





DOSSIER CULTUREL

**EXPOSITION
LE SYSTEME SOLAIRE**



	Planétarium	
	Université de Strasbourg	
Jardin des sciences		

Cette exposition de panneaux est issue de la réflexion de l'équipe du planétarium du Jardin des sciences, au sujet des images du Système solaire qui la touchent, la stimulent et enrichissent sa médiation scientifique. Nous espérons que ce regard subjectif sur les données recueillies par les scientifiques, pour faire progresser les connaissances, intéressera les publics de tout âge.

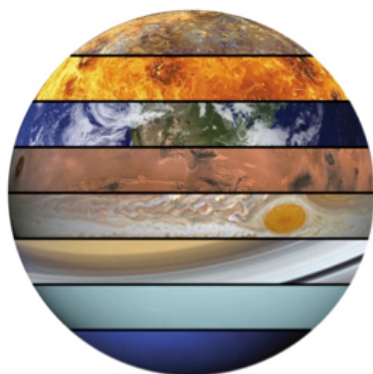
Cette exposition montre des images spectaculaires, originales de notre environnement proche et montre qu'en quelques décennies, les progrès technologiques ont permis de voir combien un corps céleste comme la Terre est unique et précieux.

A propos du Jardin des sciences, un service dédié au partage des savoirs à l'Université de Strasbourg

Au cœur de l'Université de Strasbourg, le Jardin des sciences contribue à rendre accessible à un large public le monde de la recherche dans toute sa diversité et à renforcer le dialogue entre les acteurs de la recherche et les citoyens. Ses missions sont la médiation culturelle des sciences à Strasbourg et sur le territoire alsacien, la gestion du planétarium en lien avec l'Observatoire astronomique, l'action en direction des publics scolaires, la conservation, l'inventaire et la valorisation du patrimoine de l'Université et la formation continue en médiation scientifique. Ses actions visent à permettre l'appréhension des sciences de manière ludique et créative en valorisant leur dimension culturelle. A travers son site internet collaboratif Oscahr <https://oscahr.unistra.fr>, le Jardin des sciences invite chercheurs et citoyens à dialoguer autour des sciences et du patrimoine scientifique de l'Université de Strasbourg. Le Jardin des sciences a été labellisé par la Région Grand Est comme acteur reconnu de la culture scientifique, technique et industrielle (CSTI) en Grand Est et bénéficie à ce titre de soutiens pour mener ses actions.

<http://jardin-sciences.unistra.fr/>

Panneau 1



Quels sont les astres de notre Système solaire que nous pouvons observer à l'œil nu dans le ciel ? En fait, il n'y en a pas beaucoup : ce sont le Soleil (à ne jamais regarder sans protection !), la Lune, certaines planètes, et rarement, une comète qui passe près du Soleil. Même si notre Système solaire abrite huit planètes, seulement cinq sont facilement repérables dans le ciel, sans instrument.

Nous pouvons reconnaître une planète dans le ciel au fait qu'elle ne scintille pas, contrairement aux étoiles. Souvent, elles sont plus brillantes que les étoiles, mais attention : elle ne produisent pas de lumière, elles ne font que réfléchir celle du Soleil.

Une planète est un astre (solide ou gazeux) assez massif pour avoir une forme sphérique, et qui est beaucoup plus petit qu'une étoile. Si nous les voyons la nuit, c'est quelque part rassurant : nous pouvons nous dire que même si on ne voit plus le Soleil, il est toujours en train de briller car nous voyons sa lumière réfléchi sur les planètes.

Comme la Terre, les planètes tournent autour du Soleil. Plus la planète est proche de son étoile, plus vite elle en fait le tour. Mercure et Venus mettent moins de temps que la Terre. Les autres, plus lointaines, tournent plus lentement. La durée de leurs révolutions varie de trois mois (pour la plus proche du Soleil) à 165 ans (pour la plus lointaine). De ce fait, elles se suivent à des rythmes différents le long d'une bande étroite dans le ciel en traversant les constellations du zodiaque et que l'on appelle « l'écliptique ». Les planètes nous offrent ainsi un magnifique spectacle de ballet céleste en changeant en permanence de position par rapport aux étoiles lointaines. Voilà pourquoi nous ne pouvons donner leur position que pour une date précise.



