

**VOYAGE
DANS
L'ESPACE**

Épisode

22

MYSTÈRES PLANÉTAIRES



Curieux qu'on ne sache toujours pas pourquoi...?

Le balado et les fascicules

Depuis janvier 2018, Claude Lafleur et Mathieu Rancourt produisent un balado consacré à l'exploration de l'espace. Intitulé *Voyage dans l'espace*, il est diffusé sur la plate-forme soundcloud.com. Chaque épisode vous fait parcourir une dimension particulière, qu'il s'agisse de l'exploration d'une planète, de la recherche de vie dans l'Univers ou de l'aventure des astronautes et de ceux et celles qui rêvent d'espace.

Pour chaque balado, ils préparent un exposé détaillé, sous forme de questions/réponses. Ils publient ces exposés sous forme de fascicules pdf, comme celui-ci. Il s'agit donc d'une conversation entre l'animateur de *Voyage dans l'espace*, Mathieu, et le passionné d'espace, Claude.

Notez que le balado diffusé s'inspire librement des questions/réponses préparées à cet effet. Le texte qui suit n'est pas un verbatim de l'émission, mais plutôt une autre version; le balado et ce fascicule se complètent l'un et l'autre.

Tous les fascicules sont offerts aux abonnés du balado *Voyage dans l'espace*, abonnement au coût de 5\$/mois, via la plate-forme patreon.com.

Mathieu Rancourt est géographe et professionnel de recherche au Centre de recherche du CHUM. **Claude Lafleur** est journaliste scientifique qui suit au quotidien depuis cinquante ans les péripéties de l'exploration spatiale.

L'équipe des fascicules:
Rédaction: Claude Lafleur
Couverture: Mathieu Rancourt
Illustrations: NASA.

Balado: <https://soundcloud.com/voyage-danslespace/>
Abonnement:
<https://www.patreon.com/voyagedanslespace>
Facebook: <https://www.facebook.com/voyagedanslespace/>

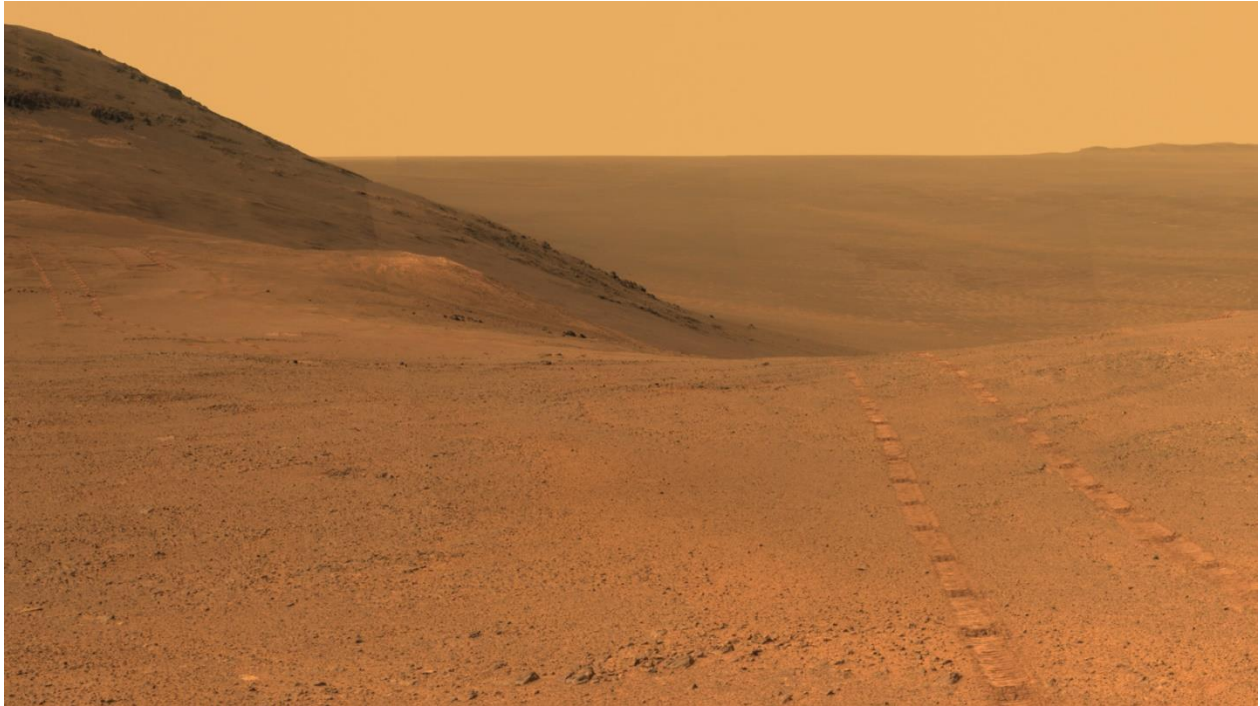
Courriel: claude-lafleur1@videotron.ca

© Copyright, Claude Lafleur, 2018

Nous vous encourageons à diffuser ce document (fichier .pdf ou imprimé) en autant que celui-ci soit diffusé dans son intégralité et que cette diffusion n'implique pas d'échange d'argent (vente ou autre).

Nous encourageons particulièrement les enseignants à utiliser ce document en classe, en tout ou en partie. Nous désirons ainsi les encourager à partager les merveilles de la science et du monde dans lequel nous vivons.

ISBN 978-2-923275-48-2 (pdf)
ISBN 978-2-923275-49-9 (kindle)
Dépôt légal: Bibliothèque du Canada,
2018



Un paysage martien qui fait rêver... mais où il fait -50° !

Mystères planétaires

Curieux qu'on ne sache toujours pas pourquoi...?

Écoutez le balado *Mystères planétaires* diffusé le 2 décembre 2018.

L'exploration de Mars étant dans l'actualité ces jours-ci, nous allons brièvement survoler quelques grandes questions qu'on se pose au sujet des planètes qui nous entourent.

Étant donné qu'on explore le Système solaire à l'aide de robots depuis plus d'un demi-siècle, on pourrait avoir l'impression qu'on a découvert à peu près tout ce qu'il y a à savoir à leur sujet et que, finalement, on connaît assez bien nos planètes voisines.

Or, étonnamment, malgré la quantité astronomique de photos et de données scientifiques qu'on a récoltées, on se pose encore un certain nombre de grandes questions fondamentales.

C'est ainsi qu'on se demande d'où vient la Lune, où sont passés les océans de Mars, pourquoi Vénus tourne sur elle-même à contre-sens et qu'est-il arrivé à son atmosphère... On peut aussi se demander pourquoi la vie s'est implantée sur Terre mais pas sur nos deux voisines?

