science-fiction.

## Un fabuleux voyage aux confins de l'univers

Les étoiles, les planètes et même les galaxies sont en perpétuel mouvement et, comme la gravité les pousse les unes vers les autres, **elles entrent en collision**.

Spectaculaires et destructrices, ces collisions libèrent pourtant l'énergie qui permet la croissance et l'évolution de l'univers. *Chocs cosmiques* fait des spectateurs les témoins de ces collisions impressionnantes qui ont forgé notre système solaire et continuent de modifier notre galaxie. Il explore toute la palette des collisions possibles dans l'espace, aussi bien dans le passé, le présent que dans le futur.

Au cours de cette aventure, les voyageurs assistent à **la naissance de la Lune il y a 4,5 milliards d'années**, quand un astéroïde de la taille de Mars s'encastre dans notre planète encore brûlante. Ils se retrouvent face à la fournaise du soleil duquel des particules énergétiques s'échappent en permanence formant les vents ou les **tempêtes solaires à l'origine des aurores boréales** parfois observables aux pôles de la Terre.



Ils frissonnent en regardant s'écraser la météorite qui annihile les trois quarts de la vie sur Terre il y a 65 millions d'années. Enfin, se projetant plusieurs milliards d'années dans le futur, ils contemplent la collision entre notre Voie lactée et sa plus proche voisine, la galaxie d'Andromède.

Les données scientifiques à la base de la synthèse de ces magnifiques images n'ont pu être recueillies que très récemment par les **télescopes Spitzer et Hubble** car aucun télescope terrestre n'était en mesure de le faire du fait de la pollution lumineuse nocturne et de l'atmosphère qui, même quand elle est très pure, parasite l'observation des profondeurs de l'espace. Seuls des appareils se trouvant dans l'espace et s'affranchissant de ces contraintes peuvent permettre une telle précision et une telle multitude d'observations.

## Présentation du guide et des fiches

L'exploitation pédagogique du thème de l'univers dépasse les programmes disciplinaires (sciences expérimentales et technologiques à l'école primaire ; physique-chimie et SVT au collège et au lycée).

On peut imaginer des projets pluridisciplinaires, associant, en plus de la physique-chimie et des SVT, les mathématiques, le français, la technologie, l'histoire-géographie, les arts plastiques, voire même l'anglais. Les points d'entrée de cette thématique sont donc multiples et complexes.

Citons à titre d'exemples (liste non exhaustive) :

- Comment notre système solaire et notre planète se sont-ils formés il y a des milliards d'années ?
- Comment les experts prévoient-ils son évolution ? Quelle part donner à l'imagination et aux modèles scientifiques ?
- En quoi regarder vers le passé peut-il nous renseigner sur le futur ?
- Comment se sont construites et vont se construire nos connaissances sur le système solaire et l'univers plus lointain ?
- Qu'est-ce qu'un modèle scientifique ? Quelles en sont les limites ?

Pour tenter de répondre à ces questions, ce guide propose donc :

- des suggestions d'activités adaptées au premier et au second degré répondant à quelques-unes des problématiques énoncées ci-dessus ;
- des ressources documentaires permettant à l'enseignant non spécialiste de se familiariser avec le thème grâce à une présentation de l'univers (sa dynamique, ses composantes, l'histoire de sa découverte, l'appareil d'exploration Hubble) et de la conquête spatiale (passée et actuelle) ;
- des ressources webographiques pour aller plus loin ou pour guider des recherches ou des activités avec les élèves.

Les fiches d'activités sont destinées à être remplies par les élèves. Les différentes activités sont réalisables **individuellement** ou en **petits groupes**. Elles s'adressent à des niveaux de classe et à des jeunes d'âges assez variés : il appartient donc à chaque enseignant de les adapter à son public.

Seules **quelques activités** pourront être réalisées **pendant la visite**, d'autres nécessitent une **recherche documentaire antérieure ou postérieure à la visite**. Le mode d'utilisation de ces fiches est laissé, bien sûr, à l'initiative des enseignants.

# Éléments de corrigé

## Fiches pour le primaire

### Fiche 1 : Découvrir les planètes du système solaire

- 1 - Le système solaire compte 8 planètes en excluant les planètes naines dont Pluton est un représentant.
- 2 - En s'éloignant du Soleil, on rencontre les planètes dans l'ordre suivant : Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune.
- 3 - Les planètes tournent sur elles-mêmes et autour d'une boule lumineuse appelée Soleil.
- 4 - La trajectoire des planètes autour du Soleil a la forme circulaire.