Crédits: ESO/S. Guisard

Soleil

Bien qu'il soit unique pour nous, le Soleil n'est rien d'autre qu'une étoile banale, comme il en existe des centaines de milliards dans notre galaxie, « la Voie lactée ».

Comme toutes les étoiles, c'est une immense sphère de gaz comprimée par la gravité. La pression au cœur de l'étoile est telle que les noyaux atomiques fusionnent en libérant une énergie colossale, sous forme de rayonnement.

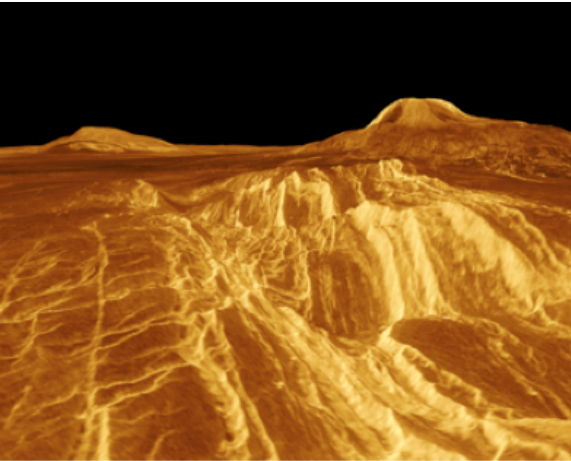
Une toute petite partie du rayonnement du Soleil arrive sur notre planète en nous apportant chaleur et lumière. Cette lumière, composée de toutes les longueurs d'onde, nous paraît blanche la plupart du temps. Mais lorsque les rayons du Soleil traversent beaucoup d'atmosphère (au coucher et au lever du Soleil), les couches d'air fonctionnent comme un prisme géant qui courbe et disperse la lumière, et le ciel est souvent peint d'une multitude de nuances orange, rouge et rose.

La lumière bleue et verte est plus courbée que les rayons orange et rouge, de sorte qu'elle apparaît légèrement plus haute dans le ciel, du point de vue d'un observateur.

Lorsque le Soleil est proche de l'horizon et que les conditions sont idéales (vue dégagée, atmosphère stable), un effet de mirage lié au gradient de température dans l'atmosphère peut amplifier la dispersion - la séparation des couleurs - et produire l'insaisissable « flash vert ».

On ne voit presque jamais d'éclair bleu, car la lumière bleue est diffusée par les molécules et les particules de la dense couche d'air vers l'horizon : d'où la couleur de notre ciel.

Panneau 4



Crédits: NASA/JPL

Vénus

La plus éclatante de toutes les planètes est Vénus. Aucun autre astre, hormis le Soleil et la Lune, ne brille plus qu'elle. Nous pouvons même l'observer en plein jour si nous savons où la chercher. On l'appelle « l'étoile du Berger » parce qu'elle est la première à apparaître le soir, signe qu'il faut rentrer les troupeaux. Quand elle est visible le matin, elle est la dernière à disparaître dans les lueurs de l'aube.

Vénus est notre voisine la plus proche (deuxième en partant du Soleil) et pour nous, elle est toujours dans la direction du Soleil. Certains peuples croyaient d'ailleurs que la Vénus du matin et celle du soir étaient deux astres différents et leur ont donné des noms distincts.

Bien que très brillante dans notre ciel et relativement proche, Vénus nous est très difficile d'accès à cause des conditions dantesques qui règnent à sa surface. Elle est entourée d'une atmosphère épaisse et dense de gaz carbonique, qui est à l'origine d'un puissant effet de serre portant sa température à près de 500°C. Sa surface nous est perpétuellement cachée sous des nuages constitués de gouttelettes d'acide sulfurique qui, emportés par des vents pouvant atteindre 400 km/h, font le tour de la planète en trois à cinq jours.

