



Numéro 83

PLANÈTE MARS

Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris



avril 20

ISSN 1772-0370

EDITORIAL : VIRUS !

A l'heure où j'écris ces lignes, la France vit en mode confinement, comme un grand nombre de pays dans le monde, confrontés à un virus nouveau, à la dangerosité mal connue. Votre association a été impactée – ce n'est pas très grave – en devant annuler l'Assemblée générale annuelle, dont l'organisation avait été initiée pour le 28 mars.

Ce virus n'est pas un danger pour la survie de l'espèce humaine, que l'évolution a dotée par ailleurs de capacités de résilience considérables. Mais il est un réel danger pour l'économie mondiale, et donc pour les conditions de vie quotidienne de nombre d'humains. En un trimestre, la France est passée d'une prévision de croissance 2020 de +1,3% à -8%, du jamais vu depuis 1929. Les pays membres du G20 vont injecter 5000 milliards de dollars de liquidités dans l'économie, conduisant à un endettement des États jamais vu et à l'entrée dans un monde nouveau, inconnu.

Ce virus, même s'il ne remet pas en cause la survie de l'espèce humaine, nous rappelle douloureusement (et je ne rappelle pas ici les malheurs individuels et familiaux engendrés) que des catastrophes naturelles d'ampleur mondiale existent et sont imprévisibles. Il s'agit des « black swans », des événements à très faible probabilité, mais aux conséquences catastrophiques. L'histoire de la Terre et de l'humanité est semée d'événements catastrophiques susceptibles de se reproduire : impact d'astéroïdes, super-volcanisme, changements climatiques, pandémies, guerres... L'installation permanente de l'humanité sur Mars est une prime d'assurance pour sa survie. Le risque est réel, la technologie est là.

Souhaitons à court terme que la pandémie ne remette pas en cause les lancements des trois missions prévues à l'été 2020 (Perseverance – successeur de Curiosity, Mars Hope – Emirats Arabes Unis, Huoxing 1 – Chine). La quatrième mission prévue, le rover européen ExoMars, a dû malheureusement différer son lancement de deux ans.

Je souhaite à chacune et chacun une bonne santé et un impact minimal de cette période de confinement.

Philippe Clermont
Président

Dans ce numéro :

- Le plan d'Elon Musk pour coloniser la planète Mars p.1
- La vie de l'association p.5
- Exobiologie martienne : la relève est assurée p.5
- Opérations martiennes du tiers-espace en 2020 p.6
- Jezero : un site prometteur pour Mars 2020 p.7

prochain numéro : juillet 2020...

LE PLAN D'ELON MUSK POUR COLONISER LA PLANÈTE MARS

(Elon Musk's Plan to Settle Mars, par le Dr. **Robert Zubrin**, président de la Mars Society, publié dans la National Review le 22/02/20).

La semaine dernière, ma femme Hope et moi nous sommes rendus à Boca Chica, au Texas, pour rencontrer Elon Musk. Pendant que nous parlions à l'intérieur du siège local de SpaceX, un groupe de mariachis jouait à l'extérieur, offrant un divertissement à de longues files de personnes faisant la queue pour postuler à plusieurs catégories d'emplois. Les centaines déjà embauchées travaillaient dans le complexe. Il y en aura bientôt des milliers.



Robert Zubrin a remis à Elon Musk un exemplaire du livre regroupant la vingtaine des meilleures contributions au concours organisé l'an dernier par la Mars Society, sur le thème d'une première colonie de mille résidents.

(doc. TMS)

Musk appelle son projet « Starship ». C'est une fusée à deux étages propulsée au méthane/oxygène, en acier inoxydable, avec une capacité de charge utile égale à la Saturn V, celle qui a envoyé les astronautes d'Apollo sur la Lune. La Saturn V, cependant, était « consommable » (i.e. non réutilisable), chaque unité étant détruite lors de son unique utilisation. Le Starship sera, lui, entièrement réutilisable, comme un avion de ligne, et il promet donc une réduction radicale des coûts de transport de charge utile.

La capacité du Starship doit encore être démontrée. Pourtant, voici Musk qui ne construit pas seulement le premier vaisseau

expérimental pour « prouver le concept » mais, comme nous l'avons vu le lendemain, un centre de production aérospatiale et une flotte. Est-il fou? Selon les critères conventionnels de l'industrie aérospatiale, il l'est certainement. Mais il y a une logique dans sa folie.

Je connais Musk depuis environ deux décennies maintenant. En 2001, j'étais parmi ceux qui l'ont aidé à le convaincre de faire de Mars son objectif. Son plan est basé dans une large mesure sur mon propre travail qui est généralement connu sous le nom de « plan Mars Direct ». Publié en 1990 et élaboré en détail en 1996 dans mon livre *The Case for Mars*, Mars Direct a été une rupture radicale avec les précédentes réflexions de la NASA sur la façon dont les missions humaines sur Mars pourraient être réalisées. Mais le plan de Musk basé sur son Starship est encore plus radical.