### Fiche 2 : La classification des planètes

- 1 - Petites planètes : Mercure (4 878 km) – Mars (6 790 km) – Vénus (12 100 km) – Terre (12 756 km).  
Planètes géantes : Neptune (49 528 km) – Uranus (51 118 km) – Saturne (120 000 km) – Jupiter (142 984 km).
- 2 - Planètes rocheuses : Mercure – Mars – Vénus – Terre.  
Planètes gazeuses : Neptune – Uranus – Saturne – Jupiter.
- 3 - Autour des planètes gazeuses, on trouve des anneaux.
- 4 - Toutes en possèdent sauf Mercure et Vénus.

5 -	<u>Nom de la planète :</u>	<u>Caractéristique de la planète :</u>
	JUPITER	La planète sans atmosphère.
	SATURNE	La planète où il fait le plus chaud.
	NEPTUNE	La planète bleue.
	URANUS	La planète rouge.
	VÉNUS	La plus grosse des planètes.
	MARS	La planète aux grands anneaux.
	MERCURE	La planète qui roule sur son orbite.
	TERRE	L'autre planète bleue.

6 -

PLANÈTES	De petite taille ou géante ?	Rocheuse ou gazeuse ?	Est-elle entourée d'anneaux ?	Possède-t-elle des satellites ?
MERCURE	Petite	Rocheuse	Non	Non
VÉNUS	Petite	Rocheuse	Non	Non
TERRE	Petite	Rocheuse	Non	Oui
MARS	Petite	Rocheuse	Non	Oui
JUPITER	Géante	Gazeuse	Oui	Oui
SATURNE	Géante	Gazeuse	Oui	Oui
URANUS	Géante	Gazeuse	Oui	Oui
NEPTUNE	Géante	Gazeuse	Oui	Oui

### Fiche 3 : Comment s'est construite notre compréhension de l'Univers ?

- 1 - C'est un ensemble de planètes qui tournent sur elles-mêmes et autour du Soleil.
- 2 - Le 1<sup>er</sup> schéma représente le modèle de Ptolémée, centré autour de la Terre. Le 2<sup>ème</sup> est centré sur le Soleil.
- 3 - Les planètes connues à ces deux époques étaient les mêmes.
- 4 - L'observation ne se faisait qu'avec les yeux.
- 5 - Les lunettes astronomiques et le télescope.
- 6 - Galilée découvre le relief de la Lune, les anneaux de Saturne, les satellites de Jupiter, la présence d'étoiles dans la Voie lactée et Kepler les lois du mouvement des planètes. Un peu plus tard, Newton découvre la loi de l'attraction universelle et explique ce qui maintient les planètes en rotation autour du Soleil.
- 7 - Hubble (1889-1959) établit l'existence de galaxies extérieures à celle qui abrite le système solaire. Il n'a pas pu utiliser le télescope spatial qui porte son nom car il a vécu avant sa conception en 1990. Il a cependant dû utiliser un télescope très puissant pour l'époque.
- 8 - Actuellement, l'utilisation de télescopes et de sondes envoyés dans l'espace permet d'apporter des informations complémentaires sur l'Univers.

## Fiche 4 : L'histoire de l'Univers et de la Terre

Étapes de l'histoire de l'Univers et de la Terre.	Numéros
Big Bang ou naissance de l'Univers.	1
Premiers mammifères primates (ancêtres des singes et des hommes).	13
La galaxie d'Andromède et la Voie lactée se rapprochent de plus en plus.	14
Premiers dinosaures.	10
Formation de la Lune par collision avec la Terre encore brûlante.	4
Le Soleil ayant consommé tout son « carburant » s'éteint.	16
Premiers végétaux à chlorophylle responsables de l'accumulation du dioxygène dans l'atmosphère.	6
Premiers mammifères primitifs souvent mangés par certains dinosaures.	11
Formation d'une atmosphère autour de la Terre : le refroidissement de la planète entraîne des pluies torrentielles à l'origine d'un « océan primitif ».	5
Formation de la couche d'ozone à partir du dioxygène de l'air. Elle permet aux animaux de se développer car elle les protège des rayons nocifs du soleil.	7
Réunification complète de la galaxie d'Andromède et de la Voie lactée pour former une nouvelle galaxie.	15
Extinction des dinosaures.	12
Formation des galaxies (exemple : la Voie lactée, Andromède).	2
Des animaux et végétaux très primitifs envahissent les continents.	9
Premiers animaux connus (respirent le dioxygène dans l'eau de l'océan primitif).	8
Formation du système solaire et notamment de la Terre.	3



# Éléments de corrigé

## Fiches pour le secondaire

### Fiche 1 : Découvrir les planètes du système solaire

- 1 - Le système solaire compte 8 planètes en excluant les planètes naines dont Pluton est un représentant.
- 2 - En s'éloignant du Soleil, on rencontre les planètes dans l'ordre suivant : Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune.
- 3 - Les planètes tournent sur elles-mêmes et autour d'une boule lumineuse appelée Soleil.
- 4 - La trajectoire des planètes autour du Soleil a la forme circulaire.