Pour réaliser cette image en trois dimensions malgré ces conditions, les scientifiques ont combiné les données de plusieurs sondes et radars. Le point de vue de la photo se trouve à une altitude de 1,2 km. Le volcan à l'horizon droit s'appelle *Gula Mons* et atteint 3 km de hauteur. *Sif Mons*, le volcan à l'horizon gauche, a un diamètre de 300 km et une hauteur de 2 km.

De nombreuses questions restent sans réponse pour le moment au sujet de notre plus proche voisine. Pourquoi Vénus tourne-t-elle sur elle-même en sens inverse des autres planètes ? Et pourquoi son atmosphère tourne-t-elle dans le sens contraire de celui de la planète ? Sachant que Vénus et la Terre ont dû se former à partir des mêmes éléments, pourquoi les deux planètes ont-elles connu des évolutions si différentes ?

Tant de choses à découvrir encore...

Panneau 5



Crédits: NASA/Karen Nyberg

La Terre

Si nous avons qu'une seule information à retenir de notre planète, la Terre, avant de parler de ses océans, de son atmosphère, de sa température ou de son satellite naturel, c'est qu'elle reste le seul endroit sur lequel nous savons avec certitude, qu'il abrite des êtres vivants.

Elle est parfaite pour nous.

La Terre s'est formée dans une zone « juste comme il faut » autour du Soleil, la « zone habitable » : là où les océans peuvent rester à l'état liquide. Ce n'est pas par hasard si les astronomes appellent cette zone aussi « Boucles d'or ». Un peu plus près, et les océans s'évaporent. Un peu plus loin, ils gèlent.

La Terre est juste à la bonne distance : ni trop près, ni trop loin du Soleil.

La Terre a la bonne température : ni trop chaud, ni trop froid, juste comme il faut.

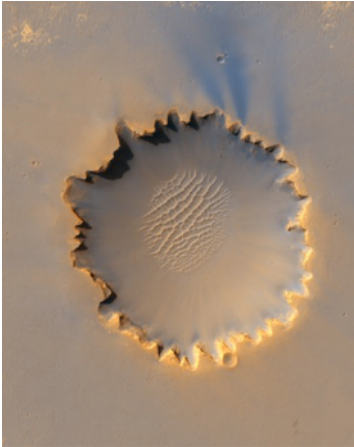
La Terre n'est ni trop grande, ni trop petite, juste à la bonne taille pour garder son atmosphère et pour nous offrir un sol rocheux.

Une véritable histoire de *Boucles d'or*, comme dans le conte.

La Terre est juste comme il faut. Parfaite pour nous.

A nous de trouver, par tous les moyens, comment préserver cet endroit si précieux.

Panneau 6



Crédits: NASA/JPL-Caltech/Univ. of Arizona

Mars

Dans le ciel, la planète Mars ne peut être confondue avec aucune autre : son éclat fixe et rouge lui a valu de porter le nom du dieu de la guerre.

Si proche de la Terre et en même temps si différente, Mars enflamme l'imagination des humains. Aujourd'hui, Mars est un monde désertique, froid et poussiéreux. Mais nous savons qu'elle a été beaucoup plus chaude et humide, avec une atmosphère plus épaisse et de l'eau liquide, il y a des milliards d'années.

Mars est l'un des corps les plus explorés du Système solaire, et c'est la seule planète sur laquelle nous avons envoyé des rovers pour parcourir les paysages extraterrestres et essayer de répondre aux nombreuses questions que nous nous posons.

Sur cette photo, nous pouvons voir les traces du rover *Opportunity* : des lignes légèrement plus claires sur le côté gauche de l'image, entrecoupées des points qui marquent les endroits où le robot a tourné sur place.

Entre septembre 2006 et août 2008, *Opportunity* a contourné partiellement le cratère *Victoria* avant d'y pénétrer brièvement pour examiner de près les falaises abruptes, à la vitesse « folle » de 13 mètres par jour !