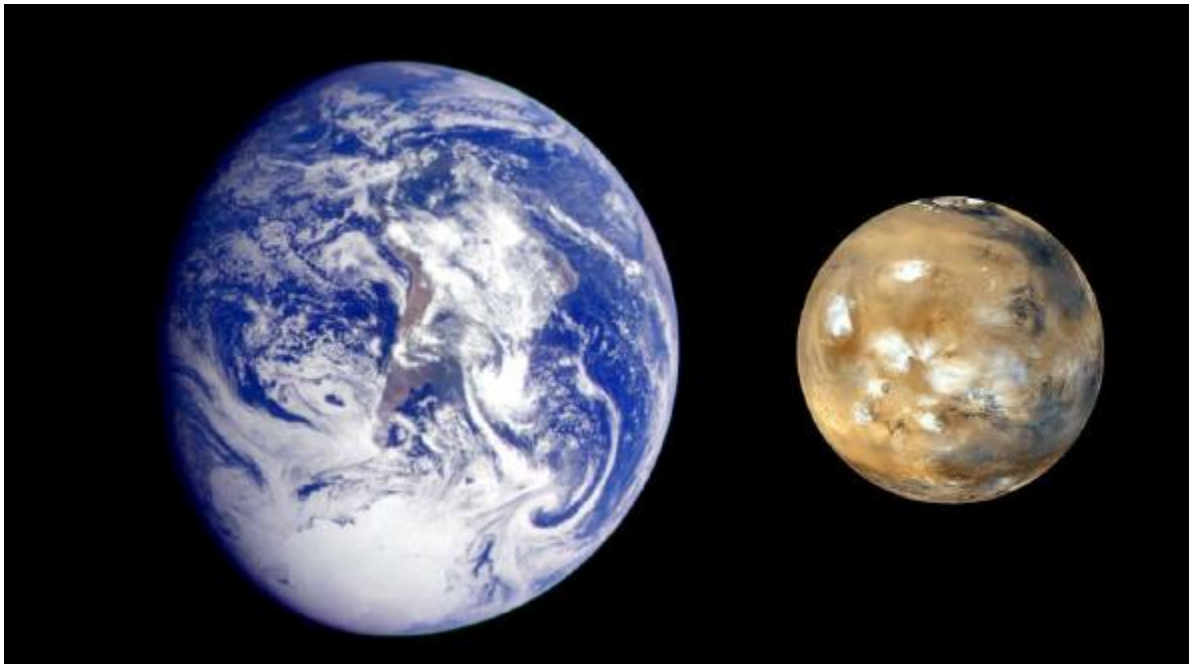
Est-ce à dire qu'en plus des questions pointues que se posent les spécialistes des planètes – qu'on appelle les planétologues –, nous sommes toujours confrontés à ce genre de questions «toutes simples»?

Eh oui. Et voilà qui peut même surprendre lorsqu'on songe, par exemple, que la question de l'origine de la Lune était l'un des principaux objectifs scientifiques du programme Apollo. Or, malgré l'impressionnante moisson scientifi-

que récoltée par les douze astronautes qui ont marché sur la Lune, on ignore aujourd'hui encore où et comment s'est formée la compagne de nos nuits.

On constate ainsi, ô bonheur, qu'on a encore énormément à apprendre au sujet des planètes qui nous entourent.

Voilà donc ce que nous explorerons dans ce nouvel épisode de Voyage dans l'espace, épisode qui s'amorce justement avec l'atterrissage de la sonde InSight sur Mars lundi dernier.



Comparaisons Terre-Mars. Cette illustration juxtapose la taille et l'apparence de la Terre et de Mars (12 742 km et 6 779 km de diamètre). La Terre est dix fois plus massive que Mars, ce qui lui permet de conserver de l'eau liquide en surface et une atmosphère cent fois plus dense. La gravité à la surface de Mars correspond à 38% de celle de la Terre; un astronaute de 75 kilos sur Terre ne pèsera que 28½ kg sur Mars. L'atmosphère martienne se compose à 96% de CO₂ (avec 2% d'argon, 2% d'azote et 0,1% d'oxygène), tandis que celle de la Terre se compose de 78% d'azote et de 21% d'oxygène. La température moyenne sur Mars est de -63° C (variant entre -143 et 20° C) tandis que sur Terre, elle est de 15° C (comprise entre -93 et 57°).

Thème 1

Retour sur Mars avec InSight



Représentation artistique de l'atterrissage de la sonde InSight le 26 novembre 2018.

Ainsi donc, lundi dernier, tel que prévu, la sonde américaine InSight s'est posée sur Mars au terme d'un voyage Terre-Mars qui a duré près de sept mois. Comme nous l'avions raconté dans notre balado *Un automne planétaire*, cet atterrissage a donné lieu aux fameuses «sept minutes de terreur» qu'ont probablement vécu ceux et celles qui ont suivi la retransmission en direct.

Claude, comment ça s'est passé?

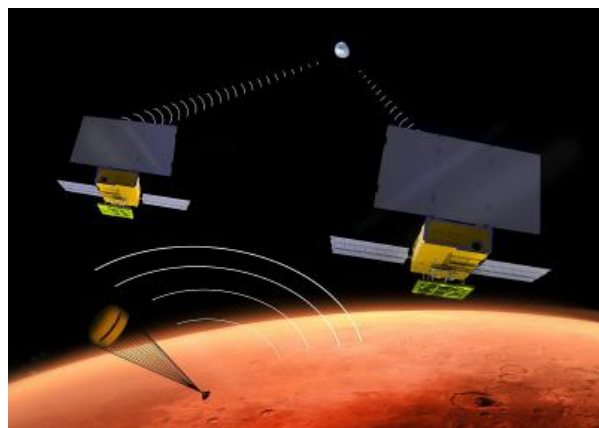
Je pense que tous ceux et celles qui ont suivi en direct l'atterrissage d'InSight ont été bien servi, la NASA nous ayant fait vivre un beau moment de suspens. Chose

certaine, tout s'est *parfaitement* bien passé, y compris le relais des informations que devaient assurer les deux microsondes MarCO («Mars Cube One»).

Et c'est là un aspect fort intéressant de l'atterrissage. Sans ces deux microsondes (pesant 13½ kilos et ayant la taille d'une valise), on n'aurait pas aussi bien suivi la descente d'InSight vers Mars. Ces robots ont parfaitement retransmis les informations diffusées par la sonde tout au long de sa descente.

Rappelons que ces MarCO ne faisaient pas partie intégrale de la mission InSight. Elles avaient été ajoutées au programme essentiellement comme banc d'essai technologique. Si elles n'avaient pas fonctionné, la sonde se serait posée sans problème, mais nous n'aurions pas pu suivre aussi bien son atterrissage.

C'est là une belle réussite qui pave la voie à l'exploration des planètes à l'aide de microsondes.



Les deux microsondes MarCO relayant vers la Terre les données transmises par InSight alors qu'elle descendait vers Mars.

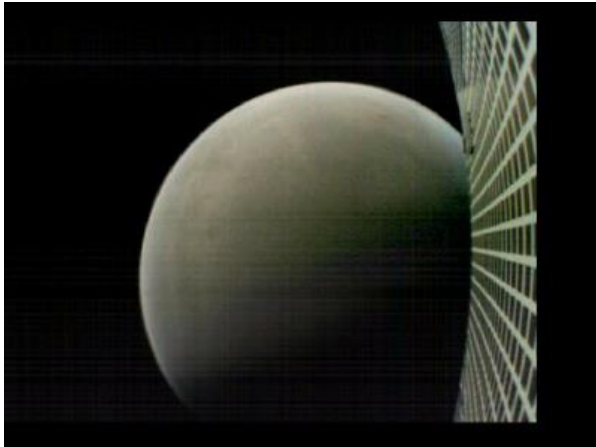


Photo de Mars prise par l'une des deux microsondes MarCO alors qu'elle survolait la planète. On voit à droite son antenne.

Qu'est-il arrivé à ces microsondes après l'atterrissage d'InSight?

Comme prévu, elles sont «passées tout droit» de Mars pour se perdre dans l'espace. Leur mission était terminée. Mais gageons que dans l'avenir, la NASA confiera des tâches beaucoup plus importantes à des microsondes.