### Fiche 2 : La classification des planètes

1 -

Les petites		Les géantes	
Nom	Diamètre (en km)	Nom	Diamètre (en km)
Mercure	4 878	Neptune	49 528
Mars	6 790	Uranus	51 118
Vénus	12 100	Saturne	120 000
Terre	12 756	Jupiter	142 984

- 2- Les planètes géantes sont les plus éloignées du Soleil.
- 3- Et inversement, les plus petites sont les plus proches.
- 4 - Planètes rocheuses : Mercure - Mars - Vénus - Terre.  
Planètes gazeuses : Neptune - Uranus - Saturne - Jupiter.
- 5- Ce classement permet de retrouver les petites planètes et les planètes géantes.
- 6 - Autour des planètes gazeuses, on trouve des anneaux.
- 7- Toutes en possèdent sauf Mercure et Vénus.

**8** – NEPTUNE est de couleur bleue - URANUS est couchée sur le côté - SATURNE possède les anneaux les plus visibles - JUPITER est la planète la plus grosse, reconnaissable à sa tâche noire – MARS est rouge car sa surface est recouverte d'oxyde de fer. Comme la Terre, elle possède des nuages, des vents, une journée d'environ 24 heures, des conditions météorologiques saisonnières, des calottes glaciaires polaires, des volcans, des canyons - La TERRE est symbolisée comme une planète bleue, la seule à abriter la vie – VENUS brille d'un très vif éclat car c'est elle qui est la plus chaude du fait de sa proximité du Soleil et de son atmosphère – MERCURE ne possède pas d'atmosphère.

**9** – Voir tableau page 7.

## Fiche 3 : Comment s'est construite notre compréhension de l'Univers ?

**1** – C'est un ensemble de planètes qui tournent sur elles-mêmes et autour du Soleil.

**2 et 3**– Le premier schéma représente le système géocentrique de Ptolémée (IIe siècle), le second celui héliocentrique de Copernic (XVIe siècle). Dans les deux cas le point de référence n'est pas le même : pour l'un c'est la Terre, pour l'autre c'est le Soleil.

**4** – Jusqu'à cette date, toutes les observations devaient se faire à l'œil nu.

**5**– Les lunettes astronomiques et le télescope.

**6** – Galilée découvre le relief de la Lune, les anneaux de Saturne, les satellites de Jupiter, la présence d'étoiles dans la Voie lactée et Kepler les lois du mouvement des planètes. Un peu plus tard, Newton découvre la loi de l'attraction universelle et explique ce qui maintient les planètes en rotation autour du Soleil.

**7** – Hubble (1889-1959) établit l'existence de galaxies extérieures à celle qui abrite le système solaire. Il n'a pas pu utiliser le télescope spatial qui porte son nom car il a vécu avant sa conception en 1990. Il a cependant dû utiliser un télescope très puissant pour l'époque.

**8** – Actuellement, l'utilisation de télescopes et de sondes envoyés dans l'espace permet d'apporter des informations complémentaires sur l'Univers.

## Fiche 4 : L'histoire de l'Univers et de la Terre

Étapes de l'histoire de l'Univers et de la Terre	Classement chronologique
Big Bang considéré comme la naissance de l'Univers.	1
Premiers mammifères primates (ancêtres des singes et des hommes).	13
Rapprochement entre la galaxie d'Andromède et la Voie lactée.	19
Premiers dinosaures.	10
Usage du feu par l'homme préhistorique (Homo erectus).	15
Formation de la Lune par collision avec la Terre encore brûlante.	4
Le Soleil a consommé tout son « carburant » et s'éteint dans la nouvelle galaxie.	22
Premiers organismes (végétaux) à chlorophylle qui enrichissent progressivement l'océan primitif et l'atmosphère en dioxygène (O <sub>2</sub> ).	6
Le rayon du Soleil augmente engloutissant Mercure. Le Soleil fait alors encore partie de la Voie Lactée.	20
Premiers mammifères primitifs souvent mangés par certains dinosaures.	11
Formation d'une atmosphère autour de la Terre : le refroidissement de la planète entraîne la condensation de l'eau qui tombe sous forme de pluies torrentielles à l'origine d'un « océan primitif ».	5
Civilisation égyptienne.	17
Apparition de l'homme moderne (Homo sapiens sapiens) qui vit dans des grottes et se nourrit de chasse, de pêche et de cueillette.	16
Transformation du dioxygène (O <sub>2</sub> ) atmosphérique par les rayonnements solaires en ozone (O <sub>3</sub> ) qui s'accumule pour former la couche d'ozone protégeant d'une partie des rayons nocifs du Soleil et permettant par la suite l'explosion de la vie dans l'océan primitif.	7
Réunification complète de la galaxie d'Andromède et de la Voie lactée pour former une nouvelle galaxie dans laquelle le système solaire est en périphérie.	21
Extinction des dinosaures.	12
Société industrielle moderne.	18
Formation des galaxies dont la Voie lactée et celle d'Andromède.	2
Des êtres vivants très primitifs (animaux et végétaux) envahissent le milieu aérien (les continents).	9
Premiers animaux connus (respirent du dioxygène dissous dans l'eau de l'océan primitif).	8
Séparation entre la lignée des singes et celle de l'homme.	14
Formation du système solaire et notamment de la Terre.	3

