

**VOYAGE
DANS
L'ESPACE**

Épisode

39

OÙ EN SERONS-NOUS EN 2044?



Conférence donnée à la
Fédération des astronomes amateurs du Québec

Le balado et les fascicules

Depuis janvier 2018, Claude Lafleur, Mathieu Rancourt et maintenant Richard Massicotte 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*, Richard, 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. **Claude Lafleur** est journaliste scientifique qui suit au quotidien depuis cinquante ans les péripéties de l'exploration spatiale. **Richard Massicotte** a été journaliste à la radio de Radio-Canada, notamment aux *Années lumière*.

L'équipe des fascicules:

Rédaction: Claude Lafleur

Révision: Richard Massicotte

Couverture: Mathieu Rancourt

Illustrations: NASA,

Balado:

<https://soundcloud.com/voyagedanslespace/>

Abonnement:

<https://www.patreon.com/voyagedanslespace>

Facebook:

<https://www.facebook.com/voyagedanslespace/>

Courriel: claudio-lafleur1@videotron.ca

© Copyright, Claude Lafleur, 2019

ISBN 978-2-923275-82-6 (pdf)

ISBN 978-2-923275-83-3 (kindle)

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec, 2019

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Canada, 2019

Conférence du 44^e Congrès de la FAAQ



OÙ SERONS-
NOUS LE 28
SEPTEMBRE
2044 ?

Claude Lafleur
et
Richard Massicotte

Note: la plupart des illustrations de ce fascicule sont les diapos projetées durant la conférence.

[Écoutez](#) le balado *Où en serons-nous en 2044?*, diffusé le 3 novembre 2019.

Le 28 septembre 2019, Claude Lafleur et Richard Massicotte ont été invités à donner la conférence du samedi soir au congrès annuel de la Fédération des astronomes amateurs du Québec (FAAQ), congrès qui se tenait au cégep de Lévis-Lauzon, en banlieue de Québec.

Ce 44^e congrès de la FAAQ soulignait en même temps les vingt-cinq ans de fondation du club d'astronomes amateurs de Lévis, baptisé MARS. Ce fut l'occasion de répondre à la grande question posée par l'organisateur du congrès et président du club MARS, Martin Roy: «Où en serons-nous, dans l'exploration de l'espace, le 28 septembre 2044?», c'est-à-dire précisément dans vingt-cinq ans.

La conférence a été enregistrée par le technicien Marc Picard et diffusée comme balado *Voyage dans l'espace* le 3 novembre 2019.

Après avoir remercié nos hôtes, Richard a dressé un bref historique du club MARS, rappelant la mémoire du président fondateur, Gabriel Forest.





Richard et Claude, en conférence au cégep de Lévy-Lauzon. (Photo: [Philippe Moussette](#))

Claude a ensuite expliqué qu'il est avant tout un journaliste scientifique et non pas un scientifique.

La différence? Un scientifique doit faire preuve de réserve, tandis qu'un journaliste peut se permettre de faire preuve d'audace.

Prenons l'exemple des possibilités de vie dans l'Univers. À la question «Sommes-nous seuls dans l'Univers?», un scientifique comme l'astronome Robert Lamontagne répondra: «Pour l'instant, on ne le sait pas. Le seul endroit où on sait qu'il y a de la vie, c'est sur la Terre... Maintenant, si on me demande si je *crois* qu'il y a de la vie extraterrestre, la réponse sera: oui. Mais ça demeure un acte de foi; je crois sans preuve...» (Écoutez le

balado [Robert Lamontagne: le métier d'astronome](#) diffusé le 25 août 2019.)

Par contre, monsieur et madame Tout-le-monde répondra volontiers: «Bien sûr que nous ne sommes pas seuls dans l'Univers, puisque l'Univers est si vaste qu'il est inconcevable que nous y soyons seuls.» Et la grande majorité se dit convaincue que la vie intelligente existe un peu partout à travers l'Univers, une vie qui prend sans aucun doute les allures d'humanoïdes semblables à nous... Ça tombe sous le sens!

Pour ma part, en tant que journaliste scientifique, j'estime qu'on a de bonnes raisons de supposer que la vie abonde dans l'Univers, mais pas nécessairement une vie développée et très semblable à nous. Voir à ce sujet

notre balado [Les extraterrestres nous ressemblent-ils?](#), diffusé le 23 octobre 2018.

J'ajouterais aussi que je ne suis pas un astronome amateur mais plutôt un passionné d'aéronautique. L'astronomie, pourrait-on dire, c'est l'observation de l'Univers à distance, tandis que l'aéronautique, c'est l'exploration de l'espace en allant sur place, notamment en orbite terrestre ou en explorant la Lune et les planètes au moyen de sondes spatiales. Et les deux disciplines, qui sont comme les deux doigts d'une même main, se rejoignent admirablement bien avec les télescopes spatiaux (comme Hubble)!

Nous avons choisi comme titre de notre conférence: «Questions d'avenir: les vingt-cinq prochaines années», mais Martin Roy nous a lancé comme défi: «Où serons-nous le 28 septembre 2044?» C'est le défi que nous relèverons ici avec plaisir!

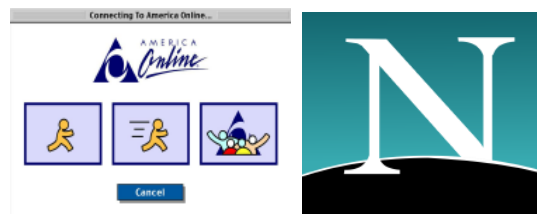
Mais Claude a d'abord quelques mises en garde à nous adresser.

En effet. Ce que Martin ignorait en nous lançant ce défi, c'est que je suis également un passionné de «futurologie du passé». C'est-à-dire que je lis quantité de textes publiés dans les années 1950, 1960, 1970... qui tentent d'esquisser ce que sera le monde de l'An 2000. Or, il est très instructif de voir comment on envisageait alors notre présent, comme nous, nous tentons aujourd'hui d'entrevoir ce que sera l'avenir.

Mais avant de chercher à imaginer ce que sera le monde de 2044, re-

montons à il y a vingt-cinq ans, au mois de septembre 1994, au moment de la fondation de votre club d'astronomie MARS.

Imaginez si je vous avais demandé à ce moment-là: combien d'entre vous êtes branchés à Internet? À moins qu'il y ait eu un ou deux cracks d'informatique dans l'assistance, personne n'aurait levé la main. Vous m'auriez plutôt demandé: «Inter... quoi?» Puisqu'à l'automne de 1994, personne (ou presque) n'avait entendu parler d'internet. Pourtant, six ans plus tard, en l'An 2000, une majorité d'entre nous était relié à ce réseau.



Deux symboles de l'Internet des années 1990 — America Online (AOL) et Netcape —, que pourtant personne ne connaissait à l'automne de 1994.

De même, en 1994, je ne vous aurais pas parlé d'exoplanètes, puisque personne à l'époque ne connaissait ce concept (moi inclus). Personne n'aurait donc pu imaginer qu'au cours des vingt-cinq années qui allaient suivre, on découvrirait des milliers de planètes autour de d'autres étoiles: les fameuses exoplanètes.

Il y a vingt-cinq ans, le télescope spatial Hubble commençait à peine ses observations, la Navette spatiale volait encore, mais pas la Station spatiale internationale, etc.

Bref, tout cela pour dire que *l'avenir est, de fait, imprévisible!*

Enfin, permettez-moi de vous proposer un outil qui pourrait vous aider à analyser les prévisions d'avenir qu'on nous propose, un outil que j'ai baptisé le «Test des 100 ans».

Lorsque vous entendez parler de ce que sera le monde en 2040, 2050 ou 2060, demandez-vous: aurait-on pu imaginer en 1919 — il y a donc cent ans — ce que serait le monde des années 1940, 1950 ou 1960?

Ainsi, en 1919, aurait-on pu imaginer que les années 1920 allaient être «les Années folles», décennie durant laquelle on a senti le besoin de s'«éclater» après avoir vécu les affres de la Première Guerre mondiale? Aaurait-on pu imaginer que dix ans plus tard, en octobre 1929, surviendrait le plus grand effondrement de la bourse, le *krach boursier* qui allait nous plon-



Richard (à g.) et Claude en représentation...

ger dans la plus terrible récession des temps modernes, la *Grande dépression des années 1930*? En 1919, aurait-on pu marginer que vingt ans plus tard, le monde serait plongé dans une Seconde Guerre mondiale? Et aurait-on pu esquisser ce que serait le monde des années 1950 et 1960?

Certainement pas! Mais aujourd'hui, en 2019, sommes-nous vraiment plus futés et plus habiles pour entrevoir les années 2040, 2050 ou 2060? Personnellement, j'en doute énormément!

La Lune, cette inconnue...