La NASA avait beaucoup insisté sur la possibilité qu'InSight rate son atterrissage, les médias aussi. A-t-on un peu exagéré?

Bonne question. Oui et non, me semble-t-il. En fait, se poser sur Mars demeure toujours une opération très risquée mais, en même temps, la NASA prend chaque fois toutes les précautions possibles. N'empêche qu'une cascade d'opérations fort complexes doit s'enchaîner parfaitement pour qu'une sonde parvienne indemne sur Mars. L'échec demeurera toujours possible, y compris la prochaine fois, lorsqu'en février 2021, on y déposera un véhicule tout-terrain pratiquement identique à Curiosity qui explorera la planète rouge depuis août 2012.

On observe qu'InSight amorce très lentement ses opérations. Ainsi, au cours des premiers jours, la sonde n'a transmis que deux photos et nous n'avons toujours pas vu à quoi ressemblent les environs. Est-ce normal?

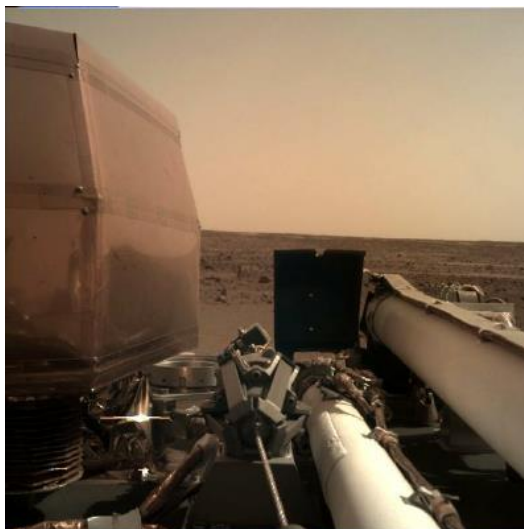
Comme nous l'avons expliqué dans notre balado *Un automne planétaire*, les responsables de la mission désirent prendre leur temps – des semaines et des mois – avant d'amorcer le programme scientifique de la mission.

Par contre, d'habitude (missions martiennes antérieures), on jette rapidement un coup d'œil sur les environs où s'est posée une sonde. Normalement, quelques heures à peine après l'atterrissage, on a déjà une bonne idée du paysage environnant. Hélas, dans le cas d'InSight, il nous faut faire preuve de patience... de beaucoup de patience!

Cette mission suscite bien des questions de la part de nos auditeurs et auditrices. Nous répondrons ici brièvement à quel-ques-unes.

C'est ainsi que Nick Provost nous demande si ce n'est pas par souci d'économie d'énergie que les instruments seront déployés lentement?

En fait, comme la mission scientifique s'étendra sur au moins deux années – et peut-être même jusqu'à dix ans ou plus – les chercheurs désirent prendre le temps pour bien faire les choses. En particulier, il s'agit pour eux de déposer sur le sol un sismomètre et un thermomètre et ils veulent trouver l'endroit idéal pour ce faire et être certain que l'installation se fera parfaitement.



Voici les deux seules photos transmises par la sonde InSight durant ses premiers jours d'opération. La première photo a été prise quelques minutes après l'atterrissage; le couvercle protecteur de la lentille d'une première caméra est couvert de particules de sol. La deuxième photo a été prise par la seconde caméra, encore fixée sur le dessus de la sonde.

Pour sa part, David Émond se demande si l'astromobile Curiosity, qui se trouve à 600 km d'InSight, ne pourrait pas aller la rejoindre. «Combien de temps pourrait prendre Curiosity à rejoindre InSight?, demande-t-il. Ce serait phénoménal de voir une photo d'InSight prise par Curiosity et vice versa. Voir même s'entraider pour une mission conjointe!»

Très bonnes idées! Hélas, depuis que Curiosity s'est posé sur Mars en août 2012 – il y a donc six ans –, il n'a parcouru que 21½ kilomètres. À ce rythme, il lui faudrait 170 ans pour rejoindre InSight!

Notons au passage que le record de distance cumulée par un astromobile appartient à Opportunity, qui a parcouru 43 kilomètres... en 14 ans et demi.

Et Danny Boivin se demande, comme nombre de personnes d'ailleurs, si InSight va demeurer sur place?

Oui. On envoie sur Mars deux sortes de robots: des atterrisseurs, fixes, qui

étudient l'environnement sur place, et des «géologues sur roues», des astromobiles, qui effectuent des missions d'exploration géologique. Les atterrisseurs ont souvent pour mission d'étudier le sol environnant, la météo, les phénomènes climatiques, etc. C'est ainsi qu'en 2008, on a fait se poser la sonde Phoenix aux abords du pôle Nord de Mars. Dans le cas d'InSight, qui descend directement de Phoenix, il s'agit de sonder pour la première fois l'intérieur de la planète.

N'hésitez jamais à nous faire part de vos questions, puisque cela nous inspire dans la conception de futurs balados alors que nous vous répondons avec plaisir dans nos Entre-deux.

Comme nous l'avons expliqué, la sonde InSight se consacrera à sonder l'intérieur de Mars ces deux prochaines années. Il n'en demeure pas moins qu'on se pose une grande question au sujet de la planète rouge: où est donc passé l'eau?

Thème 2

Où est passé l'eau martienne? Et la vie?

En fait, la question qui vient immédiatement à l'esprit lorsqu'on parle de Mars, c'est bien entendu: y a-t-il de la vie sur cette planète? Ou, sinon, y en a-t-il déjà eue? Et cette question, étonnamment, on se la pose depuis 150 ans déjà.

On peut en effet rappeler que cette question s'est imposée à nous dès les années 1800 lorsque les astronomes ont découvert qu'il y a sur Mars des saisons comme sur Terre. Qui plus est, à la lumière de leurs faibles télescopes, ces astronomes croyaient voir sur le sol martien des teintes brunâtres en hiver et verdâtres en été. Le sol martien serait-il couvert de forêts et de champs verdoyants en été et qui dépériraient la saison morte venue?

Et ce qui a surtout mystifié les astronomes du 19^e siècle, ce sont les ressemblances frappantes entre les deux planètes, ressemblances qu'on ne retrouve nulle part ailleurs dans le Système solaire.

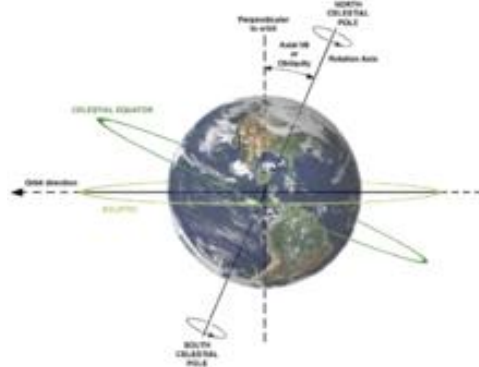
C'est ainsi que Mars tourne sur elle-même en 24 heures et demie; le jour martien se compare donc au nôtre (une coïncidence qu'on n'observe avec aucune autre planète). En outre, Mars est entourée d'une atmosphère qui, à première vue, ressemble à la nôtre. (En fait, on sait à présent que l'atmosphère martienne est en réalité cent fois plus ténue que la nôtre et, surtout, qu'elle se compose à 96% de CO₂.)



Mars telle qu'on la voit de nos jours, grâce à nos télescopes et sondes spatiales.

Or, la succession des saisons sur Mars, comme sur Terre a beaucoup impressionné les astronomes, et le grand public, dès les années 1800, n'est-ce pas?