# Ressources documentaires

## La dynamique de l'univers et ses conséquences

### **Tout est en perpétuel changement dans l'Univers.**

Les étoiles naissent, brillent pendant des millions ou des milliards d'années avant de s'éteindre. Les galaxies croissent en absorbant leurs voisines. L'Univers lui-même, né il y a plus de 13 milliards d'années d'une boule de masse très dense, continue son expansion.

**Les collisions transforment l'Univers.** Lorsque deux objets se heurtent, leur énergie cinétique est libérée, entraînant un bouleversement de la structure des objets rentrés en collision. Partout, elles pulvérisent ou rassemblent les éléments, laissant derrière elles les galaxies, les étoiles ou les planètes dans un état très différent. La Terre ne fait pas exception à cette règle : la vie a été modifiée, peut-être même rendue possible, par les collisions. L'exemple le plus marquant s'est produit il y a 65 millions d'années quand un astéroïde de la taille de l'Everest, en percutant la Terre, a décimé près de 85 % des espèces, dont les dinosaures. Pourtant, cela a permis le développement de nouvelles niches écologiques, dont celle qu'occupe actuellement l'espèce humaine.

**Dimensions et échelles des temps sont immenses dans le cosmos,** c'est pour cette raison que l'on parle « d'espace ». Notre système solaire s'étend sur plusieurs milliards de kilomètres, ce qui représente à notre échelle une vaste étendue vide mais qui est infime si on la compare à la distance qui sépare deux étoiles. La lumière des galaxies les plus éloignées peut parcourir des milliards d'années-lumière avant de nous parvenir et une année-lumière (vitesse pouvant être parcourue par la lumière en une année) représente 10 000 milliards de kilomètres !

L'échelle des temps est aussi impressionnante : l'âge de l'Univers est aujourd'hui estimé à 13,7 milliards d'années, celui de notre système solaire à 4,56 milliards d'années. Si les 6 millions d'années qui nous séparent de notre premier ancêtre nous semblent une durée colossale, cela ne représente pourtant que 0,2 % de son âge !

**Les lois de la physique s'appliquent en tout point de l'Univers depuis la nuit des temps.** Les principes fondamentaux de la physique que sont l'électromagnétisme et la gravité maintiennent l'Univers en perpétuel mouvement. Tous les objets de l'Univers sont en mouvement et le resteront à moins de subir une influence externe. Ceci correspond à la première loi de Newton, celle de l'inertie. La seconde loi de Newton «  $F = ma$  » (Force = masse x accélération) déclare qu'à toute force correspond une modification de mouvement. Ainsi, quand une comète passe à proximité du Soleil, sa trajectoire est modifiée par la force de gravité de celui-ci.

**La gravité est la force d'attraction qu'exercent réciproquement deux masses l'une sur l'autre.** C'est de loin la force la plus importante qui maintient les différents éléments du cosmos en mouvement. Plus un corps possède une masse importante, plus la force de gravité qu'il exerce sur les autres corps est importante. C'est pour cela que l'on est plus sensible à la gravité sur Terre que sur la Lune. De même, plus les corps sont proches, plus la force de gravité qu'ils exercent l'un sur l'autre est importante.

Ceci explique pourquoi la Voie lactée est inexorablement attirée par sa plus proche voisine, la galaxie d'Andromède.

# Présentation des éléments du Cosmos

## Galaxies

Ce sont les plus importantes structures astronomiques connues dans l'Univers. Elles ont été mises en évidence dans les années 1920 par Edwin Hubble.