A l'exception d'une période dans les années 1990 où la NASA, sous la direction de Mike Griffin, son administrateur associé pour l'exploration, adopta une version quelque peu diluée de Mars Direct, l'agence spatiale est restée dans un paradigme présenté par Werner von Braun, selon plusieurs variations entre 1948 et 1969. D'après ce paradigme, on devrait d'abord construire des stations orbitales qui seraient utilisées comme plates-formes pour la construction en orbite de vaisseaux spatiaux interplanétaires géants utilisant des systèmes de propulsion avancés, qui voyageraient depuis l'orbite de la Terre (ou, selon la politique actuelle et de manière plus absurde, depuis l'orbite lunaire) vers l'orbite de Mars. Quittant ces vaisseaux-mères orbitaux, de petites navettes de débarquement amèneraient des équipages jusqu'à la surface martienne pour « planter le drapeau », laisser quelques empreintes, puis revenir en orbite après un court séjour.

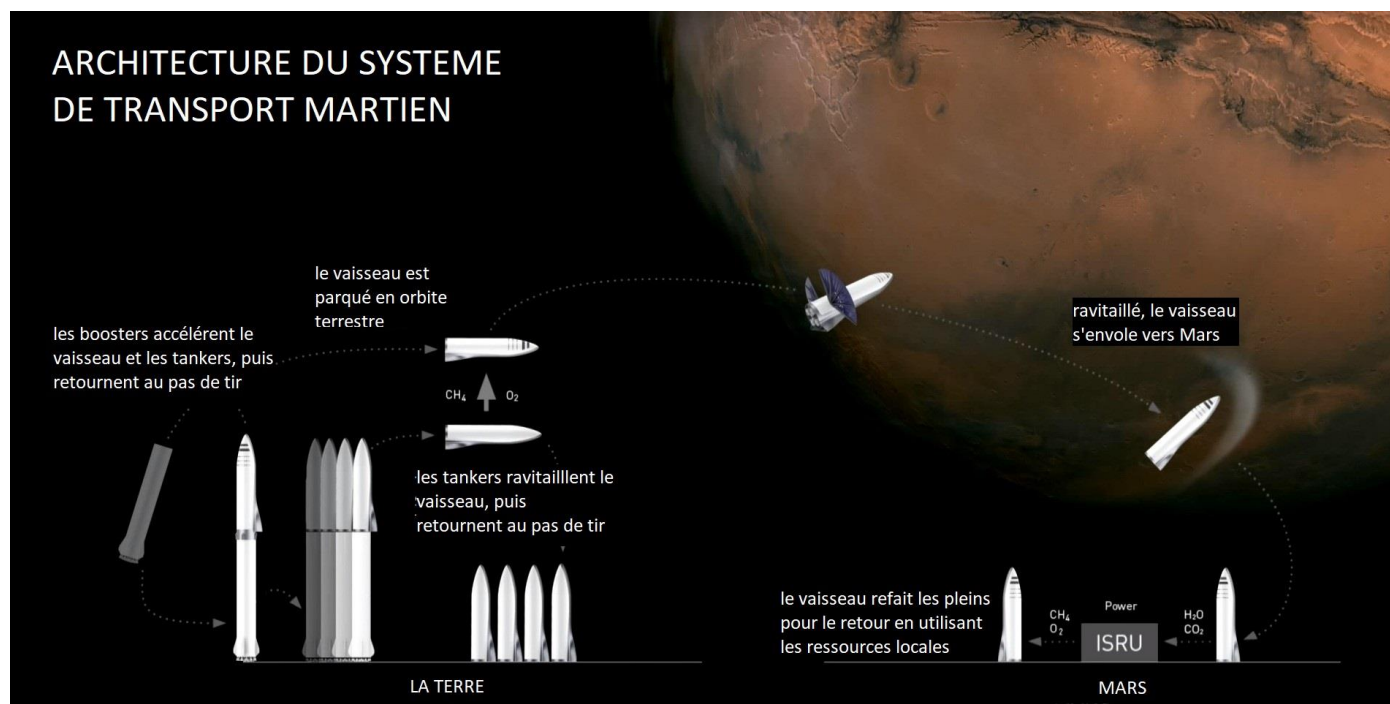
Au contraire, les plans Mars-Direct et Starship utilisent tous les deux le vol direct, de l'orbite terrestre à la surface de Mars, avec retour direct de la surface de Mars à la Terre en utilisant comme ergols le méthane et l'oxygène produits sur la planète rouge à partir de matière locale. Les deux plans écartent tout besoin

d'infrastructure orbitale, de construction orbitale, de vaisseaux-mères interplanétaires, de petites navettes de débarquement ou de propulsion avancée. Les deux impliquent des séjours de longue durée sur Mars dès la toute première mission. Pour les deux, l'objectif principal de la mission n'est pas de voler jusqu'à Mars mais d'y accomplir quelque chose de sérieux.