Le tout dernier rover, *Perseverance*, va beaucoup plus vite, il peut parcourir jusqu'à 200 m par jour. En plus, il dispose d'un drone - un mini hélicoptère de 1,8 kg, pour préparer ses explorations. Ses capacités d'analyse doublées par un prélèvement d'échantillon qui sera envoyé vers la Terre (une grande première !), permettront peut-être enfin de dire si, oui ou non, la vie a un jour existé sur Mars. Il doit arriver sur Mars en février 2021 : à l'heure où on écrit ces lignes, on ne sait pas comment va se passer son atterrissage... On ne peut que lui souhaiter « Bonne chance ! »



Crédits: NASA/Goddard/University of Arizona

Astéroïde

Un astéroïde n'est pas visible dans le ciel à l'œil nu, car sa taille est très petite (de quelques mètres aux 950 km pour le plus grand, Cérès), et sa couleur sombre réfléchit très peu la lumière du Soleil.

Les astéroïdes sont des morceaux géants de roche et de métal qui orbitent autour de notre étoile. La plupart sont situés sur une large bande qui se trouve entre les orbites de Mars et de Jupiter, formant ce qu'on appelle la « ceinture d'astéroïdes ».

Les astéroïdes cachent des informations que nous ne pouvons trouver nulle part ailleurs. Ils sont les seuls témoins restés presque intacts de la formation du Système solaire. Sur la Terre, comme sur les autres planètes, la matière à partir de laquelle elles se sont formées, a été chauffée, fondue et l'information a été perdue.

Mais sur la plupart des astéroïdes, la matière est restée intacte car ils sont trop petits pour la transformer sous leur propre gravité. Les astéroïdes gardent donc les secrets de la formation du Système solaire et peuvent fournir de nombreuses informations sur l'histoire des planètes et du Soleil.

En 2018, la sonde américaine *OSIRIS-REx* est arrivée à proximité de Bennu, un petit astéroïde de 500 m de diamètre, avec les missions de déterminer ses propriétés physiques et chimiques, et de prélever un échantillon. Depuis, elle a cartographié la surface, fait des observations à distance, et même réussi à se mettre en orbite autour de ce petit astre. A moins d'un kilomètre de distance, au cours de l'été 2019, la sonde a fourni des vues sans précédent de sa surface, comme cette photo qui révèle un vaste champ de rochers.

Nous attendons le retour des échantillonnages en septembre 2023.



Crédits: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Gerald Eichstad/Sean Doran © CC NC SA

Jupiter

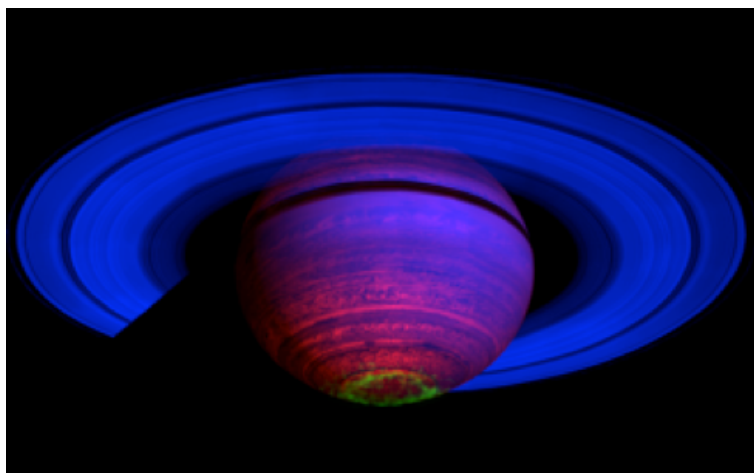
La plus grosse des planètes du Système solaire, Jupiter, est très brillante et facilement observable quand sa position par rapport à la Terre le permet. Avec une petite lunette, nous pouvons même admirer la danse de ses quatre plus grands satellites, changeant de position autour de la planète soir après soir.

C'est toute une autre dimension qui s'offre à nous avec les images des sondes spatiales. Une multitude de magnifiques nuages tourbillonnants dans la dynamique ceinture tempérée du nord de Jupiter est capturée par exemple sur cette image de la sonde spatiale *Juno* de la NASA.