Les étoiles y naissent et s'y concentrent. On y



trouve du gaz et des poussières qui forment le milieu interstellaire et de la matière noire – forme de matière inconnue qui n'émet aucun rayonnement mais

dont le champ gravitationnel influence la dynamique des étoiles. Notre galaxie (la Voie lactée), en forme de spirale, est de taille moyenne. Elle compte 200 milliards d'étoiles et s'étend sur environ 100 000 années-lumière. Sa voisine la plus proche, la galaxie d'Andromède se situe à 2,5 millions d'années-lumière.

## Constellations

Ce sont des associations d'étoiles faites arbitrairement par l'homme pour former des figures dans le ciel. Elles sont au nombre de 88 et sont définies de telle sorte qu'une étoile ne puisse appartenir qu'à une seule d'entre elles.

## Système solaire

Il est formé de 8 planètes, d'un grand nombre de planètes naines, de comètes et d'astéroïdes. Ce système est appelé « solaire » car, à l'exception des comètes, toutes les autres structures tournent sur un plan écliptique autour de celui-ci dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (vue depuis le pôle nord du Soleil). Le système se trouve en périphérie de la Voie lactée, à environ 27 000 années-lumière de son centre et en fait le tour en 250 millions d'années.

## Étoiles (exemple du Soleil)



Ce sont des boules de matière gazeuse dont la taille est tellement importante (plusieurs centaines de milliers de kilomètres) que leur cœur peut atteindre une

température suffisante pour permettre l'amorçage des réactions de fusion nucléaire. Une

étoile génère donc un rayonnement, contrairement aux planètes qui absorbent le rayonnement des étoiles.

Les étoiles vivent de plusieurs millions à plusieurs milliards d'années. Cette durée varie en fonction de la quantité de combustible qu'elles renferment pour leurs fusions nucléaires : plus une étoile est grosse, moins elle dure. Elles naissent de la contraction d'un nuage de gaz riche en hydrogène, appelé nébuleuse. Cette contraction entraîne une augmentation de densité qui attire d'autres gaz par gravité. La matière, de plus en plus dense, s'échauffe permettant d'atteindre une température suffisante pour initier les réactions de fusion nucléaire. L'étoile rentre alors dans sa phase principale pendant laquelle la force de gravité, favorisant la contraction, est équilibrée par la dilatation due à la libération d'énergie. Le noyau, initialement constitué d'hydrogène s'enrichit progressivement en hélium. Lorsque l'hydrogène est épuisé, des réactions de fusion de l'hélium se déclenchent. C'est le stade de « géante rouge » : le cœur de l'étoile se contracte tandis que les couches externes se refroidissent et rougissent. Lorsque tout l'hélium s'est transformé en carbone ou en oxygène, les réactions de fusion s'arrêtent. Le cœur de l'étoile se contracte tandis que les couches externes s'éloignent mais rayonnent toujours, c'est le stade « naine blanche ». Puis l'étoile finit par ne plus rayonner ni lumière ni chaleur, c'est le stade de naine noire.

## Les planètes

Ce sont des objets célestes, en orbite autour d'une étoile sans toutefois être une étoile, qui sont suffisamment massifs pour que l'effet de leur propre gravité leur confère une enveloppe sphérique et qui dominent leur environnement, c'est-à-dire en ayant éliminé tout corps se déplaçant sur une orbite proche. On considère que les planètes se forment en même temps que leur étoile, par accrétion et condensation d'un nuage de gaz et de poussières sous l'influence de la force de gravité.

Depuis 1995, date à laquelle on a découvert la première exoplanète, on sait qu'il existe des planètes en orbite autour d'autres étoiles. Il est même probable qu'elles soient très nombreuses étant donné qu'on en a détecté plus de 170 à ce

jour alors que les moyens dont nous disposons actuellement commencent tout juste à nous permettre de mettre à jour des planètes d'aussi petite taille que la Terre.

Voici quelques données comparatives chiffrées des 8 planètes du système solaire :

	Diamètre équatorial moyen (en km)	Distance moyenne du Soleil (en millions de km)	Durée d'une révolution	Température moyenne en surface (en °C)	Nombre de satellites
Mercure	4 878	58	88 j	-170 la nuit et 430 le jour	0
Vénus	12 100	108	225 j	460	0
Terre	12 756	150	365j	15	1
Mars	6 790	228	687 j	-50	2
Jupiter	142 894	778	12 ans	-130	79
Saturne	120 000	1427	29 ans	-170	82
Uranus	51 118	2870	84 ans	-200	27
Neptune	49 528	4496	164 ans	-220	14

On distingue 2 types de planètes dans le système solaire :

- les **4 planètes telluriques (Mercure, Vénus, Terre, Mars)**, les plus proches du Soleil, de composition dense, ayant peu ou pas de satellites et aucun système d'anneaux. Elles sont formées d'une croûte solide recouvrant un manteau semi-liquide composé de silicates, leur centre renferme un noyau riche en fer et en nickel. Toutes présentent des cratères d'impact et des traces en surface d'activité tectonique comme des rifts ou des volcans. À l'exception de Mercure qui est trop proche du Soleil, toutes possèdent une atmosphère.