Quand retournerons-nous sur la Lune? C'est là la question qu'on se pose depuis plus de quarante ans maintenant et qu'on aborde souvent dans nos balados... Mais hélas, comme on le rapporte, on a de bonnes raisons de douter que nous y serons dans cinq ans, comme l'a ordonné le président Trump; écoutez à ce sujet notre balado [Les surprises de l'été 2019](#), diffusé le 8 septembre 2019.

Mais Claude, où en serons-nous en 2044? Aura-t-on installé une ou plusieurs bases sur la Lune?

Difficile à dire, bien entendu, mais j'en doute... J'en doute parce que l'installation d'une base lunaire pose plusieurs problèmes auxquels on ne songe pas nécessairement.

D'abord, une telle installation coûtera très cher, à l'instar de la Station spatiale internationale. Depuis le début de ce programme, en 1986, ISS a coûté plus de 200 milliards \$, à la fois pour la construction de ses composantes et leur assemblage en orbite, puis pour le transport et le maintien des équipages à bord depuis bientôt vingt ans. Or, on peut imaginer qu'une base lunaire ne coûtera pas moins cher, bien au contraire!

Le problème qui se posera alors sera: où installerons-nous cette unique base sur la Lune? Car, étant donné ses coûts, on peut douter qu'on en installera plus d'une au cours du présent siècle.

Où nous installerons-nous donc? Sur une plaine lunaire, aux abords ou dans un cratère (lequel choisir?), dans l'hémisphère sud ou nord de la face visible, à l'un des pôles, ou quelque part sur la face cachée? Mais où donc?! Difficile à dire.

On sait que la superficie de la Lune équivaut à celle de l'Amérique du Nord et de l'Europe réunies. Ce serait comme si des extraterrestres, désirant s'installer quelque part sur Terre, se demandaient: quel serait le site idéal? Que leur suggèreriez-vous?



Qu'en est-il de l'exploitation des ressources naturelles de la Lune? On parle souvent qu'on y trouvera des minerais fort précieux et intéressants qu'on pourrait ramener sur Terre. On trouvera aussi la matière première pour fabriquer du carburant pour fusée, ainsi que de l'eau pour approvisionner les résidents de la Lune. Exploiterons-nous un jour ces ressources?

Là encore, j'en doute – malgré tout ce qu'on en dit et on écrit à ce sujet – parce que j'estime que ce ne sera pas économique de le faire.

Dans le cas du minerai lunaire, il faudra d'abord créer sur la Lune une installation minière et y apporter tout le matériel et les équipements nécessaires pour extraire le minerai, le traiter puis l'acheminer sur Terre. Voilà qui coûtera énormément cher. De ce fait, j'estime que l'exploitation minière de la Lune ne sera pas compétitive avec celle de la Terre – tout au

moins dans un avenir prévisible (ce siècle-ci).

On envisage également récolter une portion de l'eau qu'on a repérée en certains endroits de la Lune. Or, il faut savoir que cette eau se trouve au fond de cratères très creux et plongés perpétuellement dans l'obscurité la plus totale, cratères où il fait par conséquent très froid (dans les environs de -100°). Qui plus est, cette eau n'est pas liquide mais mélangée à du sable lunaire, le tout ayant probablement la consistance d'un roc très dur. Dans des conditions aussi extrêmes, il sera très difficile, me semble-t-il, de récolter de l'eau. J'estime plutôt qu'il sera beaucoup plus économique d'apporter depuis la Terre celle dont on aura besoin sur la Lune.

On parle également qu'on se servira un jour de la Lune pour s'élancer vers les planètes, notamment à la conquête de Mars. On dit qu'il en coûtera beaucoup moins cher de s'élancer depuis la Lune, plutôt que de la Terre, puisque la force de gravité y est six fois moindre et qu'il n'y a pas d'atmosphère à franchir. De plus, on pourrait fabriquer sur place le carburant nécessaire pour alimenter les fusées. Bref, la Lune nous servira-t-elle un jour de tremplin vers les planètes?

Mais il faudra alors s'installer sur place ce qui, comme je l'ai relaté plus tôt, coûtera très cher, ainsi que construire les usines pour fabriquer le carburant-fusée, les installations de lancement, etc. En outre, j'imagine que les fusées et vaisseaux qu'on lan-

cera depuis la Lune seront d'abord fabriqués sur Terre, qu'il faudra donc les acheminer jusque sur la Lune avant de les y lancer... Tout cela ne sera pas donné!

Tout compte fait, j'estime que ça reviendra beaucoup moins cher de s'élancer depuis la Terre, malgré l'imposante force de gravité et l'atmosphère à vaincre.

Peut-être qu'un jour, dans cent, deux cents ou trois cents ans, la Lune nous servira de tremplins vers les planètes, mais pas au cours du présent siècle, me semble-t-il.

Claude, rêvons un brin: qu'est-ce que ce sera que de vivre sur la Lune? Quels seront les avantages et les inconvénients en comparaison avec vivre sur Terre ou à bord d'une station spatiale?

La Lune offre des conditions de vie uniques en son genre. Étant donné que la force de gravité y est le sixième de celle de la Terre, il sera beaucoup plus facile d'y travailler. Y vivre sera même beaucoup plus facile qu'à bord d'une station spatiale, où règne l'apesanteur. Or, vivre en apesanteur, ça nous fait rêver mais ça complique la moindre tâche (puisqu'il faut toujours tout attacher); voire à ce sujet notre balado [Vivre à bord de la Station spatiale](#), diffusé le 23 septembre 2018.

Par contre, il n'y a pas autour de la Lune des ceintures de radiations, comme c'est le cas pour la Terre (Ceintures de Van Allen). Or, ces ceintures de radiations nous protègent

Un endroit fascinant pour travailler ?



contre l'intense bombardement des radiations solaires et cosmiques (même chose pour les résidents d'une station orbitale). Sur la Lune, il faudra par conséquent vivre «sous terre» ou dans des cavernes ou crevasses.

Autre particularité: le jour lunaire (la période diurne) dure l'équivalent de 14 jours terrestres, et autant pour la nuit lunaire. Voilà qui risque d'affecter le cycle circadien des résidents. Quel impact cela aura-t-il? Nul ne peut le dire puisque personne n'a jamais expérimenté quelque chose de semblable. Personne n'a aussi goûté à la nuit lunaire puisque les astronautes d'Apollo qui ont séjourné sur le sol lunaire l'ont fait en plein jour.

Une autre particularité sera le clair de Terre, cinquante fois plus brillant qu'un clair de Lune. Voilà qui sera magnifique, contrastant avec la Lune grise que nous observons et qui ne change jamais. La Terre, avec ses teintes de bleu et de blanc étincelantes, offrira toujours un spectacle différent. Ce sera si magnifique à contempler!

D'autre part, comme la Lune présente toujours la même face à la Terre, cela a pour conséquence que notre planète occupe toujours la même position dans le firmament lunaire.

Ainsi, si on se trouve à l'équateur lunaire et au méridien zéro — soit exactement au centre de la face visible —, la Terre demeure alors tou-

jours le zénith, parfaitement au-dessus de nos têtes. Mais plus on va vers l'est, plus elle semble «descendre» vers l'horizon ouest. De même, plus on «monte» vers le nord, plus la Terre «descend» vers l'horizon sud. (Et vice versa.) De la sorte, on pourra facilement déterminer où on se trouve sur le sol lunaire simplement en regardant où apparaît la Terre dans le firmament. Celle-ci

jouera en quelque sorte le rôle de l'Étoile polaire... mais infiniment plus facile à repérer! Et si on se trouve de l'autre côté de la Lune — sur la face cachée —, jamais on ne la verra.

Vivre sur la Lune sera très différent de vivre sur Terre ou à bord d'une station orbitale. Ce sera véritablement habiter sur un autre monde, un monde qu'on connaît encore très mal.



Un jour sur Mars...

Sûrement l'une des questions qui nous est posée le plus souvent est: quand irons-nous marcher sur Mars? Là encore, on aborde cette question dans plusieurs de nos balados. C'est le grand rêve de l'humanité.

Mais aura-t-on enfin posé le pied sur Mars en 2044? On peut imaginer que oui, mais peut-on en être assuré? Peut-être pas, dis-tu Claude, à cause d'un problème de... contamination?

En effet. Lorsqu'on envoie des sondes sur Mars, on s'assure de les stériliser parfaitement afin d'éviter de contaminer la planète rouge avec de la vie terrestre (micro-organismes en tout genre). Or, le jour où un humain posera le pied sur Mars, à coup sûr, il contaminera son sol, car impossible de stériliser un être humain!

C'est donc dire qu'avant d'y envoyer un équipage, il nous faudra avoir résolu une fois pour toutes la question de la vie martienne. Y a-t-il déjà eu de la vie sur Mars? (Une vie primitive, faite de micro-organismes, s'entend.) Ou encore: y aurait-il quelque part sur Mars des traces d'une vie actuelle? Il faudra donc avoir exploré de fond en comble et jusque dans ses moindres méandres la planète *avant* d'y envoyer des humains. Voilà qui demandera du temps, beaucoup de temps, me semble-t-il, sans doute de nombreuses décennies.