À l'époque, *Juno* se trouvait à environ 7 000 km du sommet des nuages de la planète. La scène montre plusieurs nuages blancs brillants ainsi qu'une tempête anticyclonique, connue sous le nom d'Ovale blanc.

Juno a aussi livré de précieuses informations sur l'atmosphère de ce monde 318 fois plus massif que la Terre. Elle a ainsi mesuré que les fameuses bandes colorées caractéristiques de la surface ont une épaisseur de l'ordre de 3 000 km, tandis que la Grande Tache rouge, elle, est plus superficielle : 300 km à peine d'épaisseur.

L'origine de la couleur de la Grande Tache est encore un mystère. Certains scientifiques supposent que la lumière ultraviolette du Soleil pourrait faire réagir les composés chimiques présents (comme par exemple l'hydrosulfure d'ammonium) dans l'atmosphère de Jupiter en produisant des substances rougeâtres. D'autres envisagent que ces substances colorées apparaîtraient lors de décharges électriques (des éclairs !), ou encore qu'elles pourraient remonter depuis des couches plus profondes lors des puissants ouragans.



Crédits: NASA/JPL/ASI/University of Arizona/University of Leicester

Saturne

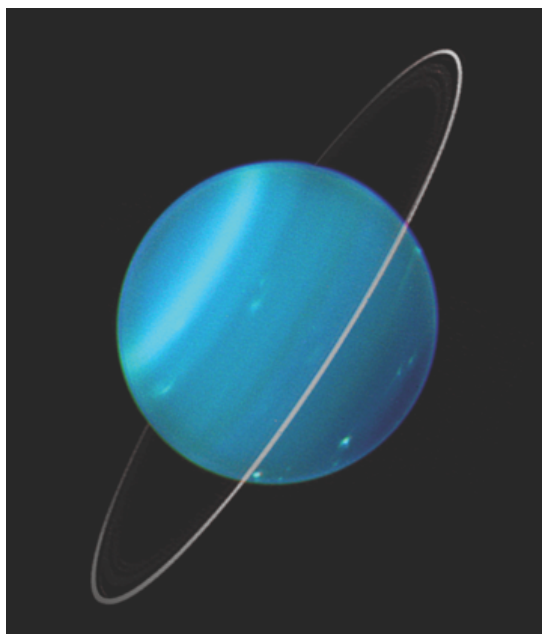
Saturne, la plus lointaine des planètes visible à l'œil nu, est aussi celle qui se déplace le plus lentement parmi les constellations. Dans notre ciel nocturne, Saturne brille moins que Vénus ou Jupiter, d'une lumière quelque peu jaunie, comme de l'ivoire.

Parée d'un éblouissant système d'anneaux glacés, Saturne est splendide à voir dans un télescope, même petit. Ce n'est pas la seule planète à avoir des anneaux - toutes les planètes gazeuses en possèdent - mais aucune autre ne peut rivaliser avec les anneaux spectaculaires et complexes de Saturne.

Cette image composite en fausses couleurs a été réalisée à partir de 65 observations individuelles, faites par la sonde *Cassini* en 2008. Elle nous révèle un phénomène lumineux d'une grande beauté, observable sur toutes les planètes qui possèdent un champ magnétique : une aurore polaire. Ce phénomène est provoqué par les particules du vent solaire : lorsqu'elles rencontrent une planète, elles sont piégées par les lignes du champ magnétique de l'astre et guidées ensuite vers les pôles, où elles s'illuminent en interagissant avec l'atmosphère.

La lueur des aurores boréales ici, n'est visible qu'aux longueurs d'onde vertes. Les anneaux de Saturne et la brume de haute altitude apparaissent en bleu profond, et les éléments rouges traduisent une émission thermique. Les points dans les bandes sombres de l'image sont des nuages et des petites tempêtes qui délimitent les systèmes météorologiques et les schémas de circulation des gaz de la planète. Ils sont éclairés par en dessous par l'émission thermique de Saturne, et apparaissent donc en silhouette.

Savourez le spectacle.