### Mercure



C'est la planète la plus petite et la moins massive.

Son atmosphère, quasi-inexistante, est composée de matière arrachée de sa surface par les vents solaires qui la

balayent en permanence. Elle reçoit 7 fois plus d'énergie solaire que la Terre. L'absence d'atmosphère explique la très forte variation de température qui existe entre la face exposée et la face non exposée au rayonnement solaire. Sa surface est recouverte de cratères d'impacts et de rides, probablement produites par contraction thermique lors de la phase de solidification de cette planète.

### Vénus



Elle est communément appelée « l'étoile du Berger ». Sa masse correspond à 80 % de celle de la Terre. Elle reçoit 2 fois plus d'énergie solaire que la Terre.

C'est la planète la plus chaude du système solaire car son atmosphère très riche en CO<sub>2</sub> (la pression est 90 fois plus importante que la nôtre) produit un effet de serre tel qu'elle conserve la chaleur accumulée lors de l'exposition aux rayons solaires. Sa surface est essentiellement constituée de plaines ondulées, de traces d'activité volcanique et de deux plateaux principaux de la taille d'un continent : Ishtar Terra et Aphrodite Terra. Sa rotation sur elle-même se fait dans le sens inverse des autres planètes.

### Terre



C'est la plus grande, la plus massive et la plus dense des planètes telluriques. C'est la seule où coexistent en surface les trois états de l'eau. Son atmosphère, enrichie en

dioxygène par l'activité des êtres vivants photosynthétiques, possède une couche d'ozone qui la protège d'une partie des rayons solaires et limite l'effet de serre, permettant de maintenir à sa surface une température moyenne compatible avec la vie. Elle est aussi la seule à posséder une hydrosphère recouvrant environ 70 % de sa surface. Sa surface montre des traces d'activité géologique interne et d'érosion par l'eau et le vent. Son satellite est la Lune.

### Mars



Elle est de petite taille et possède une fine atmosphère, principalement composée de dioxyde de carbone. Sa surface montre de nombreux volcans comme le mont Olympe, des rifts

comme Valles Marineris et des vallées que l'on suppose avoir été formées par l'eau. Elle est dotée de deux satellites Déimos et Phobos, plus petits que la Lune. Elle possède des astéroïdes troyens qui partagent son orbite autour du Soleil.

## CHOCOS COSMIQUES

- les 4 planètes géantes gazeuses (**Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune**) se situent au-delà de la ceinture d'astéroïdes. Elles sont dites gazeuses en raison de l'épaisse atmosphère qui les entoure. Elles sont constituées d'un manteau externe de dihydrogène liquide devenant progressivement métallique (ionisé) vers l'intérieur et d'un petit noyau rocheux (silicates de fer). Elles sont peu denses, pourtant leur masse représente 99 % de la masse de matière du système solaire. Elles possèdent toutes de nombreux satellites et un système d'anneaux même si ceux de Saturne sont les seuls observables facilement depuis la Terre. Leur présence a de grandes conséquences sur le reste du système solaire : elle stabilise les orbites des autres planètes et leur attraction gravitaire constitue un écran contre les objets provenant de l'extérieur du système solaire. Ainsi, la présence de la vie sur Terre a sans doute été rendue possible par l'existence de ces quatre planètes si lointaines.

**Jupiter**

C'est la plus grosse planète du système solaire, sa masse correspond à 318 fois celle de la Terre. Sa composition est proche de celle d'une étoile et de ce fait elle est souvent comparée à une « étoile manquée ». Sa grande taille lui confère une forte chaleur interne ce qui a des répercussions sur son atmosphère principalement composée de dihydrogène et d'hélium. Ainsi, on peut facilement la reconnaître à sa « tache rouge », grande comme deux fois la Terre, zone de surpression, ou à ses multiples bandes nuageuses. Sa surface est balayée par des vents violents (600 km/h). Parmi les 79 satellites dénombrés actuellement, ses quatre plus gros, Ganymède, Callisto, Io et Europe, présentent certaines ressemblances avec les planètes telluriques (volcanisme). Jupiter est entourée d'anneaux de poussières arrachées à ses satellites lors des impacts météoritiques fréquents. Elle possède aussi une centaine d'astéroïdes troyens qui partagent son orbite autour du Soleil.