Mais il y a une différence. Dans Mars Direct, le modeste véhicule de retour sur Terre et le module d'habitation de l'équipage sont libérés tous les deux par le lanceur qui les place en orbite, atterrissant sur la Planète-rouge avec une masse combinée, habitat plus charge utile, d'environ 40 tonnes. Dans le plan de Musk, un Starship est mis en orbite terrestre puis ravitaillé en carburant par six vaisseaux pétroliers, après quoi le vaisseau entier est piloté jusqu'à Mars, déposant une masse habitat plus charge utile pouvant atteindre 200 tonnes. Ainsi, alors que le plan Mars-Direct pourrait envoyer des équipages de quatre à six astronautes à la fois sur la planète rouge, un Starship pourrait en prendre en charge 50 ou plus.

Le plan de Musk offre plus de capacités que Mars-Direct, mais cette capacité a un prix. Plus précisément, si on veut faire revenir l'équipage, on devra faire le plein d'ergols d'un Starship, soit environ 1000 tonnes. Dans le plan Mars-Direct, le véhicule de retour sur Terre beaucoup plus modeste envoyé sur la planète rouge avant l'équipage n'a besoin que de 100 tonnes. La puissance énergétique nécessaire à la surface de Mars et les autres besoins qu'il faudra satisfaire pour les opérations du Starship représentent un facteur dix fois plus élevé que ceux nécessaires pour réaliser une mission Mars Direct.

On devra donc construire à l'avance une base importante à l'aide de plusieurs Starships envoyés sur Mars, en sens « aller » uniquement et chargés de nombreux équipements de base avec dix terrains de football de surface de panneaux solaires et des robots pour tout installer. Ce n'est qu'après que tout cela sera mis en place que le Starship transportant le premier équipage pourra arriver. Cela rend le système sous-optimal pour l'exploration.



Mais l'exploration n'est pas ce que Musk a en tête.

Si Mars Direct peut être comparé à une version évolutive du programme Apollo, le plan de Musk serait à comparer au D-Day. Musk a besoin d'une flotte. Il crée donc un chantier naval pour construire une flotte. Mais pourquoi construire une flotte avant de tester ne serait-ce qu'un seul vaisseau ? Il y a plusieurs raisons. La première est que Musk veut être prêt à encaisser des pertes. Lorsque le premier Starship sera prêt pour son premier vol d'essai, il en aura trois ou quatre autres déjà construits et « sur le pont », prêts à être modifiés pour corriger tout ce qui aurait pu causer l'échec du premier. Lancez, échouez, réparez, recommencez, jusqu'à ce que cela fonctionne, puis continuez à lancer, en améliorant la charge utile et en réduisant le temps de rotation, en faisant progresser les performances, vol par vol, férocement.

Mais il y a une autre raison pour construire une flotte. C'est pour rendre le Starship bon marché. La NASA a construit cinq navettes spatiales sur une période de douze ans, chacune coûtant plusieurs milliards de dollars. Musk crée un centre de construction conçu pour produire à terme des Starships à la cadence de 50 ou plus par an. Cela peut sembler fou, mais ce n'est pas impossible. En 1944, les États-Unis fabriquaient des porte-avions d'escorte au rythme d'un par semaine. Des dizaines d'équipes distinctes travaillaient simultanément, chacune sur sa propre partie du navire pendant quelques jours avant de passer le travail à l'équipe suivante. Si Musk met en place un dispositif semblable avec un effectif de 3.000 personnes, cela signifiera des coûts de main-d'œuvre de l'ordre de 6 millions de dollars par vaisseau, ou de 15 à 20 millions de dollars chacun en incluant les matériaux et l'avionique.

S'il peut obtenir des coûts aussi bas, alors une fois que la base martienne sera opérationnelle, avec des capacités d'agriculture sous serre et de production industrielle croissantes, les vaisseaux transportant chacun 100 passagers pourront voler vers Mars et y rester si nécessaire pour fournir un logement, à un coût par passager de moins de 200.000 \$. Fixons donc le prix du billet à 300.000 \$ - la valeur nette d'une maison de taille et de confort moyens, soit environ sept ans de salaire pour un Américain moyen. A l'époque coloniale, des travailleurs acharnés prenaient leur billet pour l'Amérique en échange de sept ans de travail. C'est un prix que beaucoup de gens peuvent payer - et ont payé - quand ils veulent vraiment « se bouger ». Ce qu'il faut simplement en plus, c'est notre mère Liberté pour accueillir les immigrants - si elle est là-bas, ils viendront et prospéreront grâce à leur créativité.