Crédits : Lawrence Sromovsky, University of Wisconsin-Madison/W.W. Keck Observatory

Uranus

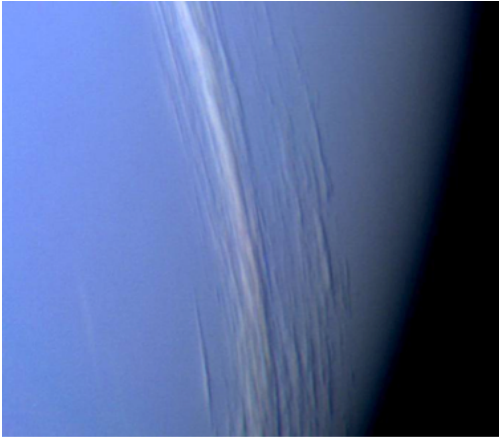
Uranus est une planète très lointaine, presque 3 milliards de kilomètres la séparent de nous. Située à la limite de la visibilité à l'œil nu, elle a échappé à l'attention des anciens observateurs. En plus, dû à sa révolution très lente (84 ans pour faire le tour du Soleil), le mouvement d'Uranus que nous pouvons observer dans le ciel parmi les constellations est si long qu'il est difficile à détecter.

Il a fallu attendre un siècle et demi après les travaux de l'astronome Galilée, pour que la planète Uranus soit enfin remarquée par William Herschel, en 1781, bien qu'il ait d'abord cru qu'il s'agissait d'une comète ou d'une étoile. Ce n'est que deux ans plus tard qu'Uranus a été universellement acceptée comme une nouvelle planète.

Seule la sonde *Voyager 2* a survolé Uranus, en 1986. Nous avons appris qu'Uranus est une planète gazeuse, très froide et animée par des vents puissants. Le basculement étonnant de son axe de rotation, donne l'impression qu'elle est « couchée » sur son orbite, fait unique dans le Système solaire.

Sur cette image en fausses couleurs prise plus récemment, le télescope spatial *Hubble* (en orbite autour de la Terre) nous montre qu'Uranus est entourée de quatre anneaux principaux et de 10 de ses 27 satellites connus.

Panneau 11



Crédits: NASA/JPL

Neptune

Sombre, froide et lointaine, Neptune est invisible à l'œil nu. C'est la seule planète du Système solaire qui a été découverte en 1846 non pas par l'observation, mais entièrement grâce à des calculs mathématiques réalisés par Urbain Le Verrier. En analysant des bizarreries dans la révolution d'Uranus, l'astronome français a suggéré que les mouvements de cette planète sont perturbés par une autre planète, plus lointaine et massive. Pointant des télescopes dans la direction indiquée par Le Verrier, on découvrit le disque bleuâtre de Neptune.

Plus que 30 fois plus loin du Soleil que notre planète, Neptune met beaucoup de temps pour faire sa révolution: 165 ans terrestres.

En 2011, elle a donc terminé son premier tour complet sur son orbite depuis sa découverte !

Nous ne pouvons pas aborder la question des planètes du Système solaire sans donner les raisons de « déclasser » Pluton de cette catégorie. En 2006, l'Union Astronomique Internationale a décidé, après une semaine de débats, d'établir trois conditions nécessaires pour qu'un astre puisse répondre au titre de planète : il doit tourner autour du Soleil, il doit avoir une masse suffisante pour être rond, et il doit avoir « nettoyé » le voisinage de son orbite, c'est à dire être le seul gros astre qui tourne sur son orbite autour du Soleil. C'est cette troisième condition, qui a classé Pluton dans la toute nouvelle catégorie des « planètes naines ».

Pour aller plus loin

<https://solarsystem.nasa.gov/>

<https://www.eso.org/public/images/archive/category/solarsystem/>

<https://photojournal.jpl.nasa.gov/>

<http://saturn.jpl.nasa.gov/>

https://www.nasa.gov/mission_pages/juno/main/index.html

<https://www.nasa.gov/osiris-rex>

<https://www.nasa.gov/perseverance>

QUIZ : A vous de jouer !