**Saturne**

Elle est un peu moins massive que Jupiter : elle ne fait que 95 fois la masse de la Terre. Parmi les 82 satellites qu'on dénombre actuellement, deux d'entre eux, Encelade et Titan présentent des signes d'activité géologique. Ce

dernier se singularise car il possède une atmosphère. La structure de ses anneaux est très fine : ils sont d'une épaisseur inférieure à 2 km. Ils sont formés de milliards de minuscules anneaux constitués de glace.

**Uranus**

Elle est la moins massive des planètes géantes. Son noyau est donc beaucoup plus froid que celui des autres géantes gazeuses. Elle reçoit 400 fois moins de lumière solaire que la Terre. Son axe de rotation est couché sur le plan de son orbite autour du Soleil. Sa composition interne est enrichie en hélium, par rapport à la composition des autres géantes et elle n'est pas assez massive pour que l'hydrogène soit sous forme métallique. Sa surface serait recouverte d'un océan d'ammoniac et de méthane. Son atmosphère serait composée d'hydrogène, d'hélium, d'eau glacée, d'ammoniac et de méthane. Parmi les 27 satellites qu'on dénombre actuellement, les 5 plus connus Titania, Oberon, Umbriel, Ariel et Miranda, sont tous recouverts de glace. Il y a au moins 13 anneaux qui l'entourent. Ils sont composés de poussières et de glace et sont très sombres ce qui les rend difficilement observables.

**Neptune**

Elle est un peu plus massive, ce qui lui confère un noyau un peu plus chaud qu'Uranus. Elle reçoit 1 000 fois moins de lumière solaire que la Terre. Son atmosphère contient deux couches nuageuses de composition différente. Comme pour les autres planètes géantes, sa surface est balayée par des orages et des vents violents qui sont les plus rapides du système solaire (2 000 km/h). Parmi les 14 satellites qu'on lui dénombre actuellement, Triton, qui est son seul grand satellite, est géologiquement actif (geysers d'azote liquide). Elle possède des anneaux très fins mais complets. Elle possède aussi au moins 5 astéroïdes troyens qui partagent son orbite autour du Soleil.

**Les planètes naines**

Cette catégorie de corps célestes a été créée en août 2006 par l'Union astronomique internationale. Elle rassemble les objets, en orbite autour d'une étoile sans toutefois être une planète, qui sont suffisamment massifs pour que l'effet de leur propre gravité leur confère une enveloppe sphérique mais pas assez massifs pour avoir nettoyé leur environnement de tout corps se déplaçant sur une orbite proche.

On en dénombre actuellement 5, dans le système solaire, mais ce chiffre pourrait être amené à évoluer dans les années à venir.

Pour le moment, une seule d'entre elles est située dans le système solaire « interne ». Il s'agit de Cérès qui se trouve dans la ceinture d'astéroïdes

en orbite entre Mars et Jupiter. Mais Vesta et Hygie, qui se trouvent aussi dans cette région, pourraient intégrer cette catégorie s'il est prouvé qu'elles ont atteint l'équilibre hydrostatique leur permettant d'avoir une forme sphérique.

Toutes les autres planètes naines actuellement répertoriées dans le système solaire se trouvent dans la « ceinture de Kuiper » qui est un grand anneau de débris glacés en orbite au-delà de Neptune. Parmi elles, on peut citer Pluton, autrefois considéré comme une planète et qui a été reclassée en 2006, Eris, ou plus récemment Makémaké.

Certaines planètes naines peuvent avoir des satellites, c'est par exemple le cas de Pluton qui en possède trois.

## Histoire de la perception de l'univers

Dès la préhistoire, les hommes ont toujours observé le mouvement des astres dans le ciel. Cela a rythmé leur vie et a donné naissance à de nombreuses croyances.

Dans la Grèce antique, **Thalès de Milet** (624-547 av. J.-C.) a la conception suivante de l'Univers : c'est une bulle d'air hémisphérique formée par la voûte céleste et la surface plane de la Terre, flottant elle-même sur l'eau.

Ensuite, **Eudoxe de Cnide** (408-355 av. J.-C.) élabore la théorie d'un cosmos géocentrique. Dans cette théorie, le cosmos est alors une sphère dont le centre coïncide avec le centre de la Terre, elle-même sphérique. Dans cette vision du cosmos, la Lune, le Soleil et les planètes connues à l'époque (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne) se situent alors entre la Terre, centre du monde et la voûte étoilée qui en constitue toujours sa circonférence extérieure. Pour expliquer les mouvements de chaque astre, il les imagine enchâssés dans un système, propre à chacun, de sphères animées d'un mouvement de rotation et centrées sur la Terre.