En effet, car c'est là une ressemblance qui a beaucoup fait rêver... Les saisons sont dues à l'inclinaison de l'axe de rotation des deux planètes, une inclinaison d'environ 25°.



Inclinaison de l'axe de la Terre.

C'est là une coïncidence unique à travers le Système solaire. Imaginez la Terre et Mars comme deux toupies qui tournent sur elles-mêmes en 24 et en 24½ heures tout en étant légèrement penchées sur le côté. Dans le cas de la Terre, elle est inclinée de 23,4° tandis que Mars est inclinée de 25,2°.

Or, le fait que la Terre soit ainsi penchée fait que, durant une certaine portion de son orbite autour du Soleil, son hémisphère nord est plus directement exposé au Soleil que l'hémisphère sud. C'est alors l'été dans l'hémisphère nord et l'hiver dans l'hémisphère sud. Puis, six mois plus tard, c'est au tour de l'hémisphère sud d'être davantage exposé au Soleil... (C'est la même chose pour Mars, qui prend près de deux ans (23 mois) pour faire le tour du Soleil.)

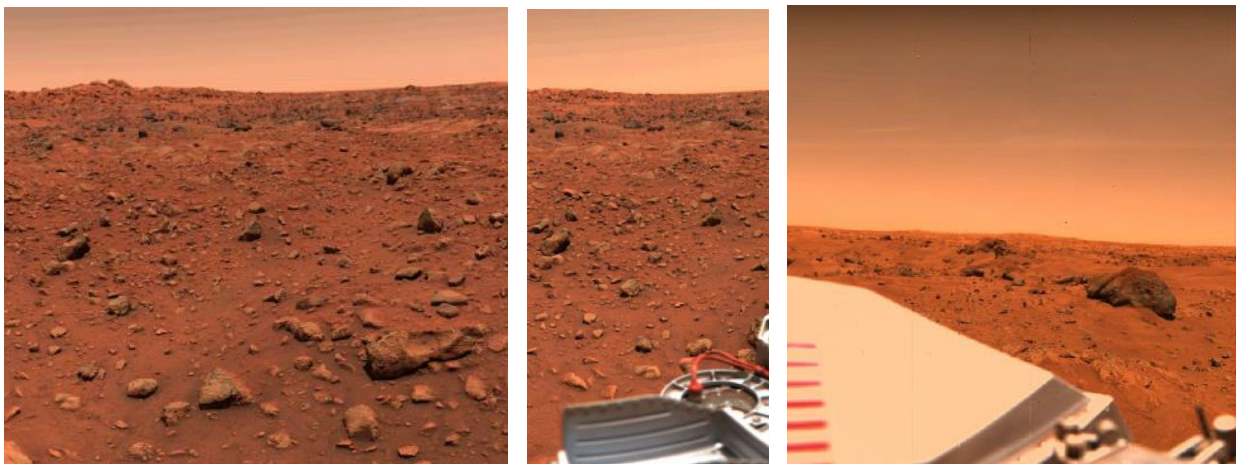
C'est dire que si la Terre ou Mars n'étaient pas «penchées» comme elles le sont – si elles circulaient bien droite (à la verticale) autour du Soleil – il n'y aurait pas de saison. Il ferait alors plus chaud à l'équateur et plus froid aux pôles. Cette différence de température engendrerait davantage de vent...

De là à imaginer que, devant tant de similitudes, il devait sûrement y avoir de la vie sur Mars – comme sur Terre –, il n'y avait qu'un pas à franchir, n'est-ce pas?

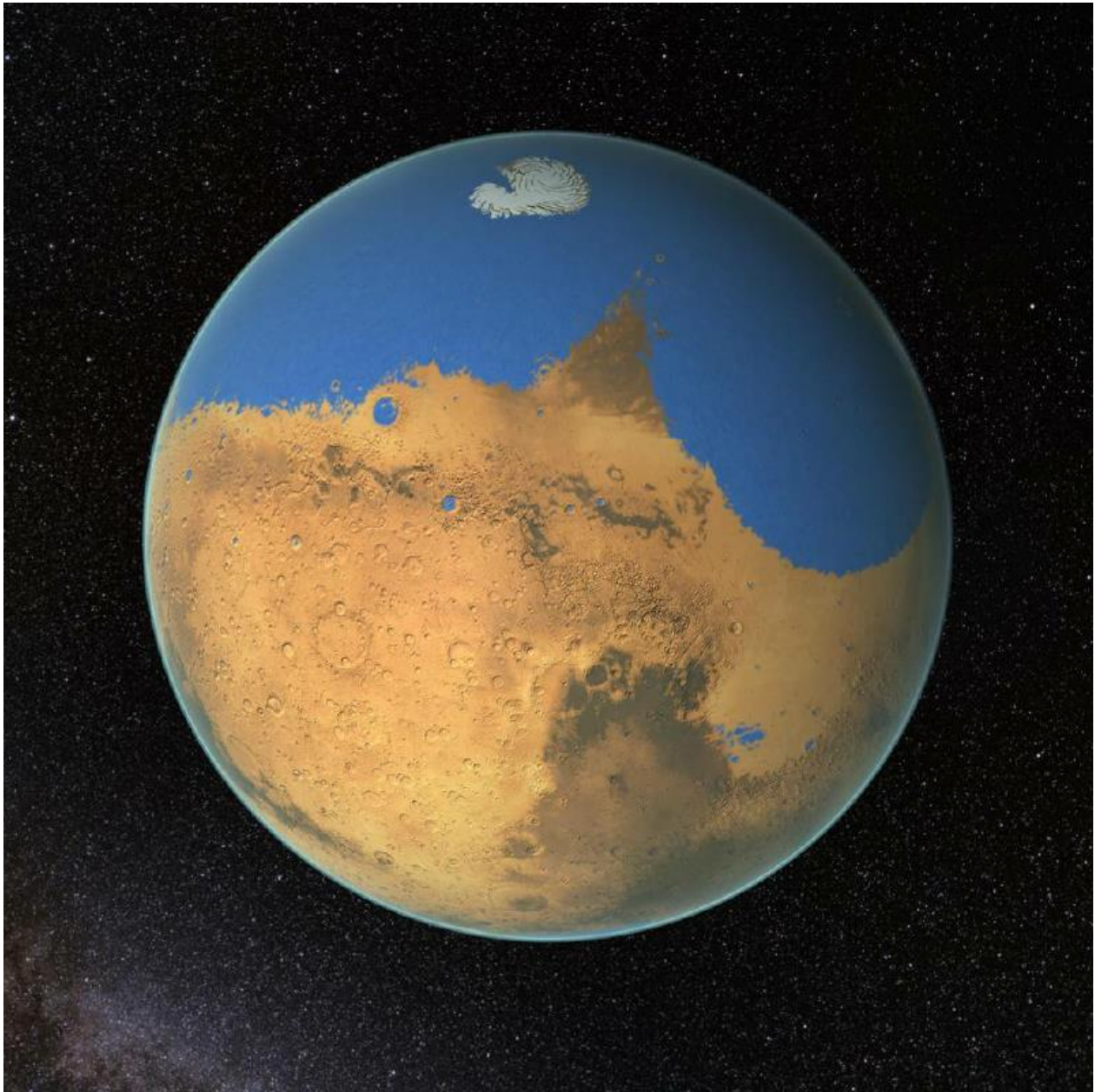
Oh oui, et c'est un pas qu'ont joyeusement franchi certains astronomes à partir des années 1860!