Sur ce dernier point, Musk et moi sommes d'accord. Il est peu probable qu'une colonie sur une autre planète soit en mesure de réaliser un profit en exportant quelque produit matériel que ce soit vers la Terre. Les coûts de transport seront tout simplement trop élevés et les chiffres des « business-plans » basés sur de tels concepts n'auraient aucun sens. Mais la propriété intellectuelle est une tout autre chose puisqu'elle peut être transmise sur des distances interplanétaires presque gratuitement. La valeur la plus élevée que des données peuvent avoir est contenue dans un brevet. Une colonie sur Mars sera composée d'une population techniquement extrêmement capable dans un environnement pionnier où les personnes seront libres d'innover et même contraintes d'innover. Ce sera comme l'Amérique du XIXe siècle, mais bien plus encore, une cocotte-minute pour l'innovation.

Comme l'historien Frederick Jackson Turner l'a souligné dans son célèbre essai « La signification de la frontière dans l'histoire américaine » (1982), une situation analogue a fait de la jeune Amérique le berceau de la culture la plus inventive de tous les temps, l'ingéniosité « yankee » apportant au monde les bienfaits de l'électricité, des bateaux à vapeur, des télégraphes, de machines diverses permettant des économies de main-d'œuvre, de l'enregistrement sonore, des ampoules électriques, des téléphones, des centrales électriques et, peu après qu'il ait écrit son essai, des avions et de la production en série des automobiles. Ainsi, pour répondre à ses besoins, l'ingéniosité martienne, fortement motivée et non-bureaucratique, devrait produire des avancées révolutionnaires dans la robotique, l'intelligence artificielle, les organismes génétiquement modifiés, la biologie synthétique et dans de nombreux autres domaines. Ces inventions, créées pour répondre aux nécessités de Mars, pourraient faire l'objet de brevets qui seront commercialisés sur Terre, apportant aux Martiens les revenus nécessaires pour financer les importations de systèmes complexes, qui à la différence des matériaux en vrac comme la nourriture, les tissus, les carburants, l'acier, l'aluminium, le verre et le plastique, pourraient être trop difficiles à réaliser ou produire sur Mars, du moins pour un certain temps.

Pour l'instant, Musk se focalise sur la création de son centre de construction aérospatiale, une tâche qu'il considère comme beaucoup plus importante que celle de simplement perfectionner son Starship.



Déjà présente sur 8 acres depuis 2018, SpaceX vient de conclure avec le port de LA un leasing d'une extension de 18 acres, dédiée à la production des Starships et de leurs boosters. (DR)



Les ateliers BFR du port de Los Angeles pourraient être édifiés sur le modèle de « tente » utilisé au Texas. (DR)

Mais il y a beaucoup plus de problèmes que Musk devra résoudre pour que tout cela fonctionne. Le remplissage en orbite des réservoirs de propergols cryogéniques n'a pas encore été démontré et la technologie de production de propergols in situ sur Mars, certes bien comprise, n'est toujours pas prête à être

utilisée. Les Starships revenant de Mars seront confrontés à des barrières thermiques beaucoup plus fortes que les véhicules qui reviennent simplement de l'orbite terrestre. La protection thermique légère qui suffit dans le second cas peut ne pas fonctionner dans le premier.



La rentrée dans l'atmosphère terrestre au retour de Mars présente une des difficultés techniques majeures du projet, dans la mesure où on ambitionne une protection thermique réutilisable. SpaceX sera-t-il capable d'éviter l'emploi d'un PT abrasable ? (doc. SpaceX)

Les panaches d'échappement des très lourds Starships pourraient créer des cratères dangereux lors des atterrissages sur Mars, obligeant Musk à adopter plutôt un plan de type Mars Direct, utilisant des véhicules plus petits, peut-être des mini-Starships à partir du grand-Starship en orbite terrestre. Je crois que cette considération, combinée à la très grande puissance énergétique requise pour faire le plein d'un grand-Starship sur la planète rouge, pourrait finalement l'obliger à développer une version miniature du Starship. Un tel «Mini» pourrait être emporté jusqu'à l'orbite terrestre par un grand Starship, puis séparer de ce dernier pour terminer la mission sur le modèle Mars Direct, permettant au grand-Starship de retourner sur Terre pour être à nouveau mis en orbite en l'espace de quelques jours. Le Mini pourrait également être lancé indépendamment, comme étage supérieur réutilisable du Falcon 9, déjà opérationnel, de SpaceX, donnant ainsi à la société une capacité de lancement de charges moyennes, entièrement réutilisable. Musk préfère tout faire avec un seul design. Nous verrons s'il peut s'en tirer.