Enfin, **Aristarque de Samos** (310-230 av. J.-C.) est le premier à envisager une théorie héliocentrique

du cosmos. Mais celle-ci n'est pas considérée sérieusement car elle choque la conception philosophique du monde antique.

Après l'effondrement des Empires grecs et romains, ces connaissances sont reprises dans les sciences arabes. En revanche, dans le monde chrétien, le modèle de Milet est repris car il est plus conforme aux doctrines religieuses de l'époque. Dans le monde chrétien, il faut attendre la Renaissance, avec **Nicolas Copernic** (1473-1543), pour que la théorie héliocentrique du cosmos, dans laquelle le Soleil prend la place de la Terre, refasse surface. Cette théorie, jugée blasphématoire, essuie pendant longtemps les foudres de l'Inquisition romaine. De nombreux savants passent par le bûcher ou en réchappent de peu – **Galilée** doit se rétracter en 1633 – pour avoir adhéré à cette théorie. Elle finit cependant par s'imposer peu à peu. La Terre n'est donc plus alors le centre immobile du « monde » mais un astre tournant, comme les autres planètes, autour du Soleil qui, lui, est immobile.

Cette théorie est complétée par René Descartes (1596-1650) qui énonce le principe de «



tourbillons » de matière entraînant les planètes dans le même sens autour d'un centre unique représenté par le Soleil. Les améliorations techniques et scientifiques apportées par **Galilée** (1564-1642), **Johannes Kepler** (1571-1630) et **Isaac Newton** (1643-1727) permettent de remplacer ce principe intuitif et de poser les bases fondamentales de la mécanique du mouvement des planètes. Cependant, dans cette vision du « monde », l'Univers reste limité au système solaire.

**Giordano Bruno** (1548-1600) qui avance le concept révolutionnaire selon lequel il existe une multitude de systèmes solaires dans un Univers infini, finit sur le bûcher. Il faut attendre Bernard le Bouyer de Fontenelle (1657-1757) et son *Entretien sur la pluralité des mondes* pour que cette théorie soit vulgarisée et rencontre un grand succès, sans pour autant qu'elle ne soit prouvée.

Avec le XXe siècle et ses considérables avancées technologiques en matière d'image, de grandes découvertes ont pu être faites.

En 1929, **Edwin Hubble** (1889-1953) observe pour la première fois la galaxie d'Andromède et calcule la distance qui la sépare de la Voie lactée. Il est ainsi prouvé que l'Univers, n'est donc pas constitué que d'une seule galaxie mais d'un nombre considérable d'entre elles.

En 1995, le télescope spatial Hubble, envoyé pour la première fois une image sur laquelle on peut découvrir une exoplanète. Depuis lors, environ 250 autres ont pu être observées, prouvant, 400 ans plus tard, le bien-fondé de la théorie de Giordano Bruno.

Ainsi, la perception qu'a l'homme de l'Univers qui l'entoure n'a cessé d'évoluer au cours de son histoire. Si cette évolution a d'abord été contrôlée par les instances religieuses, elle s'en est peu à peu émancipée sous l'influence de courants de pensée menés par les plus brillants philosophes, savants et lettrés, s'appuyant sur les progrès technologiques et scientifiques.

## Quelques ressources webographiques

<https://cnes.fr/jeunes> : une mine d'or pour les recherches avec vos élèves sur tout ce qui concerne les connaissances sur l'espace mais aussi les applications que la recherche et l'exploitation spatiale permettent maintenant dans notre vie quotidienne.

<http://hubblesite.org> : présente la technologie de ce télescope, les découvertes qu'il a permis de faire ainsi que sur son successeur programmé : Webb.

<http://orbitmars.futura-sciences.com> : permet de visualiser les derniers clichés de la planète Mars.

<http://www.astrosurf.com> : portail de l'astronomie amateur en France. C'est une mine dans laquelle vous trouverez des images fixes ou animées, un grand nombre de liens vers d'autres sites répertoriés par thèmes.

<https://science.nasa.gov/mission/hubble> : (en anglais) donne des informations très précises sur le télescope Hubble et propose aussi des images qu'il a permis d'obtenir.

<http://solarsystem.nasa.gov/planets/index.cfm> : (en anglais) à la pointe des connaissances et de l'actualité à propos du système solaire.

Dossier pédagogique réalisé par l'Atelier Canopé 86 – Poitiers / Août 2018.  
Relecture septembre 2024.