Il est tout de même «amusant» de constater qu'après plus de 150 ans d'études attentives de Mars, on ignore toujours s'il y a eu ou s'il y a de la vie sur cette planète. Non pas que nos connaissances n'aient pas progressé, bien au contraire, puisque nous savons depuis déjà trois quarts de siècle qu'il n'y a pas et qu'il n'y a jamais eu de «martiens» sur Mars, c'est-à-dire des humanoïdes que certains percevaient comme de petits hommes verts.

Toutefois, il est très possible que la vie y soit jadis apparue... et que peut-être même aujourd'hui encore, elle pourrait exister. Cependant, on parle ici d'une vie très primitive, au mieux des micro-organismes, et surtout pas de plantes et encore moins d'animaux.



Trois paysages martiens: eh oui, le sol est rouge... puisqu'il est «rouillé», c'est-à-dire qu'il contient quantité de fer oxydé par l'eau. Le ciel est rose parce que l'atmosphère contient quantité de fines particules de sol.



Jadis, il y a eu sur Mars un vaste océan recouvrant une bonne part de l'hémisphère nord de la planète.

Qui plus est, on a récemment fait une découverte sensationnelle sur Mars: l'eau aurait coulé à flot sur la planète rouge, n'est-ce pas?

Eh oui. Nos plus récentes recherches nous indiquent — oh grande surprise — qu'il y aurait même eu un vaste océan.

C'était il y a 4,3 milliards d'années. Cet océan aurait recouvert la moitié de l'hémisphère nord (un peu comme, sur Terre, les océans recouvrent une bonne part de l'hémisphère sud).

Il s'agit même d'un important océan puisque sa profondeur aurait pu atteindre jusqu'à 1,5 kilomètre. Et on estime que



La surface de Mars paraît jonchée d'intrigants lits de rivière asséchés depuis des millions d'années.

cet océan aurait existé durant plus d'un milliard et demi d'années.

Voilà qui fait surgir de formidables questions, à commencer par: la vie s'est-elle développée dans cet océan, comme ce fut le cas sur Terre? Et l'autre question qui intrigue énormément les scientifiques: mais où est donc passé toute cette eau?

Les planétologues estiment que cette eau s'est évaporée dans l'espace. Mais pourquoi? Que s'est-il donc passé sur Mars qui ne nous est pas arrivé sur Terre – heureusement pour nous d'ailleurs!

Il va sans dire que la réponse à ces questions fera grandement avancer nos con-

naissances. Si, par exemple, on découvrirait que l'océan martien n'a pas donné naissance à la vie, pourquoi? Pourquoi la vie est-elle rapidement apparue sur Terre mais pas sur Mars?

Ou si la vie est apparue – comme on le pense et on l'espère –, en quoi se compare-t-elle à la vie terrestre? Et le sort qu'a connu l'eau martienne pourrait-il nous arriver un jour, ici sur Terre? Ou encore: pourquoi l'eau s'est-elle évaporée de Mars mais pas de la Terre?

Que de questions!!! On peut imaginer que d'ici quelques décennies, on aura trouvé réponse à ces questions... mais que ces réponses susciteront à leur tour bien davantage de questions!

Et c'est ça la *beauté* de la science!

Thème 3

D'où vient la Lune?

Plus près de nous, la Lune nous intrigue et nous fascine depuis des millénaires. En fait, on peut imaginer qu'elle pique notre curiosité depuis aussi longtemps que nos lointains ancêtres ont commencé à se questionner en regardant le firmament. Chose certaine, on se demande depuis longtemps si la Lune ressemble à la Terre et si, par conséquent, elle est habitée.

Or, on sait depuis deux siècles qu'elle est dénuée d'atmosphère et que, de ce fait, elle ne peut pas abriter la vie telle qu'on la connaît. (Ce qui n'a pas empêché certains d'imaginer des formes de vie lunaire «très exotiques»...)

Mais la grande question qui nous intrigue aujourd'hui encore est: d'où vient la Lune?

En effet, depuis des décennies, trois grandes hypothèses s'affrontent (en plus d'une kyrielle de variantes). Ainsi, la Lune pourrait s'être formée en même temps que la Terre et au côté d'elle. Elle pourrait aussi s'être formée ailleurs dans

le Système solaire et avoir été capturée par la Terre. Ou encore: la Lune pourrait résulter d'une collision entre la Terre et un gigantesque astre, collision qui aurait pulvérisé autour de la Terre quantité de matière à partir de laquelle se serait formée la Lune.

Y a-t-il une de ces hypothèses qui semble plus vraisemblable?



À gauche, la Lune peu après sa naissance, il y a 4,5 milliards d'années – une boule de magma – et à droite, notre satellite naturel aujourd'hui. (Voir le clip de la NASA *The Evolution of the Moon*.)

En fait, depuis des décennies, des supporteurs de l'une ou l'autre de ces hypothèses s'affrontent. On observe ainsi qu'au fil des décennies, tantôt l'une, tantôt l'autre de ces hypothèses obtient la faveur d'une majorité de spécialistes de la question. À l'heure actuelle, c'est l'hypothèse de la collision qui semble la plus plausible, même si les autres ne sont pas exclues pour autant.

La Lune serait donc un morceau de la Terre? Que s'est-il donc passé au juste?

Les planétologues estiment que, peu après sa naissance, la Terre aurait été frappée de plein fouet par un gigantesque objet, de la taille de Mars et qu'on a baptisé Théïa, la mère de Sélène (la Lune) dans la mythologie grecque (illustrations ci-contre). Cette collision a dû être foudroyante puisqu'elle aurait soulevé une énorme quantité de matière qui aurait engendré une immense ceinture de matière autour de la Terre — ceinture plus ou moins semblable aux anneaux de Saturne. Et c'est à partir de cette matière que ce serait constituée la Lune.

Mais est-on certain que c'est qui se s'est passé?

Bonne question. En fait, cette hypothèse se butte à un certain nombre d'objections et, de ce fait, elle n'exclut pas d'autres origines possibles.

Le problème auquel se buttent les planétologues vient de ce que la composition de la Lune ressemble à bien des égards à celle de la Terre,

Peu après sa naissance, la Terre aurait été percutée par un astre de la taille de Mars:



(Images extraites du fabuleux documentaire *History of Earth*.)

mais elle recèle en même temps des différences notables. On cherche donc à réconcilier tous ces points communs et toutes ces différences au sein d'une même et seule hypothèse qui engloberait tout ce qu'on observe à propos de la Lune.

De fait, notre incapacité à déterminer avec certitude l'origine de la Lune vient de notre méconnaissance de notre satellite naturel. Pour sûre, nous y sommes allés six fois et un certain nombre de robots l'ont explorée et auscultée. Mais en vérité, nous avons encore très peu et très mal exploré notre satellite naturel et il nous reste énormément à apprendre, n'est-ce pas?

Tout à fait. La superficie de la surface lunaire correspond à celle de toutes les terres immergées du globe terrestre.

Or, une douzaine d'astronautes a exploré les six sites lunaires d'Apollo durant quelques heures seulement. Et tous ces sites se trouvent dans l'hémisphère nord de la face visible de la Lune. C'est comme si des «extraterrestres» étaient venus explorer, très brièvement, six endroits d'Amérique du Nord seulement.

En vérité, nous ne savons que très peu de l'hémisphère sud ni de la face cachée de la Lune... sur laquelle aucune sonde ne s'est posée.