Le budget de fonctionnement de la NASA est plus de dix fois supérieur à celui de la société SpaceX de Musk qui cependant est en train de la dépasser rapidement en performance. Le lanceur de charges lourdes très en retard de l'agence spatiale, actuellement connu sous le nom de SLS, était une conception raisonnable pour un booster qu'on pouvait extrapoler rapidement à partir de la navette, lorsqu'il a été proposé pour la première fois en 1988. Mais il arrive maintenant une génération trop tard, avec moins de capacité d'emport de charge utile que le Starship et un coût environ 50 fois supérieur par vol. La NASA dit qu'elle est engagée dans un effort de type « tout le monde sur le pont » pour faire atterrir des astronautes sur la Lune vers 2024, mais il y a peu de chances qu'elle y parvienne car elle a imaginé un plan hyper-complexe impliquant la construction préliminaire d'une station spatiale en orbite lunaire et le recours à quatre lancements, cinq éléments de vol et six opérations de rendez-vous par mission. Bien que cette approche offre

l'avantage politique de faire bénéficier du programme le plus grand nombre d'acteurs possible, l'opérabilité du plan est extrêmement discutable.

La conception de la mission martienne de la NASA est encore pire. Elle implique de loger un énorme « DST » (« Deep Space Transport » soit : « Système de transport dans l'espace profond ») sur la station spatiale en orbite lunaire, puis d'envoyer le DST vers une autre station spatiale qui, selon l'agence, doit être construite en orbite autour de Mars. Le temps de transit de l'orbite lunaire à l'orbite de Mars pour ce système futuriste est de 300 jours dans chaque sens - près de deux fois ce dont les rovers Spirit et Opportunity ont eu besoin pour faire le voyage de la Terre à la planète rouge en 2003. De plus, contrairement à Spirit et Opportunity, le DST ne devrait pas atterrir sur Mars. Si on veut explorer ou s'installer sur Mars, on doit atterrir sur Mars. Le but du plan DST cependant, n'est ni l'exploration ni l'installation de l'homme sur Mars, c'est de dépenser. Plutôt que d'offrir le chemin le plus simple et le plus efficace vers la planète rouge, l'architecture DST propose le chemin le plus complexe, afin de fournir des « justifications » (N.B : et non des « raisons ») pour autant de nouveaux programmes de développement technologique que possible.

L'approche de Musk est tout le contraire. Le programme de la NASA est axé sur la satisfaction des fournisseurs. Le sien est déterminé par l'objectif. Il ne cherche pas à justifier les dépenses par un ensemble de technologies « potentiellement utiles ». Il veut que son programme se fasse avec le moins de nouveaux développements possible. Son attitude est « Montrez-moi pourquoi j'en ai besoin ». Il se peut qu'il pousse cela un peu loin. Comme indiqué, je pense qu'il serait sage de développer un Mini-Starship pour réduire les besoins en énergie pour produire sur Mars le carburant de retour sur Terre. Il n'est pas d'accord. « Démontre-le-moi », dit-il. Nos conclusions sur ce point divergent, mais j'aime vraiment la façon dont il pense.

C'est le genre de réflexion qui peut nous amener sur Mars.

Robert Zubrin

(traduction Pierre Brisson)



L'implantation d'une colonie nécessiterait une flotte nombreuse de Starships, qu'il faudrait lancer au cours de fenêtres de tir de moins de 2 mois, ouvertes seulement tous les 26 mois ! (DR, SpaceX)

Ont collaboré à ce numéro : Pierre Brisson, Philippe Clermont, Aline Decadi, Richard Heidmann, Dominique Ledevin, Yves Monier.
Achevé d'imprimer : Objectif numérique 56100-Lorient
Dépôt légal : avril 2020

LA VIE DE L'ASSOCIATION

Le livre "Mars Colonies, plans for settling the Red Planet", ouvrage regroupant une vingtaine des meilleures contributions au concours organisé l'an dernier par la Mars Society sur une première colonie de 1000 résidents, est paru. Son auteur, Robert Zubrin, le président de la Mars Society, a d'ailleurs rencontré Elon Musk au mois de février pour lui remettre un exemplaire.

Nous menons actuellement des réflexions pour faire évoluer les moyens de communication disponibles sur le site Internet. Vous avez peut-être constaté la mise en place d'un abonnement aux actualités du site : le formulaire d'inscription à la newsletter est disponible sur la page d'accueil du site <https://planete-mars.com>, ainsi que sur le côté de chaque article. Nous vous invitons à vous y inscrire. Ainsi, vous serez informés des nouveautés sur le site en temps réel, par email. Nous tenons d'ailleurs à remercier chaleureusement **Erwan Beauvois**, ainsi que son prédécesseur **Olivier Lau**, qui s'occupent quotidiennement de notre site.