Une ou plusieurs réponses sont possibles.

PANNEAU 2 : La lumière qui nous arrive du Soleil...

1. porte toutes les couleurs.
2. est exclusivement jaune.
3. est exclusivement verte.

PANNEAU 3 : Pourquoi le Soleil, vu depuis Mercure, peut repartir en arrière dans le ciel et se recoucher juste après son lever ?

1. Car les lois de Kepler l'exigent.
2. Car son orbite est très elliptique et sa rotation très lente.
3. Car il a encore sommeil.

PANNEAU 4 : Vénus est appelée « l'étoile du Berger » car ...

1. elle est l'unique planète qui produit sa lumière, comme les étoiles.
2. elle n'est visible qu'au début et à la fin de la nuit.
3. sa couleur blanchâtre fait penser à un mouton.

PANNEAU 5 : La vie sur la Terre est apparue car ...

1. la planète est à la bonne distance du Soleil.
2. la planète a la bonne taille.
3. on ne sait pas exactement, il faut encore étudier la question.

PANNEAU 6 : Sur Mars, l'eau n'a jamais été

1. existante
2. liquide
3. déshydratée

PANNEAU 7 : Les astéroïdes sont précieux pour nous car ...

1. il se sont formés avant le Système solaire.
2. la plupart de la matière qui les compose n'a pas été transformée depuis les débuts du Système solaire.
3. ils contiennent des éléments précieux que nous pouvons vendre.

PANNEAU 8 : La sonde Juno porte ce nom car ...

1. elle surveille son mari.
2. c'est une sonde de la dernière génération, très jeune.
3. elle a été envoyée en juin 2011.

PANNEAU 9 : Trouvez la seule information correcte

1. Saturne est la seule planète qui possède des anneaux.
2. Les aurores sont observables sur toutes les planètes du Système solaire.
3. Saturne est la plus lointaine des planètes facilement visibles à l'œil nu.

PANNEAU 10 : Uranus est une planète particulière car ...

1. elle a des anneaux.
2. elle est couchée sur son orbite.
3. elle est gazeuse.

PANNEAU 11 : Depuis 2006, Pluton n'est plus considérée comme une planète car ...

1. c'est un américain qui avait découvert la planète.
2. elle est partie du Système solaire.
3. elle n'a pas « nettoyé » son orbite.

CORRECTION

PANNEAU 2 : La lumière qui nous arrive du Soleil...

Réponse 1 : porte toutes les couleurs.

PANNEAU 3 : Pourquoi le Soleil, vu depuis Mercure, peut repartir en arrière dans le ciel et se recoucher juste après son lever ?

Réponse 2 : Car son orbite est très elliptique et sa rotation très lente.

PANNEAU 4 : Vénus est appelée « l'étoile du Berger » car :

Réponse 2 : Elle n'est visible qu'au début et à la fin de la nuit.

PANNEAU 5 : La vie sur la Terre est apparue car :

1. La planète est à la bonne distance du Soleil.
2. La planète a la bonne taille.
3. On ne sait pas exactement, il faut encore étudier la question.

(Les trois réponses sont correctes, mais les deux premières ne sont pas suffisantes, la meilleure réponse est la 3)

PANNEAU 6 : Sur Mars, l'eau n'a jamais été

Réponse 3: déshydratée

PANNEAU 7 : Les astéroïdes sont précieux pour nous car

Réponse 2 : la plupart de la matière qui les compose n'a pas été transformée depuis les débuts du Système solaire.

PANNEAU 8 : La sonde Juno porte ce nom

Réponse 1 : car elle surveille son mari (dans la mythologie bien sûr).

PANNEAU 9 : Trouvez la seule information correcte

Réponse 3 : Saturne est la plus lointaine des planètes facilement visibles à l'œil nu.

PANNEAU 10 : Uranus est une planète particulière car ...

Réponse 2 : elle est couchée sur son orbite

PANNEAU 11 : Depuis 2006, Pluton n'est plus considérée comme une planète car ...

Réponse 3 : Elle n'a pas « nettoyé » son orbite.