Et même si on ne trouvait aucune trace de vie (passée ou présente), une autre question s'imposera probablement à nous: avons-nous le «droit» de contaminer Mars? Avons-nous le «droit» de transformer à tout jamais son environnement? Car les conditions qui règnent sur Mars sont telles que le jour où on y marchera, on yensemencera fort probablement la vie terrestre.

De belles questions éthiques en perspective, n'est-ce pas?

Quels sont les problèmes techniques qui rendent si difficile toute mission

martienne? Il y a tout d'abord le long voyage vers Mars: on sait qu'une expédition jusqu'à Mars demande de six à huit mois pour s'y rendre, puis autant pour en revenir, avec un arrêt de quelques mois sur place.

Imaginez-vous enfermé dans une capsule durant deux années, dans un espace intérieur comparable à celui d'une camionnette-camping ou d'un autobus. Vous y êtes enfermé avec quelques autres personnes et sans possibilité de sortir «prendre l'air».

Durant tout ce temps, vous aurez peu à faire puisque les ressources de votre vaisseau sont nettement moindres que celles dont disposent les astronautes de la Station spatiale internationale.

En outre, par les hublots, il n'y aura rien à voir, que quelques étoiles tout au plus. Pour l'essentiel, tout ce que vous verrez, ce sera le noir profond de l'espace.

Et vous serez coupé de toute conversation directe avec la Terre. En effet, quelques jours après votre départ, de nombreuses secondes s'écouleront entre le moment où vous direz «Bonjour Terre!» par radio et celui où on vous répondra. Difficile de converser avec quelqu'un lorsqu'il y a un délai de quelques secondes. Et ce délai sera bientôt de plusieurs dizaines de secondes, puis de minutes et jusqu'à une quinzaine parvenu à Mars. Impossible donc durant une expédition de deux ans de s'entretenir «en live» avec la Terre.

Vous imaginez-vous ainsi coupé de la Terre, enfermé dans un petit vaisseau spatial?!

Incidentement, on pourrait tenter l'expérience de maintenir durant deux ans un équipage à bord de la Station spatiale internationale, afin d'évaluer les problèmes que pose un aussi long séjour loin du réconfort de la Terre. Mais on ne le fait pas. Redoute-t-on un... «mur psychologique»?

C'est mon impression. Vous vous souviendrez peut-être de l'année que Scott Kelly et Mikhaïl Korniyenko ont passée à bord de la Station spatiale internationale en 2015-2016. Un aussi long séjour a été pour eux une certaine épreuve. Et le plus long séjour passé en station appartient à Valeri Polyakov: 14½ mois consécutifs à bord de Mir en 1994-95.

Or, il serait tout à fait possible de maintenir un équipage à bord d'ISS durant l'équivalent d'un voyage vers Mars. Mais on ne le fait pas.

Pourquoi? Parce que, me semble-t-il, on redoute que, psychologiquement, cela s'avère trop difficile.

Déjà, on a constaté que le séjour optimal en station est de six mois environ. Par-delà ce temps, l'astronau- te devient moins productif et com- mence à s'ennuyer sérieusement de la Terre et de ses proches. Imaginez maintenant un séjour de deux ans...

On l'ignore souvent, mais il est particuliè- rement difficile de se poser sur Mars, beaucoup plus même que

sur Terre ou sur la Lune. Pourquoi est-ce si difficile?

Curieusement, Mars impose les in- convénients de se poser sur Terre ain- si que ceux d'atterrir sur la Lune..., mais en n'offrant pas les avantages de l'un ou de l'autre.



Rentrée dans l'atmosphère d'une capsule Apollo protégée par un bouclier thermique.

Ainsi, lorsque les astronautes d'Apollo revenaient sur Terre, ils devaient d'abord traverser à vive allure notre atmosphère (à la vitesse de 40 000 km/h). Pour ce faire, leur capsule devait être munie d'un bouclier thermique, sans quoi elle se serait désintégrée à la manière d'un météore. Mais ce bouclier permettait également de perdre une bonne partie de la vitesse d'entrée. Ensuite, des parachutes étaient déployés afin de réduire davantage la vitesse de chute. Finalement, la capsule amerrissait dans le Pacifique, l'eau amortissant totalement l'impact.

Dans le cas de la Lune, il n'y a pas d'atmosphère; on n'a donc pas besoin de protéger son vaisseau à l'aide d'un bouclier thermique. Et bien sûr, tout

parachute devient inutile. On n'utilise que des rétrofusées pour freiner la descente jusque sur le sol lunaire (vitesse initiale: 8 600 km/h). C'est tout simple.

car tout se passe si vite) les unes aux autres. Autrement, c'est la catastrophe. Voilà pourquoi les concepteurs de vaisseaux martiens parlent des «sept minutes de terreur» lorsque l'une de leurs sondes tente de s'y

Arrivée fulgurante dans l'atmosphère de Mars



pose. (Voir à ce sujet [YouTube](#) et écoutez notre balado [Un automne planétaire](#) diffusé en octobre 2018.)

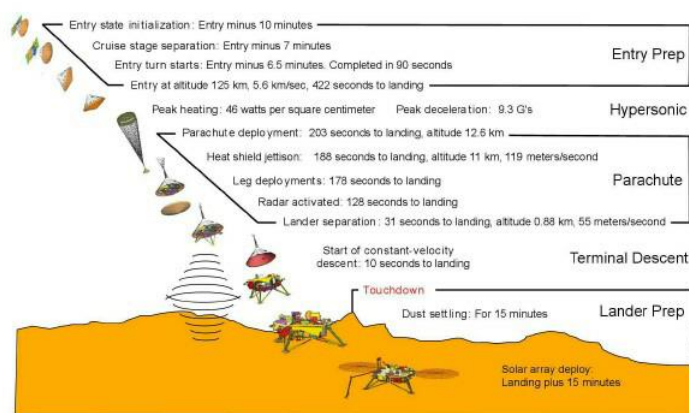
Il y a aussi tout l'aspect psychologique, encore plus problématique que les défis techniques? Deux ans enfermé dans une petite capsule...

Par contre, Mars a une atmosphère, mais cent fois plus ténue que la nôtre. Cette atmosphère oblige donc à doter nos vaisseaux d'un bouclier thermique, mais celle-ci n'est pas suffisante pour freiner de façon appréciable la vitesse de rentrée (18 000 km/h). On utilise également des parachutes – d'immenses parachutes –, mais ceux-ci ont relativement peu d'effet. Il faut plutôt se servir de rétrofusées, comme pour alunir, pour finalement arriver en douceur sur le sol. Et bien sûr, on ne peut pas bénéficier d'un coussin d'eau pour amortir en bout de course l'impact.

Nous avons évoqué plus haut les contraintes qu'impose une mission martienne: être coupé de tout échange direct avec la Terre, enfermé dans une petite capsule où il n'y a pas grand-chose à faire ni à voir au dehors...

Voilà ce qui me semble être la principale difficulté de toute expédition martienne, même si un tel voyage demeurera hors de notre por-

Se poser sur Mars exige donc une série de manœuvres très complexes et qui doivent s'enchaîner parfaitement (et automatiquement,



Comment une sonde parvient à se poser sur Mars.

tée pour des raisons techniques et pour encore de très nombreuses années.

Tout compte fait, j'imagine qu'on ne se rendra pas sur Mars avant de nombreuses décennies. Hélas.

Tu envisages même la possibilité que nous ne débarquons «jamais» sur Mars, ou du moins pas au cours du présent siècle! Comment peux-tu songer à une telle chose?