Qui plus est, les sites qu'on a explorés étaient des plaines – afin de faciliter l'atterrissage des équipages d'Apollo. On n'a donc jamais exploré les régions montagneuses ni les vastes cratères et crevasses, ni non plus les pôles, etc.

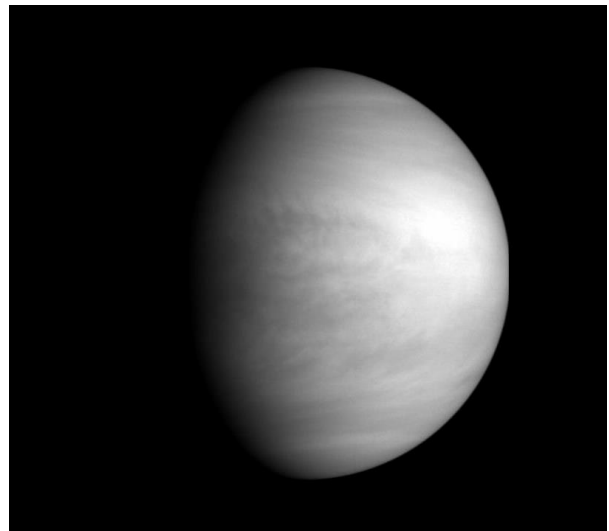
On a vraiment encore tout à apprendre au sujet de la Lune... et c'est peut-être pour cela qu'on ignore son origine.

Thème 4

Les mystères de Vénus

Tandis que Mars nous intrigue depuis deux siècles, Vénus présente tout le contraire... en ne nous dévoilant rien d'elle. En quoi Vénus diffère-t-elle tant de Mars?

Les astronomes ont depuis longtemps constaté que Vénus est entourée d'une épaisse couche de nuage blanchâtre qui cache en permanence sa surface. En conséquence, ils ont été incapables de déterminer la durée du jour vénusien, c'est-à-dire combien de temps la planète prend-elle pour faire un tour sur elle-même. La réponse à cette question a dû attendre jusqu'en 1962, tandis que, dès les années



L'apparence terne de Vénus, revêtue en permanence d'une couche blanchâtre de nuage.

1800, on avait déjà déterminé la période de rotation de la plupart des planètes.

C'est alors qu'on a fait une découverte triplement renversante, dis-tu?

Eh oui. D'une part, alors que les autres planètes ne mettent que quelques heures pour accomplir leur rotation (24 heures pour la Terre et Mars, 10 heures pour Jupiter et Saturne, etc.), Vénus prend 243... *jours!* En fait, cette planète prend plus de temps à effectuer un tour sur elle-même qu'à faire le tour du Soleil (en 225 jours). Autrement dit, sur Vénus, la journée est plus longue que l'année!

De plus, la planète tourne sur elle-même dans le sens contraire de ce que font les autres planètes; sur Vénus, le Soleil se lève à l'ouest et se couche à l'est. C'est ce qu'on appelle une rotation rétrograde.

Mais pourquoi Vénus tourne-t-elle sur elle-même dans le sens contraire de celui des autres planètes? Et pourquoi cette rotation s'effectue-t-elle si lentement?

Hélas, on ignore la réponse à ces questions mais on songe à la possibilité

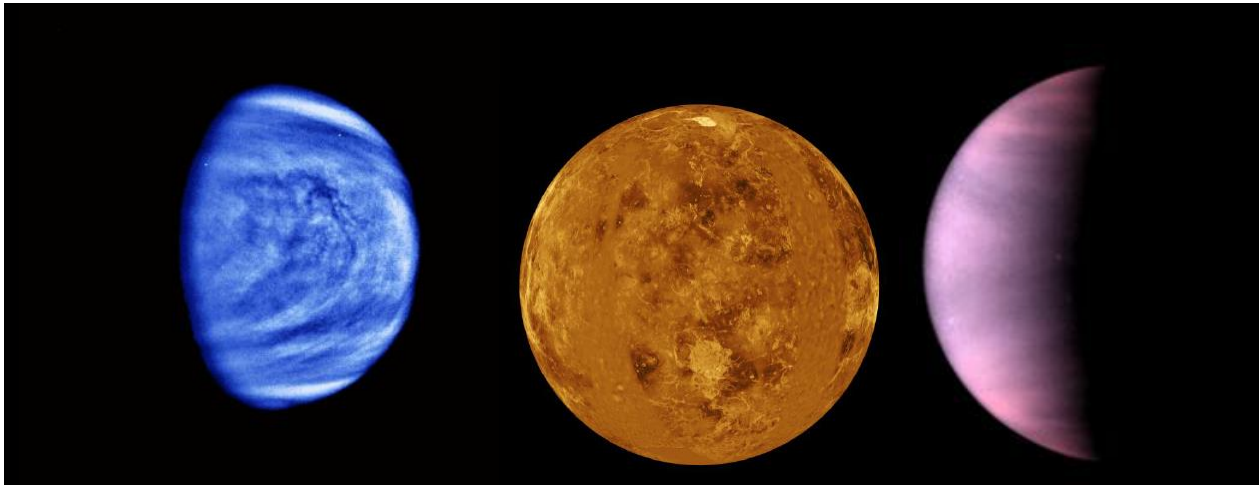
que la planète aurait pu être percutée par un astre au début de la formation du Système solaire. Ainsi, la Terre et Vénus, qui sont de même taille, auraient connu le même sort... sauf que dans un cas, la collision aurait engendré une lune et dans l'autre cas, une rotation rétrograde. (Vénus, notons-le, n'a aucune lune, si petite soit-elle.)

En outre, cette planète recèle quantité d'autres mystères. Ainsi, même si elle semble être la jumelle de la Terre (en termes de taille et de masse), elle possède une atmosphère cent fois plus dense que la nôtre. Il y règne aussi une température de surface infernale (460°). Et sur Vénus, il n'y a pas d'océan. C'est dire que la même question se pose que pour Mars: où est donc passé l'eau vénusienne?

Peut-on imaginer que les deux planètes jumelles aient amorcé leur existence de la même manière mais qu'elles auraient par la suite connu des sorts tout à fait différents? Si oui, pourquoi? Pourquoi la collision qu'auraient subie l'une et l'autre, en tout début d'existence, aurait eu des répercussions si différentes?



Comparaison de la taille des astres rocheux du Système solaire: Mercure (cachée, 4 880 km), Vénus (12 103 km), Terre (12 742 km), Mars (6 779 km) et la Lune (3 475 km).



Vénus dévoilée: de part et d'autre, images en fausses couleurs qui font ressortir la structure nuageuse. Au centre, à quoi ressemble la surface de Vénus sans ses nuages.

Ces questions sont importantes puisque, à bien des égards, Vénus s'apparente à la Terre. Elle a donc possiblement encore beaucoup à nous apprendre alors qu'elle nous a déjà servi une mise en garde vitale.

En effet, dans les années 1950-60, les spécialistes du climat terrestre redoutaient qu'à force de polluer notre atmosphère, on finirait par refroidir l'ensemble de la Terre. Leur raisonnement était le suivant: la pollution que nous injectons dans l'atmosphère est en train de créer un écran de nuage qui bloquera à la longue une bonne part des rayons du Soleil. Conséquemment, la surface terrestre se refroidira progressivement. Eh oui, dans les années 1950-60, on redoutait un *refroidissement* de la Terre à partir des années 2000!