Le prochain évènement que nous souhaitons mettre à l'honneur s'appelle "Our Giant Leap". Il est organisé par le Space Generation Advisory Council (SGAC), à Toulouse, le 18 juin prochain. L'APM a souhaité répondre présente pour soutenir les débats et être active notamment durant la table ronde visant à analyser le manque de connaissances et de données relatives aux femmes dans le secteur spatial, en particulier concernant l'exploration : endurance physique, physiologie, mixité d'équipage, adaptation des scaphandres, perspectives à plus long terme dans une base permanente. Les inscriptions et le programme préliminaire sont disponibles ici :

<https://spacegeneration.org/event/sgfrance-2020>

Les membres APM présents dans le Sud-Ouest ce jour-là et souhaitant assister aux présentations seront invités à se joindre à l'évènement. N'hésitez pas à vous manifester en envoyant un message à adecadi@planete-mars.com.

La vie de l'Association a naturellement été chamboulée par le COVID-19, ce qui nous a conduit à reporter l'Assemblée Générale Ordinaire, habituellement tenue en mars, à une date ultérieure (nous visons Juin). Nous ne manquerons pas de vous tenir informés de la date et du format de participation (physique ou à distance).

Aline Decadi



Sur la page d'accueil de notre site Internet, deux boutons permettent au visiteur de se rapprocher de l'actualité martienne ou de rejoindre l'association.

EXOBILOGIE MARTIENNE : LA RELÈVE EST ASSURÉE



Avec la Société Française d'Exobiologie nous avons pu assister au 4^{ème} Colloque de trois jours des EJC19 (Exobiologie Jeunes Chercheurs 2019) au CNES, à Paris. Au cours de ces journées, quelque 30 jeunes doctorants ont présenté leurs travaux sur les thèmes :

- Habitabilité, de la Terre aux exoplanètes ;
- Conditions de l'apparition de la vie ;
- Exploration et observations spatiales.

Parmi ces interventions nous avons été encore plus sensibles à celles qui s'intéressaient à la Planète rouge, en particulier avec ExoMars/Rosalind Franklin.

Ce sont particulièrement celles de :

- cc-Naïla Chaouche : Étude de l'évolution des nucléobases en conditions analogues à Mars, LISA ;
- Alexandra Perron : Analyses thermiques de biocarbonates dans le cadre de la recherche d'indices de vie sur Mars, IPGP ;
- Nichola Oudart : Une nouvelle résolution pour WISDOM en 2020, LATMOS ;
- Mélissa Guzman : Détection de biosignatures avec la chimie humide pour la mission d'ExoMars avec l'instrument MOMA, LATMOS.

Ces jeunes doctorants sont déçus du report du lancement d'ExoMars, car les données leur parviendront avec deux années de délai supplémentaire.

Mais ils en ont bien compris les raisons dues aux soucis pour les parachutes, aux résultats des essais thermiques sous vide, et aux restrictions de voyages qui empêchent les déplacements des experts de l'ESA et de ROSKOSMOS chez leurs partenaires.

La décision de report a été prise lors de la réunion du 12 mars par les deux agences lors de la réunion des responsables et chefs de projet.

La relève d'André Brack et François Raulin est ainsi assurée par tous ces jeunes chercheurs.

LISA : Laboratoire Inter-Universitaire des Systèmes Atmosphériques
LATMOS : laboratoire Atmosphère, Milieux, Observations Spatiales
IPGP : Institut de Physique du Globe de Paris.

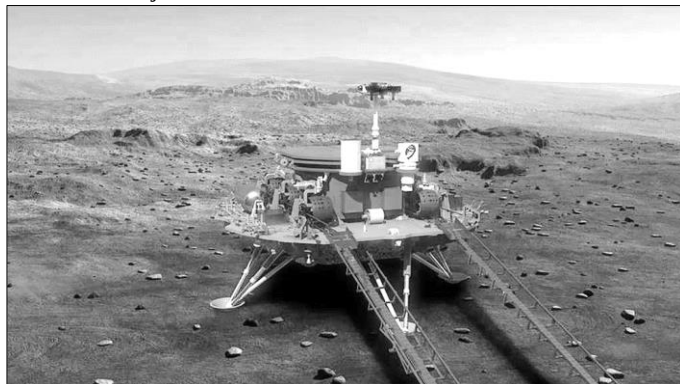
Yves Monier

OPERATIONS MARTIENNES DU TIERS-ESPACE EN 2020

La Chine et les Emirats Arabes Unis prévoient chacun une mission vers la planète rouge. Ce, en plus des missions des Etats-Unis avec le rover Perseverance qui sera lancé entre le 17 juillet et le 5 août 2020 pour un atterrissage sur Mars prévu le 18 février 2021, dans le cratère Jezero, et l'Europe avec Rosalind Franklin, qui ne sera lancé qu'en 2022, entre août et octobre, suite à des retards dus aux soucis occasionnés par les parachutes, et à des incidents survenus lors des derniers tests thermiques d'environnement spatial.