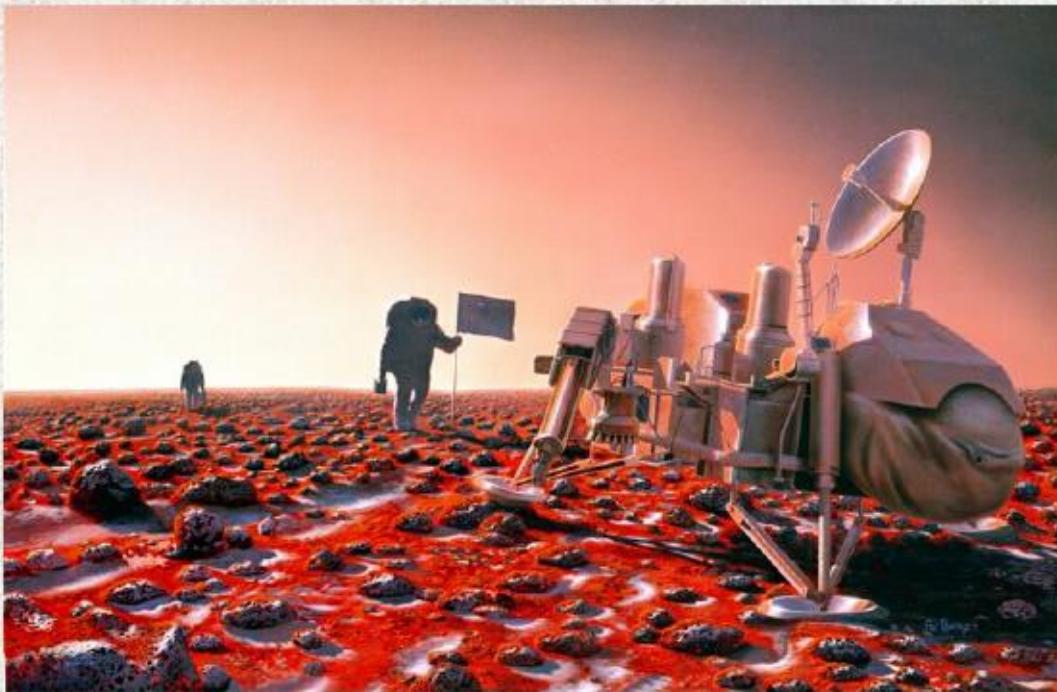
Voilà qui surprend, n'est-ce pas, et qui déçoit en même temps. Et pourtant...

Il faut garder à l'esprit qu'une mission martienne n'a rien de compara-

ble avec une expédition lunaire; ce ne sera pas un programme «Apollo 2.0», comme certains aiment le penser. Il est en effet autrement plus difficile et coûteux de se poser sur Mars que de se rendre sur la Lune – le programme Apollo ayant coûté plus de 100 milliards \$ (en valeur d'aujourd'hui).

Or, contrairement aux années 1960, alors que les Américains et les Soviétiques se sont livrés à une course jusqu'à la Lune, dans le cas de Mars, il n'y aura pas de course, et surtout pas entre les Américains et les Chinois. On ne rééditera pas les années 1960, puisqu'il s'agit d'une époque révolue.

EN 2044: Aurons-nous visité Viking sur Mars ?



On peut même se demander s'il sera pertinent d'y envoyer des humains, alors que les robots peuvent très bien faire l'affaire.

À l'époque d'Apollo, les sondes spatiales étaient rudimentaires et ne permettaient pas de faire grand-chose, sinon que de se poser, de transmettre quelques photos et de prendre quelques mesures sur place. Mais voilà que les robots d'aujourd'hui sont infiniment plus performants – chacun scrute Mars durant des années, voire plus d'une décennie – et ils le deviendront bien davantage ces prochaines années et décennies (voir section suivante).

Bien sûr, on peut considérer que jamais un robot ne remplacera des explorateurs humains sur Mars. Mais ils coûtent tellement moins cher qu'on pourrait en envoyer à la douzaine pour le prix d'une seule expédition martienne. Ainsi, peut-on supposer qu'une telle expédition coûtera au bas mot 200 milliards \$, tandis que des robots coûtent entre 500 millions et 5 milliards \$ chacun. Imaginez tout ce qu'on pourrait faire robotiquement avec les 200 milliards \$ d'une expédition humaine vers Mars!

À 2 milliards \$, en moyenne, pour chaque mission robotique, on en réaliserait une centaine. Imaginez une centaine de robots qui explorent sous toutes ses coutures Mars durant des décennies, au lieu d'un équipage qui séjournerait en un endroit déterminé durant quelques mois tout au plus...

Mais un jour, un jour, on finira bien par se poser sur Mars. Qu'est-ce que ce sera que d'y vivre? Comment cela se compare-t-il par rapport à vivre sur Terre?

Évidemment, les déserts rouges de Mars, avec leur ciel rose, nous font rêver. On s'y voit déjà les pieds dans le sable martien!

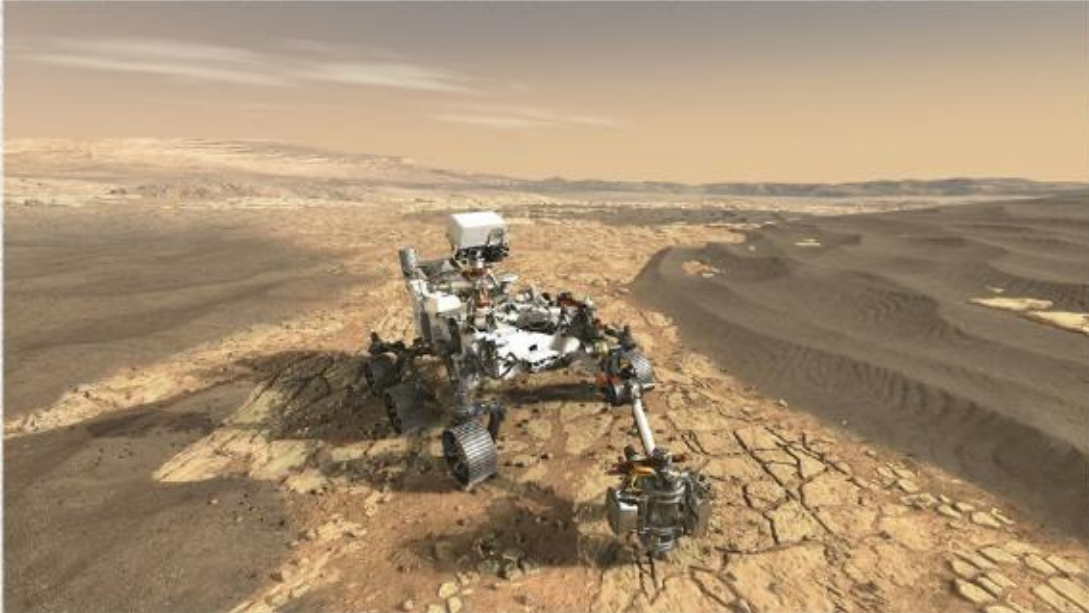
On sait que la planète est entourée d'une atmosphère – ce qui est déjà mieux que la Lune – tandis que la gravité y est quatre fois moindre que sur Terre. (Un terrien de 70 kg pèsera 17½ kg sur Mars et 12 kg sur la Lune.)

Cependant, ce que ne transmettent pas ces photos, ce sont les conditions climatiques qui règnent sur Mars. Comme on l'a dit, la pression atmosphérique y est cent fois moindre que la nôtre. L'atmosphère se compose à 96% de gaz carbonique (CO₂), avec une touche d'argon et d'azote (2% chacun) et très peu d'oxygène (0,15%). (L'atmosphère terrestre est faite à 78% d'azote et à 21% d'oxygène.) Cette atmosphère est dix fois plus sèche que la nôtre.

En outre, il fait très froid sur Mars; les températures oscillent entre -140° et +20°C, pour une moyenne de -63°. (Sur Terre, les températures sont comprises entre -93° et +57°C, pour une moyenne de +15°.)

Tout cela pour dire que les conditions de vie sur Mars sont nettement plus rigoureuses que ce qu'on retrouve dans le Grand Nord lorsque les conditions sont les plus rigoureuses. C'est à bien y penser!

Le prochain «Mars Rover», lancement prévu: 17 juillet 2020



L'exploration du Système solaire par les sondes

L'un des volets de l'astronautique les plus intéressants des dernières décennies, c'est bien sûr l'exploration du Système solaire, grâce à des douzaines de sondes qui étudient de près les planètes (en orbite comme depuis leur sol) ainsi que divers petits astres (astéroïdes, comètes, planétésimaux). C'est ainsi que depuis une cinquantaine d'années, nous vivons une ère exceptionnelle en découvrant un à un les astres de toute taille qui peuplent le Système solaire.

Mais où peut-on espérer en être en 2044? Quel devrait être l'état de nos connaissances dans vingt-cinq ans?

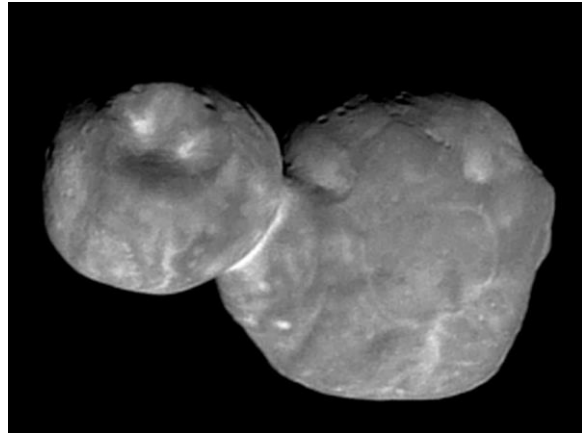
Difficile à dire, bien entendu, puisqu'on n'aurait jamais pu imaginer tout ce qu'on a découvert ces vingt-cinq dernières années, à commencer par des traces d'eau sur la Lune et sur Mars ainsi que des possibilités de vie

sur Europe et Encelade (satellites de Jupiter et Saturne). Écoutez à ce sujet notre balado [Mystères planétaires](#) diffusé le 2 décembre 2018.