Et puisque Vénus est en tout temps recouverte de nuage, on s'attendait à ce que les températures à sa surface soient relativement basses. En fait, Vénus étant 30% plus proche du Soleil que la Terre, on s'attendait à ce que les températures y soient tempérées, justement grâce à son écran de nuage perpétuel –

sans quoi la planète serait trop chaude. C'est pourquoi on s'attendait à trouver à la surface vénusienne de luxuriantes forêts tropicales...

Or, quelle ne fut pas notre surprise de découvrir, dans les années 1960 grâce à nos sondes spatiales, que les températures y sont torrides. Pourquoi? Comment expliquer qu'il fasse plus de 450° à la surface de Vénus?

C'est que la couverture nuageuse, au lieu de protéger la planète contre les ardents rayons du Soleil, crée au contraire un «effet de serre», c'est-à-dire qu'elle emprisonne l'énergie en provenance du Soleil. (Telle une automobile laissée au Soleil en plein été).

Vénus nous a donc servi une grande *leçon de vie*: si nous ne prenons pas garde à la couverture de pollution que nous sommes en train de créer, nous pourrions subir le même sort!

On peut donc se demander ce que pourrait encore nous enseigner la jumelle de la Terre?

Thème 5

Encore quelques autres mystères...

En plus des grandes interrogations que nous venons d'évoquer, nous citerons brièvement quelques autres questions intrigantes.

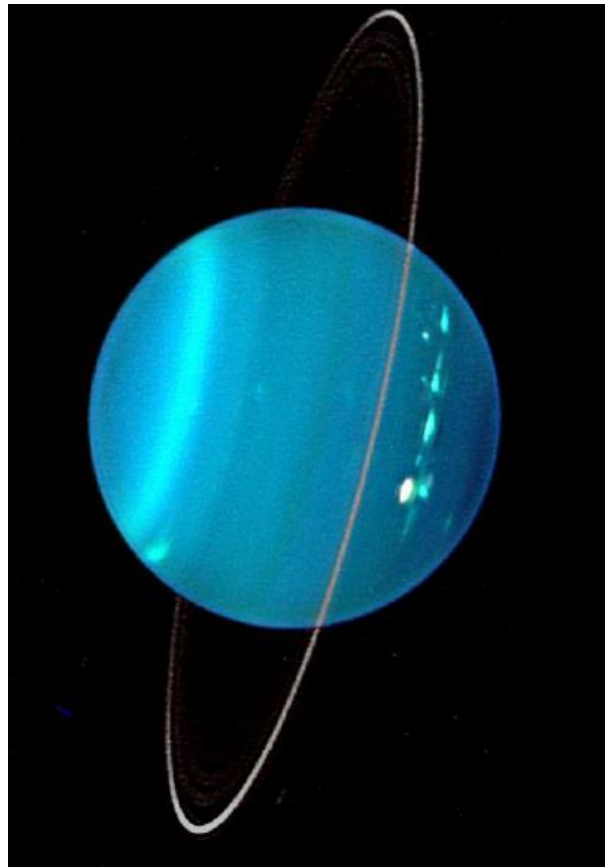
En premier lieu – et d'une façon globale – on pourrait se demander pourquoi la vie ne s'est développée que sur Terre, et non pas sur Mars ou sur Vénus? Pourtant, comme la Terre, ces planètes se trouvent à distance confortable du Soleil (ni trop proches, ni trop loin) – dans ce qu'on appelle la zone habitable du Soleil – et elles sont aussi de belle taille (ni trop grosses, ni trop petites). Autrement dit: qu'est-ce qui n'a pas marché sur Mars et sur Vénus mais qui a donné de si bons résultats sur Terre?

Autre mystère: si Vénus tourne sur elle-même de façon rétrograde, Uranus «roule sur le côté» tout au long de son orbite, comme un tonneau de vin!

Ainsi, on peut assimiler les planètes à des toupies qui tournent autour du Soleil à peu près verticalement (Vénus étant penchée que de $2,6^\circ$, la Terre et Mars d'environ 25° , etc.). Par contre, Uranus est inclinée à 98° , c'est donc dire qu'elle «roule sur son côté» (photo ci-contre).

Or, comme nous l'avons vue, une inclinaison prononcée génère le cycle des saisons. Toutefois, dans le cas d'Uranus, une inclinaison de 98° a pour conséquence d'exposer ses pôles directement au Soleil durant une portion de sa révolution autour Soleil.

Pour comprendre ce qui se passe, imaginons si l'inclinaison de la Terre avait



Inclinée à 98° , Uranus est entourée d'un mince anneau et comporte quelques petits nuages blancs dans son atmosphère d'hydrogène.

été de 90° . En été, dans notre hémisphère, le Soleil aurait été directement au-dessus du pôle nord, tandis que ce serait la nuit profonde dans l'hémisphère sud. Et l'hiver venu, notre hémisphère aurait été plongé à son tour dans l'obscur-

rité, tandis que le Soleil trônerait au-dessus du pôle sud. (Voilà qui aurait probablement généré des conditions invivables.)

C'est ce qui se passe sur Uranus; durant le quart de son orbite autour du Soleil, orbite qui dure 84 ans, son pôle nord est exposé au Soleil tandis que le pôle sud se trouve plongé dans la nuit. Puis le quart suivant – c'est-à-dire durant une vingtaine d'années –, le Soleil plombe au-dessus de l'équateur, avant que ce soit au tour du pôle sud d'être éclairé et le pôle nord d'être plongé dans l'obscurité...

On a donc l'impression, dans le cas d'Uranus, que la planète a été renversée sur le côté... possiblement par la collision d'un astre géant.

Et si c'est le cas, a-t-on ici affaire à une autre variante des conséquences d'une collision, conséquences différentes de ce qu'ont subi la Terre et Vénus? Si oui, pourquoi est-on en présence de conséquences si différentes? Est-ce une question de masse de l'objet responsable de la collision, ou de l'angle de la collision, ou est-ce une question de vitesse, ou une combinaison de ces facteurs, ou de quoi d'autre encore?

Sans doute avons-nous encore beaucoup à apprendre des collisions survenues à la naissance du Système solaire et de leurs conséquences.