Nous avons eu l'occasion de détailler la mission Emirat **HOPE (Espoir)** dans le bulletin n°78 de janvier 2019. Elle va étudier l'atmosphère martienne avec une sonde de 1,5 t équipée de 3 instruments. Son lancement est prévu en juillet 2020 pour une arrivée en février 2021.

La quatrième mission est chinoise et s'appelle **HUOXING 1 (sonde martienne)**. Elle sera lancée entre le 25 juillet et le 13 août 2020 par une fusée Longue Marche-5 Y4 qui a été requalifiée fin 2019, lors du lancement de la mission de retour d'échantillons lunaires Chang'e 5 ; ce, après l'échec de son deuxième lancement en juillet 2017.



Concepts chinois d'un atterrisseur et d'un rover martiens.

© Académie chinoise des sciences

Au préalable, au cours de la décennie 2000, la Chine avait développé, une première sonde spatiale martienne de petite taille, Yinghuo-1, dans le cadre d'un partenariat avec la Russie. L'engin chinois devait être transporté jusqu'à Mars par la mission spatiale russe Phobos-Grunt mais cette dernière cessa de fonctionner le 9 novembre 2011 juste après son lancement. A la suite

de cet échec les responsables chinois décidèrent de développer une prochaine mission martienne de conception autonome sous l'égide de la CASC (China Aerospace Science and Technology Corporation), la société spatiale chinoise.

Cette mission de 5 t comprend un orbiteur de 3,2 t et un astro-mobile de 240 kg qui doit se poser sur la surface de Mars. Les dimensions de celui-ci sont de 2 x 1,65 x 0,8 mètres. Il est basé sur les rovers lunaires Yutu et Yutu 2.

La durée nominale de la mission du rover est de trois mois. Après s'être placée en orbite autour de Mars, au printemps 2021, la sonde spatiale devra manœuvrer pour se placer sur une orbite plus proche de la planète puis procéder à la séparation de l'étage de descente entre l'orbiteur et le rover qui devra atterrir sur la planète.

Quant à l'orbiteur il devra réduire une deuxième fois son orbite martienne pour pouvoir entamer les observations scientifiques de Mars. Il emporte 7 instruments :

- deux caméras moyenne (résolution spatiale 100 mètres) et haute résolution (10 mètres en couleur et entre 2,5 et 0,5 mètres en noir et blanc). Cette dernière a des capacités proches de la caméra HiRise de Mars Reconnaissance Orbiter ;
- un instrument d'analyse des ions et particules neutres ;
- un magnétomètre ;
- un radar pour la structure du sol sous la surface ;
- un spectromètre infrarouge permettant d'identifier la composition des minéraux ;
- un instrument de mesure des particules énergétiques.

La charge utile instrumentale scientifique du rover comporte :