Et c'est là un point crucial. Si nous étions venus vous entretenir du futur de l'exploration du Système solaire en 1994, jamais nous n'aurions osé imaginer qu'on allait découvrir de l'eau sur la Lune, et encore moins des océans sur Europe et Encelade,

océans dans lesquels pourrait se trouver de la vie. De même, jamais on n'aurait imaginé observer des astres aussi bizarres que la comète Tchourioumov-Guérassimenko (alias «Tchou-

ri») explorée par la sonde Rosetta, ainsi que le planétésimal Ultima Thulé que nous a révélé la sonde *New Horizons* en janvier dernier.



À gauche, la comète «Tchouri» photographiée par la sonde Rosetta, et à droite, le planétésimal Ultima Thulé révélé par la sonde *New Horizons*.

Quant à ce que nous réservent les vingt-cinq prochaines années, tout ce qu'on peut dire sans craindre de se tromper, c'est qu'on lancera des sondes ayant des capacités technologiques et scientifiques qu'on ne peut guère envisager à présent, les ingénieurs et les scientifiques étant en train de créer dans leur laboratoire des équipements de toute sorte.

Bref, j'en suis convaincu: le meilleur et le plus fantastique est à venir!

À l'aube de l'ère spatiale, on imaginait que de valeureux équipages humains sillonnaient le Système solaire à partir des années 1980-2000 – un peu à la manière de *Star Trek*. Or, l'exploration des planètes ne se fait pas de cette façon. Pourquoi est-ce si différent de ce qu'on avait anticipé?

Dans les années 1950, on imaginait que des centaines d'hommes et de femmes travailleraient en orbite terrestre à remplir une foule de tâches. Par exemple, on imaginait qu'il y aurait à bord de stations orbitales des météorologues qui observeraient tout ce qui se passe dans l'atmosphère afin d'établir des prévisions météo. On imaginait aussi une foule de techniciens qui assureraient les communications intercontinentales et la navigation maritime et aérienne, tandis que des astronomes opéreraient des télescopes spatiaux. En outre, des militaires seraient postés là-haut afin de surveiller les activités ennemies...

Or, ce n'est vraiment pas ce qui s'est passé. Pourquoi? Parce qu'entre temps, les progrès technologiques dans les domaines de l'électronique, de l'informatique, de la photographie,

Dans les années 1950, on imaginait des stations spatiales en forme de roue et des navettes en forme de flèche...



etc., ont été si fulgurants que la tâche de recueillir l'information se fait plutôt automatiquement par l'entremise de robots: les centaines de satellites à pied d'œuvre. Quant à l'interprétation de ces données, elle est réalisée par des milliers de spécialistes... qui vivent confortablement sur le plancher des vaches!

De même pour l'exploration du Système solaire. Il est beaucoup plus efficace d'y envoyer des robots (sondes spatiales) que des équipages.

Voilà donc qu'on n'avait nullement envisagé le fait que les robots remplaceraient l'homme dans l'espace. Or, ces robots présentent l'immenses avantage: (1) de ne coûter qu'une infime fraction du prix d'une expédition humaine, (2) si on en perd quelques-uns, ce n'est pas une tragé-

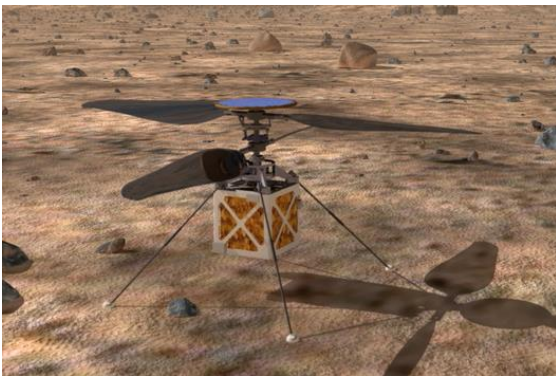
die, et (3) il n'est pas nécessaire de les récupérer en fin de mission. On les laisse tout simplement dériver dans l'espace ou demeurer là où ils se sont posés; ils deviennent alors des «vestiges archéologiques» qui feront peut-être le bonheur de nos lointains descendants!

Et il y a, peut-on prévoir, une double révolution qui s'en vient, celle des microsondes dotée d'intelligence artificielle. À quoi peut-on s'attendre?

En orbite terrestre, on assiste déjà à la révolution des microsatsellites. Jusqu'à récemment, la plupart des satellites avaient la taille d'une camionnette et pesaient quelques tonnes. Mais voilà que de plus en

plus, on lance des microsattellites, de la taille de boîtes à chaussures et ne pesant que quelques kilos. Et grâce aux fantastiques progrès en électronique, en informatique et en photographie — on n'a qu'à songer à nos cellulaires, de véritables merveilles technologiques —, ces microsattellites remplissent de mieux en mieux les missions dévolues aux gros satellites. On assiste ainsi à une révolution autour de la Terre.

La même chose est sur le point de se produire avec les sondes qu'on expédie à travers le Système solaire. C'est ainsi que l'an dernier, la sonde InSight, qui s'est posée sur Mars, était accompagnée par deux petits robots (*MarCO*), de la taille de valises pesant 13,5 kg chacune. L'an prochain, la NASA prévoit d'envoyer sur Mars un micro-hélicoptère (*Mars Helicopter Scout*), ne pesant qu'un kilogramme et qui, si tout va bien, nous permettra de survoler les environs d'où se sera posé le *Mars 2020 Rover*.



Le Mars Helicopter Scout.

Mais ce n'est pas tout. Comme vous le savez, on nous annonce l'arrivée imminente de l'intelligence artificielle dans nos vies, une révolu-

tion technologique qui promet d'être aussi percutante que l'arrivée de l'informatique dans les années 1990.

Or, on peut prévoir que la combinaison de l'intelligence artificielle et des microsondes spatiales risque fort de déclencher une révolution en matière d'exploration du Système solaire. Qui sait si, d'ici vingt-cinq ans, on ne lancera pas par centaines des microsondes à travers le Système solaire, microsondes qui réaliseront un nombre incalculable (c'est le cas de le dire) d'expériences en tout genre? L'exploration des planètes pourrait même ne plus être l'apanage des grandes puissances spatiales (et principalement des États-Unis), mais peut-être deviendra-t-elle à la portée d'une kyrielle de petites organisations (comme c'est désormais le cas pour les satellites placés en orbite terrestre)?

Ainsi, sommes-nous peut-être à la veille d'une prodigieuse révolution dans le domaine spatial?

En 2044, aurons-nous découvert des traces de vie quelque part dans le Système solaire, par exemple sur Mars, Europe, Encelade ou ailleurs?

C'est possible — ou peut-être pas — puisque nul ne peut hélas le prédire. Mais, chose certaine, on devrait en avoir appris *énormément* à propos des possibilités de vie sur ces mondes.

Et ce qui est encore plus vraisemblable, me semble-t-il, c'est qu'on sera surpris par tout ce qu'on aura découvert entre temps — les découvertes faites auprès d'Europe et d'Encelade ces dernières décennies en

étant de beaux exemples. Qui sait ce qu'on découvrira encore, notamment près de Titan, le plus gros satellite de

Saturne, et à propos de tant d'autres petits astres qu'on a peu ou pas encore explorés?

Les joies de l'apesantueur!



Ça fait rêver, n'est-ce pas?