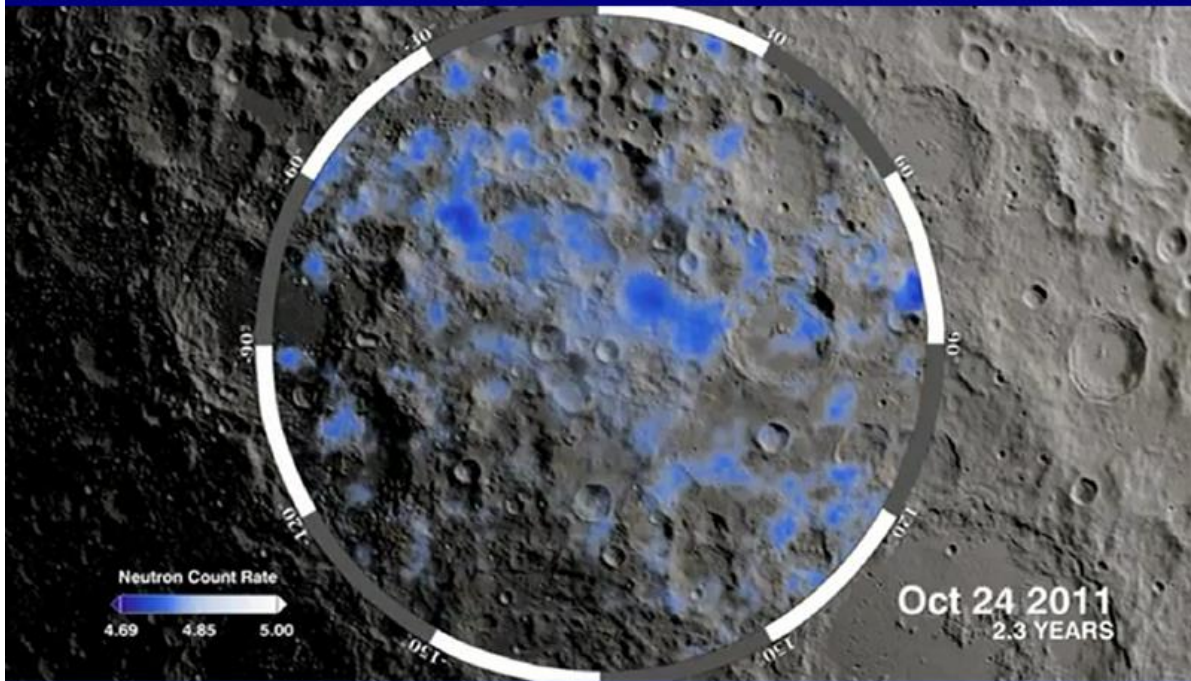
Autre mystère. On pourrait aussi mentionner les magnifiques anneaux de Saturne – une structure aussi merveilleuse qu'époustouflante. Imaginez: les anneaux qu'on voit clairement sur les photos s'étendent sur 65 000 kilomètres, mais ils n'ont une épaisseur que d'une dizaine de mètres seulement! Toute proportion gardée, ces anneaux sont plus minces qu'une couche de peinture sur un mur! Et cette «couche de peinture» flotte majestueusement autour de Saturne.

On sait que ces anneaux sont constitués à 95-99% de particules d'eau glacée avec un peu de poussière. Mais on ignore comment ils se sont formés. On estime qu'ils n'existent que depuis quelques centaines de millions d'années et qu'ils disparaîtront éventuellement (dans des millions d'années).

Encore là, on a sûrement beaucoup à apprendre...



Saturne avec ses magnifiques anneaux... aussi minces qu'une couche de peinture.



En bleu, cratères au pôle sud de la Lune où pourrait se trouver de la glace d'eau. (Vidéo.)

Rappelons enfin que récemment, on a découvert de la glace au fond de cratères sur la Lune et sur Mercure. Cette découverte a énormément surpris les planétologues puisqu'ils considéraient qu'il s'agit d'astres dénués de grande quantité d'eau en surface.

En fait, ce qui explique que la Lune et Mercure soient dénuées d'atmosphère et d'eau est leur petite taille – respectivement le quart et un peu plus du tiers du diamètre de la Terre. C'est ainsi qu'elles sont trop petites pour posséder une force de gravité capable de retenir une atmosphère de gaz autour d'elles ainsi que de l'eau à leur surface. En outre, ces astres sont directement exposés aux rayons du Soleil; si donc il y avait de l'eau en surface, elle s'évaporerait.

Or, voilà qu'on a repéré quelques cratères profonds aux pôles de la Lune et de Mercure où les rayons du Soleil n'attei-

gnent jamais le sol. Il y aurait donc au fond de certains de ces cratères de la glace mélangée à du sable.

Cette découverte nous intéresse particulièrement pour deux raisons. D'une part, on aimerait bien recueillir des parcelles de ces eaux afin de les examiner et de les comparer à notre eau. D'autre part, puisque l'eau est vitale, on envisage que, le jour où on s'installera sur la Lune, nous pourrions utiliser cette précieuse ressource locale.

Cependant, récupérer de l'eau se trouvant au fond de profonds cratères plongés perpétuellement dans l'obscurité – et où il y fait par conséquent extrêmement froid (de l'ordre de -100°) ne sera pas une mince affaire! La simple tentative d'y envoyer une sonde récupérer un échantillon d'eau glacée représente d'immenses défis technologiques... défis qui dépassent pour le moment nos capacités.

Conclusion

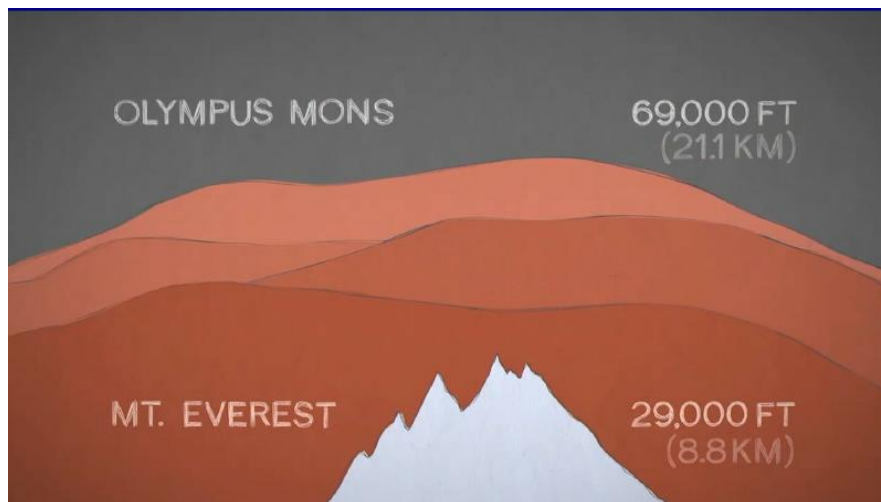
Comme nous l'avons relaté dans notre balado sur l'*Automne planétaire*, nous poursuivons activement l'exploration du Système solaire. Mais il nous reste encore énormément de choses à découvrir, dont certaines qu'on espère déceler (comme de déterminer l'origine de la Lune), mais aussi, et sans aucun doute, quantité de découvertes auxquelles on ne songe même pas.

La découverte d'eau au fond de cratères sur la Lune et sur Mercure, ainsi qu'un océan sur Mars en sont de beaux exemples. C'est pourquoi nous devons inlassablement poursuivre notre exploration tout azimut du Système solaire, ne sachant jamais sur quelles surprises nous pourrions tomber.

On peut d'ailleurs penser que Vénus recèle encore quelques belles surprises puisque, dans les faits, on a relativement peu exploré cette planète étant donné les difficultés infernales qu'elle représente. Un jour – dans quelques décennies peut-être – nous aurons les capacités d'explorer en détail cette jumelle de la Terre. Quelles découvertes surprenantes y ferons-nous?

Et plus près de nous, la Lune a aussi beaucoup à nous dévoiler puisqu'on fait sûrement fausse route en songeant qu'on sait à peu près tout d'elle. La réalité, c'est qu'on connaît assez mal la Lune... beaucoup moins bien en tout cas que Mars, qu'on a bien davantage ausculté ces vingt dernières années.

Un jour, un jour, nos «petits-enfants» contempleront notre époque en songeant au fait que nous avons été les premiers à explorer l'espace mais, en même temps, ils constateront l'étendue de notre ignorance!



Un dernier «mystère»: le Mont Olympe. Sur Mars se trouve le plus gros volcan du Système solaire: une montagne qui fait 650 km de diamètre, haute de 21 km et qu'on a baptisé le Mont Olympe. Par comparaison, notre mont Everest fait figure de colline, tel qu'illustrée ci-dessus. Comment expliquer qu'une planète deux fois plus petite que la Terre possède pourtant une montagne si gigantesque?