Les voyages spatiaux

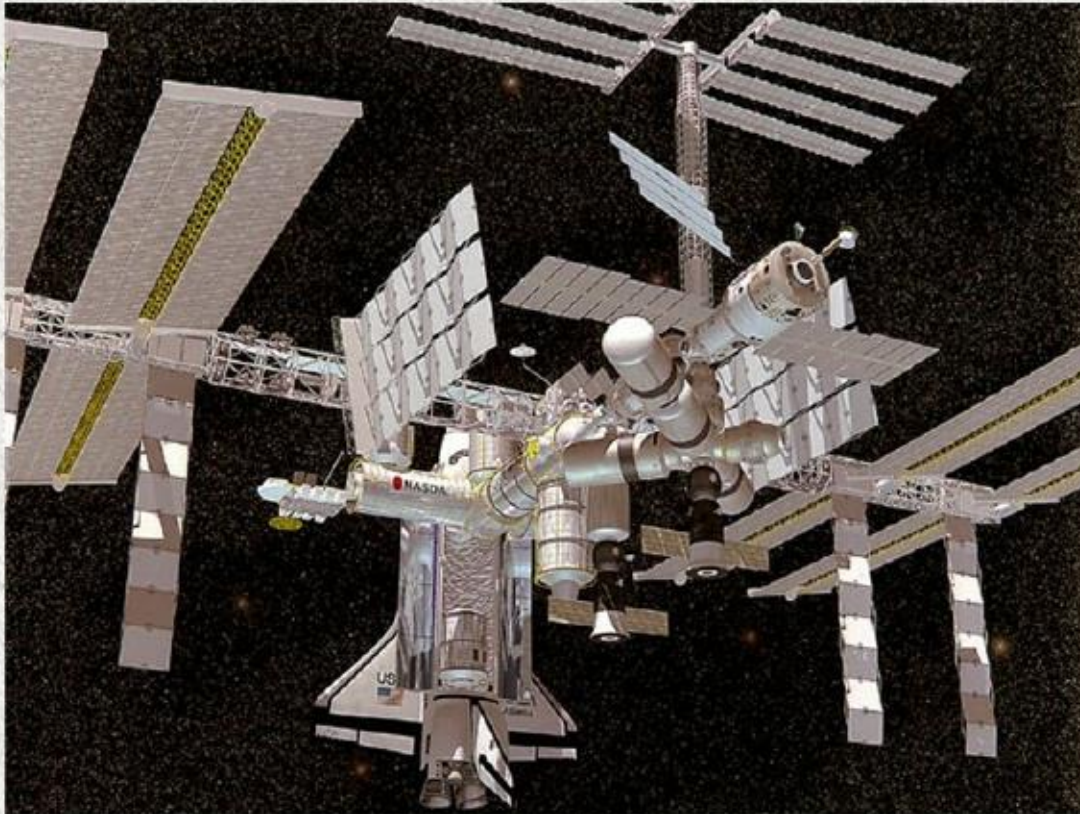
L'envoi d'humains dans l'espace occupe une place toute particulière dans l'intérêt que nous portons à l'exploration spatiale. On n'a qu'à penser au fait qu'on se demande souvent quand nous retournerons sur la Lune et quand nous marcherons sur Mars. Songeons également à tout l'intérêt qu'a généré le séjour de David Saint-Jacques à bord de la Station spatiale internationale... Et on parle maintenant beaucoup du tourisme spatial, c'est-à-dire du jour où, vous et moi, on pourra s'envoler pour l'espace.

Nous avons déjà abordé la question de la présence humaine sur la Lune et sur Mars, mais qu'en sera-t-il de notre présence en orbite terrestre en 2044? Peut-on imaginer qu'il y aura de grandes stations orbi-

tales, sinon même des hôtels à 400 km d'altitude?

Hélas non. Voilà qui vous surprendra sans doute mais il faut savoir que

Vous imaginez-vous sur le point d'arriver à la Station spatiale internationale ?



les perspectives d'avenir pour les vols habités semblent peu prometteuses.

En effet, la Station spatiale internationale (ISS, pour *International Space Station*), en fonction depuis vingt ans, arrivera en fin de vie durant les années 2020. À l'heure actuelle, on prévoit l'utiliser encore jusqu'en 2025, mais il est probable que cela sera prolongé de quelques années — peut-être jusqu'à la fin des années 2020, mais guère au-delà.

Et aucune succession à ISS n'est sur les planches à dessin. On ne prévoit pas une seconde ISS — ce qu'il faut

faire dès à présent, étant donné qu'un tel projet demande de dix à vingt ans à concrétiser. C'est dire qu'on peut prévoir qu'il n'y aura pas de grande station orbitale dans les années 2030-40. L'occupation de l'orbite terrestre, telle qu'on la vit actuellement, tire à sa fin. Étonnant tout de même.

Mais les Chinois, ne préparent-ils pas un projet de station spatiale pour les années 2020?

Certes, mais il s'agit d'une petite station spatiale qui n'aura nullement

l'envergure d'ISS. Le projet chinois se compare bien davantage aux petites stations orbitales soviétiques Saliout des années 1970-80.

Les Chinois parlent néanmoins d'un projet de «station spatiale internationale», puisqu'ils invitent la communauté internationale à y mener des expériences. Mais leur projet, tel que défini actuellement, sera très loin de posséder les immenses ressources de la Station spatiale internationale.

Il faut aussi garder à l'esprit que les Chinois avancent à pas de tortue. Ainsi, depuis vingt ans qu'ils lancent des capsules spatiales Shenzhou, ils n'ont pourtant réalisé que six missions habitées! Et leur programme spatial, qui s'est amorcé il y a cinquante ans, n'est guère plus avancé que ce qu'avaient accompli les Américains et les Soviétiques au cours des quinze premières années de l'ère spatiale. Le fait est qu'ils sont à peu près rendus où en étalent les Américains et les Soviétique au début des années 1970!

On parle depuis longtemps du tourisme spatial, on y est même presque avec les projets de *SpaceShipTwo*, de Richard Branson, et de *New Shepard*, de Jeff Bezos – dont on parle dans notre récent balado [Les surprises de l'été 2019](#). On peut donc imaginer que le tourisme spatial sera chose courante en 2044?

C'est un rêve qu'on caresse depuis longtemps en effet, puisqu'en 1969, on nous promettait qu'en l'An 2000, nous pourrions passer nos vacances dans des hôtels installés sur la Lune. Puis, au début des années 1980, on a

envisagé la possibilité de permettre à des touristes de voyager à bord de la Navette spatiale.

Personnellement, je ne pense pas que nous – le commun des mortels – pourrions nous envoler pour l'espace, même dans vingt-cinq ans... à cause du moyen de transport qu'on utilise pour ce faire: la fusée.

Comme nous l'avons expliqué dans notre balado [Voyage, voyage dans l'espace](#), diffusé le 13 mai 2018, la fusée est un moyen de transport rudimentaire, dispendieux et surtout très risqué. J'estime donc que, tant et aussi longtemps qu'on ne disposera pas d'un autre moyen de transport plus viable, l'espace demeurera hors de notre portée, pour vous et moi.

D'une certaine façon, on est en matière de transport spatial au même stade que l'aviation d'il y a cent ans. En 1919, de braves pilotes volaient à bord d'avions en bois et à deux ailes, et il aura fallu attendre les années 1940 et 1950 pour voir apparaître les technologies révolutionnaires (avions métalliques munis de moteurs à réaction) pour rendre possible les vols commerciaux accessibles à tous, à partir des années 1960-70. Nous faudra-t-il attendre aussi longtemps pour avoir accès à l'espace? J'en ai bien peur...

On sait qu'Elon Musk a de grandes ambitions spatiales, dont celle d'amener des humains sur Mars dans les années 2020. Peut-on imaginer qu'il songera également à installer des hôtels en orbite terrestre ou sur la Lune d'ici 2044?

Deux capsules commerciales arrimées à la Station spatiale. À gauche, une *Starliner* de Boeing, et à droite, une *Crew Dragon* de SpaceX.



Elon Musk fascine tout le monde et il adore lancer des tas de projets qui font rêver... dont des humains sur Mars dès 2024-26. On peut donc aisément imaginer qu'il pourrait proposer d'ici 2044 des projets d'hôtel en orbite terrestre et sur la Lune. Pourquoi pas?

Cependant, je mets souvent en doute les projets de Musk, projets que j'estime pour la plupart irréalistes (voire le balado [Des idées pas comme les autres](#), diffusé le 2 juin 2019).

C'est ainsi qu'en 2017, il avait annoncé qu'il enverrait deux touristes autour de la Lune en décembre 2018. Mais en septembre 2018, il a plutôt annoncé que ce serait un milliardaire japonais qui s'envolerait pour la Lune... en 2023.

Auparavant, en juin 2016, Musk avait annoncé que sa société enverrait des humains sur Mars en 2024. Il an-

nonçait aussi l'envoi d'une capsule inhabitée vers la planète rouge en mars 2018. Mais un an plus tard, il révisait ses plans, en annonçant la mise au point d'une fusée géante, du calibre d'une fusée lunaire Saturn V, avec l'intention de s'en servir pour expédier des humains sur Mars vers 2024-2026.

Et voilà qu'il vient d'annoncer — ce 28 septembre 2019 — qu'il lancera sa toute nouvelle fusée (à vide) d'ici six mois. À terme, cette fusée devrait permettre de réaliser des missions planétaires (vers la Lune, Mars et +) et même d'expédier en orbite terrestre jusqu'à cent personnes. On verra si, d'ici six à huit mois, sa fusée géante se sera envolée (ce dont je doute très fort).

Le moins qu'on puisse dire, c'est que Musk fait régulièrement des annonces tonitruantes mais qu'il change

souvent d'idée et de plan. Mais surtout, j'estime qu'il mène beaucoup trop de projets de front et je crains que son empire ne s'écroule éventuellement.

Peut-on imaginer que des équipages d'explorateurs sillonneront le Système solaire dans vingt-cinq ans?

À mon avis, c'est fort peu probable puisque toute expédition interplanétaire s'avérera très complexe, coûteuse et, surtout, très peu efficace en comparaison avec les robots explorateurs.

Je crains, hélas, que les rêves d'aventures que la télé et le cinéma nous abreuvent ne se réalisent jamais... ou, tout au moins, pas au cours du présent siècle.

Et qu'en sera-t-il des voyages vers les étoiles les plus proches? Est-ce envisageable... un jour... pas nécessairement d'ici 2044?

Comme vous le savez, les étoiles sont extraordinairement distantes, même les plus proches, qui sont des centaines de milliers de fois plus distantes de nous que la planète Mars.

Or, si on considère qu'une expédition martienne demandera deux années, imaginez le temps qu'il faudra pour parvenir à l'une ou l'autre des plus proches étoiles. Il nous faudrait en effet envisager des expéditions qui s'étendraient sur des décennies, voire un siècle ou plus.

De surcroît, toute expédition interstellaire exigera de nous des moyens techniques considérables; en

fait, des moyens *inimaginables* pour le moment.

Mais sait-on jamais, l'avenir étant si imprévisible!

Martin Roy nous a demandé: «Quels sont les meilleurs projets et les technologies les plus prometteuses qui nous permettront un jour d'enfin nous extirper du Système solaire? L'aurons-nous fait en 2044?»

Comme nous l'avons déjà relaté, on peut envisager que ce sont les robots qui nous permettront, éventuellement, de quitter le Système solaire.

On peut même espérer que la combinaison des microsondes et de l'intelligence artificielle pourrait nous permettre, dans un avenir pas si lointain (d'ici 2044?), d'expédier des son-des vers les étoiles les plus proches.



Concevra-t-on un jour prochain des microsondes semblables aux célèbres Voyager, mais qui ne pèseront que quelques kilos et qu'on pourra lancer vers les étoiles?

Imaginons, par exemple si, dans les années 2030, on construisait une microsonde d'une dizaine de kilogrammes qu'on lancerait à l'aide de la plus

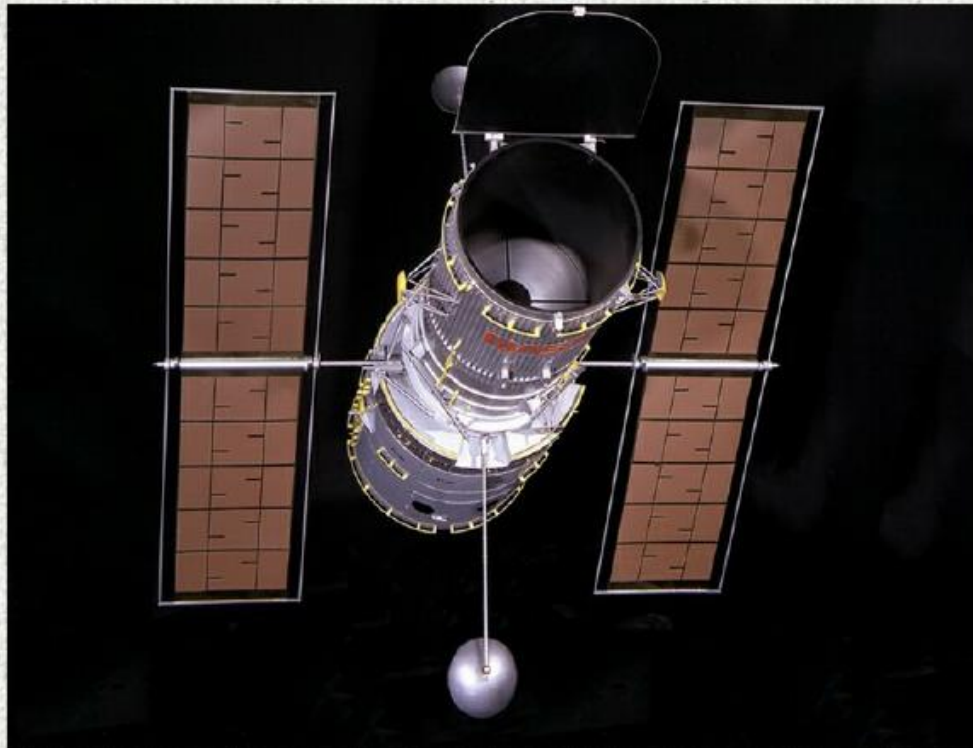
puissante fusée dont on dispose à ce moment-là. *Peut-être* parviendrait-on à la propulser à la vitesse de, disons, 30 000 kilomètres à la *seconde*, soit à un-dixième de la vitesse de la lumière. (Pour le moment, le mieux qu'on sache faire, c'est de propulser nos sondes à des vitesses de l'ordre de 30 000 kilomètres à l'*heure*.)

Alors, si on s'élançait en direction de Proxima du Centaure, située à 4,2

années-lumière de nous, il nous faudrait attendre une quarantaine d'années avant d'y parvenir. Puis, une fois sur place, les signaux que la sonde nous enverrait prendront 4,2 ans à nous parvenir. C'est dire que si on entreprenait une telle aventure en 2035, on obtiendrait des résultats que dans les années 2080.

Avons-nous cette patience-là?

Hubble: ne rêvez-vous pas d'être aux commandes d'un tel télescope ?!



Les télescopes spatiaux

Les télescopes spatiaux, et en particulier le fabuleux *Hubble Space Telescope*, ont révolutionné l'astronomie depuis une trentaine d'années. C'est à eux qu'on doit certaines des plus belles images, notamment de nébuleuses planétaires, ainsi qu'un nombre incalculable de découvertes astronomiques majeures.

Hormis Hubble, n'oublions pas les autres télescopes spatiaux: Compton, Chandra, Newton, Spitzer, Herschel, Plank — pour n'en nommer que *quelques-uns*.

Il y a aussi, et c'est très important de le souligner, quantité de *petits* télescopes qui font des merveilles, comme Kepler et TESS, ces derniers nous ayant permis de découvrir des milliers d'exoplanètes.

Grâce à ces télescopes spatiaux, et aux télescopes terrestres aussi, nous vivons à une époque époustouflante de découvertes que n'auraient pas pu imaginer — même dans leurs rêves les plus fous — Galilée, Copernic, Kepler et compagnie. Comme astronome, amateur ou professionnel, et comme passionné d'exploration spatiale, on est réellement choyé de vivre à notre époque.

Que nous réserve les vingt-cinq prochaines années?

Difficile à dire, puisqu'on n'aurait pas pu imaginer il y a vingt-cinq ans à peine l'ère de découvertes dans laquelle nous sommes plongés depuis les années 1990. Mais on peut prédire, sans risque de se tromper, que ce sera encore plus formidable d'ici 2044.

Qu'aura-t-on découvert d'ici là? J'imagine qu'on réalisera encore une fois qu'on connaît très mal et bien peu l'Univers qui nous entoure.

On a maintes fois relaté dans nos balados que les découvertes qu'on fait à travers le Système solaire et dans l'Univers ne cessent de nous surprendre, et nul doute qu'il nous reste encore quantité de balados à faire —

et énormément de merveilles à couvrir — au cours des vingt-cinq prochaines années!

Bien entendu, le prochain télescope dont on attend tous avec impatience le lancement, c'est le fameux *James Webb Space Telescope* (JWST). Mais avant d'en parler brièvement, rappelons la genèse du télescope spatial Hubble.

Rappelons-nous en effet que ce projet s'est amorcé dans les années 1970 et qu'on prévoyait alors qu'Hubble serait lancé au début des années 1980. Mais le télescope n'a finalement été prêt qu'en 1986, après moult délais. Il devait être lancé au printemps de 1986 par une Navette spatiale... mais est survenue entre-temps la tragédie de *Challenger* (le 28 janvier 1986).

Hubble a finalement été lancé en 1990, mais il a alors connu des problèmes de «vision» (aberration optique), problèmes qui ont été corrigés en décembre 1993 par un équipage de Navette. Bref, le télescope Hubble n'est entré en fonction qu'en 1994, soit avec une bonne douzaine d'années de retard. Mais de quel appareil époustouflant on dispose à présent!

Il ne faut donc pas trop se surprendre, ni se désoler, des retards enregistrés dans la préparation du télescope Webb — dont le lancement était initialement prévu pour 2008 et maintenant prévu pour 2021. Rien de surprenant là-dedans. Mais comme le montre l'exemple de Hubble, on ne perd rien à attendre! Patience donc.

Le *James Webb Space Telescope* (JWST), dont le lancement est prévu pour... 2021



À quoi peut-on s'attendre de découvrir grâce au *James Webb*, le prochain «Hubble», se demande-t-on souvent?

Si on relisait la documentation publiée à l'époque du lancement de Hubble, on verrait qu'on nous annonçait que celui-ci allait générer une véritable révolution dans nos connaissances astronomiques. Mais jamais on aurait pu imaginer l'*ampleur* de cette révolution!

On peut donc imaginer que la même chose se reproduira avec le JWST. En pratique, ce télescope poursuivra la révolution amorcée par Hubble il y a vingt-cinq ans.

Martin Roy demandait: «On peut bien sûr imaginer qu'en 2044, Webb aura terminé sa carrière, et qu'il aura été remplacé par d'autres, n'est-ce pas?»

Pas si vite Martin, puisque Hubble fêtera bientôt ses trente ans et qu'il a encore de belles années devant lui (pourvu que ses gyroscopes tiennent le coup). On peut donc estimer que, si tout va bien, le Webb sera encore en fonction en 2044.

Qui sait, il y a peut-être en ce moment des enfants qui sont sur les bancs d'école – ou peut-être même pas encore nés – qui utiliseront un jour le JWST!

Mais Claude, on prépare déjà la prochaine génération de grands télescopes spatiaux, celle des années 2030-2040?

En effet. Plusieurs projets de télescopes spatiaux sont en préparation, dont le fameux WFIRST (*Wide Field Infrared Survey Telescope*).

Sensible aux émissions en infrarouge (détection de la chaleur), ce télescope se consacrera à l'étude de la très mystérieuse «énergie noire» omniprésente dans l'Univers mais qu'on n'arrive pas à détecter. Il a aussi pour mission d'effectuer un re-

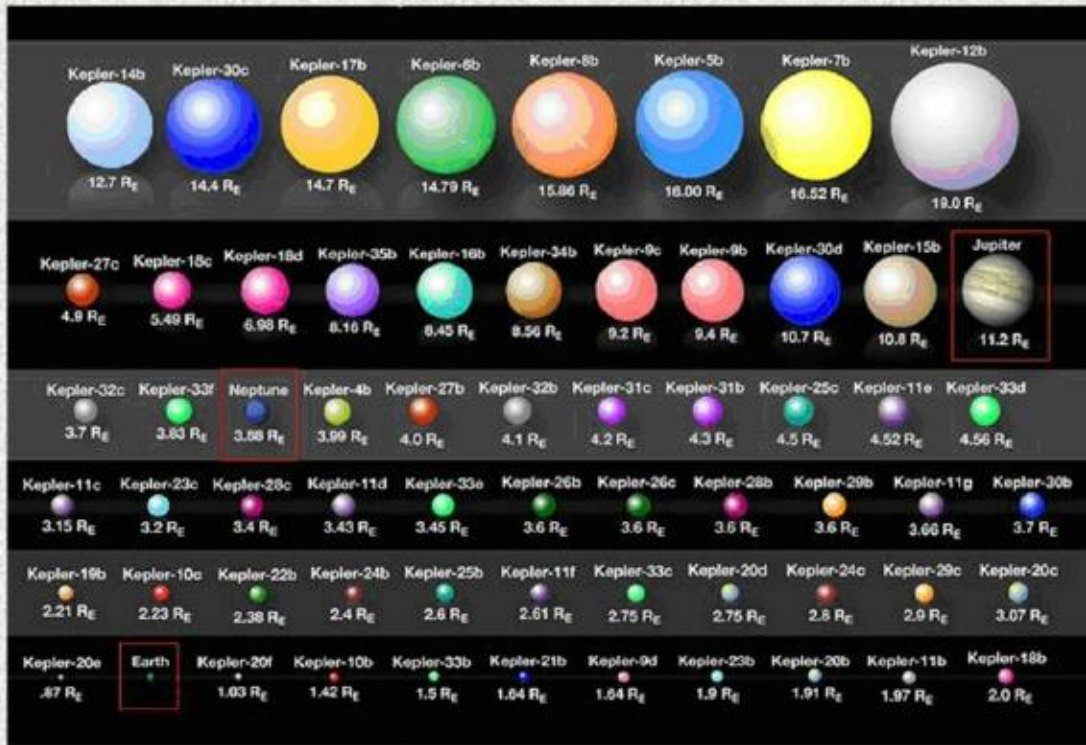
censement des exoplanètes dans notre galaxie ainsi que de cartographier l'ensemble du ciel dans l'infrarouge. Le lancement de WFIRST pourrait survenir dans une dizaine d'années environ. (Mais encore là, il faudra être patient.)

Et déjà, on prépare les technologies qui serviront aux télescopes géants qu'on prévoit lancer dans les années 2030 et 2040. C'est dire que les ingénieurs et les scientifiques sont déjà à l'œuvre dans leurs laboratoires à concevoir des instruments et des technologies qui serviront... dans vingt-cinq ans et plus!

Voilà la scène dont on rêve tous: Serons-nous sur Mars d'ici 2044 ?



On découvre des exoplanètes à profusion, de toute taille et en tout genre. Merveilleux, n'est-ce pas?



Perspectives d'avenir

Bien sûr, l'avenir est imprévisible, comme nous l'ont démontré les dernières décennies, en astronomie comme dans bien d'autres domaines, notamment dans la vie de tous les jours.

Mais il y a un domaine de recherche en astronomie où on peut penser qu'on fera des progrès remarquables – «astronomiques» même. En réalité, on fera sans aucun doute des progrès retentissants dans toutes les branches de l'astronomie, mais il y en a une, nous semble-t-il, qui risque d'être plus spectaculaire que toutes les autres. Laquelle?

Depuis des siècles – depuis qu'on a réalisé que la Terre est une planète

parmi d'autres –, on se demande si nous sommes seuls dans l'Univers.

Or, nous sommes fort probablement la génération qui trouvera la réponse à cette question. Depuis vingt-cinq ans, nous avons repéré des milliers de planètes autour de d'autres étoiles. Pour l'instant, nous n'avons pas encore identifié une planète habitable, et encore moins une planète habitée. Mais un jour où l'autre, ça viendra. Et ce jour n'est probablement pas si lointain. Feron-nous cette décou-

verte dans les années 2020 ou 2030? Probablement.

L'un des aspects fascinants de cette recherche est le fait qu'elle réunit non seulement quantité d'équipes du monde entier mais également le recours aux télescopes terrestres pour confirmer les découvertes faites à partir des télescopes spatiaux.

Qui plus est, cette recherche génère une telle quantité de données – il y a des milliers, et bientôt des dizaines de milliers d'exoplanètes à étudier – qu'on a besoin de toute la main-d'œuvre disponible, y compris celle des astronomes amateurs, des informaticiens et autres qui peuvent seconder les astronomes dans le dépouillement des données. N'importe qui d'entre nous peut donc contribuer à faire des découvertes renversantes.

On sait qu'actuellement, hormis quantité de recherche qui se font à partir de la Terre, on attend aussi les trouvailles qu'est actuellement en train de faire le télescope spatial TESS, dont on a parlé dans un [balado](#) diffusé le 15 avril 2018 à l'occasion de son lancement.

Mais comme l'illustre TESS, en science, il faut être patient. Ce télescope est à l'œuvre depuis plus d'un an, mais on attend toujours de savoir ce qu'il a découvert. Sans doute aurons-nous «bientôt» un déluge de nouvelles exoplanètes, dont quantité de cas particulièrement intéressants. À suivre donc...

On risque donc bientôt de connaître de nombreuses exoplanètes sur lesquelles la vie semblera être possible – des planètes habitables, à défaut d'être habitées! Mais à quelle sorte de vie peut-on s'attendre?

Ah ça, c'est la grande question! Monsieur et madame Tout-le-monde a tendance à penser, lorsqu'on parle de vie extraterrestre, qu'il doit nécessairement s'agir d'humanoïdes plus ou moins semblables à nous. Mais Robert Lamontagne, dans l'un de nos récents [balados](#), relatait une notion intéressante:



**VOYAGE
DANS
L'ESPACE**

Épisode
19

**LES EXTRATERRESTRES
NOUS RESSEMBLENT-ILS?**

L'hypothèse humanoïde...

[Écoutez](#) aussi notre balado sur ce sujet.

En nous basant sur le seul exemple de vie qu'on connaisse – l'apparition

et l'évolution de la vie sur Terre —, on devrait s'attendre à ce que, dans 90% des cas, on risque d'avoir affaire à une vie marine assez primitive... puisque depuis que la vie est apparue sur Terre, il y a plus de trois milliards d'années, 90% du temps, il y a eu qu'une vie marine primitive. Quant aux plantes et animaux terrestres, il n'existe que depuis moins de 5% du temps qu'il y a de la vie terrestre. Ainsi, quant aux probabilités de retrouver une vie «évoluée», plus ou moins semblable à nous, sur une autre planète, on est très, très en-deçà du 1%.

On peut donc espérer avoir repéré de la vie sur plusieurs planètes d'ici 2044, mais quant à avoir repéré une vie «développée» — plus ou moins semblable à nous —, les probabilités sont très faibles...

Quoi qu'il en soit, ce sera extrêmement excitant de repérer des planètes propices à la vie, qu'importe de quel type de vie il s'agira. Quelle aventure merveilleuse vivons-nous! Quelle époque formidable!