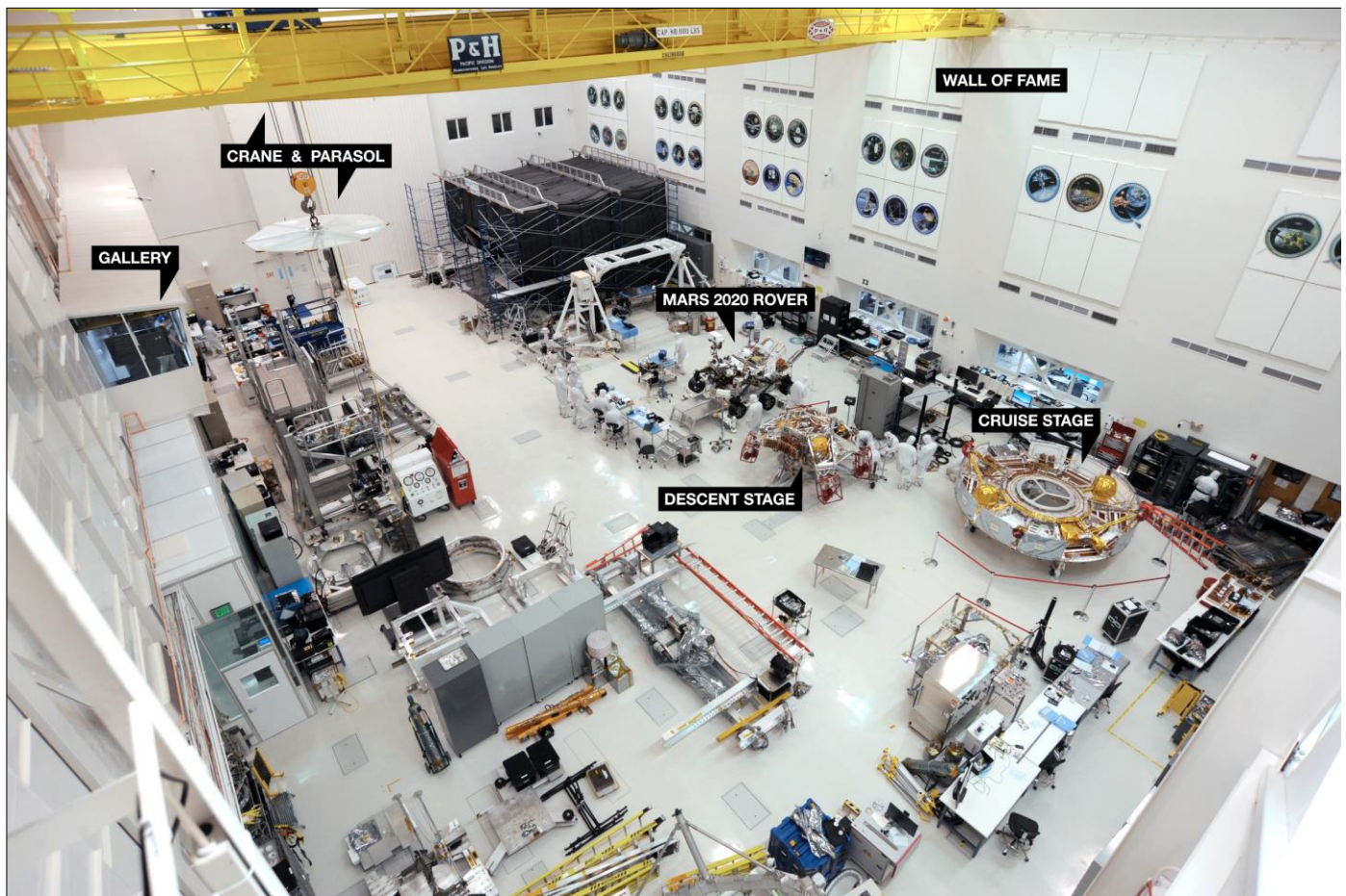
- une caméra utilisée pour la navigation et le relevé de la topographie martienne ;
- une caméra couleurs dotée de 9 filtres et d'un capteur de 2048 x 2048 pixels ;
- un radar pour sonder les couches superficielles sous la surface, basé sur celui embarqué sur Yutu ;
- un instrument d'analyse du sol par laser analogue au LIBS du rover américain Curiosity ;
- un magnétomètre ;
- un spectromètre infrarouge ;
- un microscope ;
- une station météorologique.

Fin 2018 deux sites d'atterrissage sur Mars étaient envisagés par les scientifiques chinois. Tous deux sont caractérisés par une altitude peu élevée et une relative absence de reliefs et d'obstacles favorables à un atterrissage. Ces sites sont :

- Chryse Planitia, non loin du site d'atterrissage des missions américaines Viking 1 et Mars Pathfinder ;
- Isidis Planitia, dans la partie occidentale de la région Elysium Mons.

C'est le premier qui a été choisi pour une arrivée en février 2021.

Yves Monier



Le nid glorieux des robots d'exploration martiens, au Jet Propulsion Laboratory (Pasadena, Californie). C'est ici, dans cette grande salle blanche, qu'a été conduite l'intégration d'une grande partie des sondes envoyées par la NASA, vers Mars, mais aussi vers d'autres astres du système solaire. Sur cette image, prise en 2019, on voit les différents modules de la mission Mars 2020 en cours de préparation. Sur le « mur de gloire » (wall of fame) est honorée la mémoire des nombreuses missions menées à bien en un demi-siècle d'activité. Émotion et respect devant le témoignage d'un tel niveau d'excellence et d'engagement.

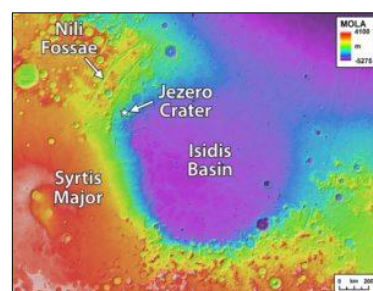
(doc. NASA/JPL)

JEZERO, UN SITE PROMETTEUR POUR MARS 2020

Il suffit de regarder la photo du Cratère Jezero (page suivante) pour voir l'évidence : un magnifique delta projeté dans une arène de cratère à l'embouchure d'un puissant cours d'eau asséché. Il y a donc eu là de l'eau liquide charriant des sédiments et ce phénomène a été très important car le relief est très marqué (à noter son caractère inversé compte tenu de l'érosion plus sensible des roches les plus tendres autour du delta). Par ailleurs la région riveraine occidentale d'Isidis Planitia est une des plus intéressantes de Mars parce que c'est un endroit où la croûte de Mars est la plus mince (environ 3 km), qu'il y a eu amorce de failles tectoniques (Nili Fossae) et que c'est une des sources possibles des émissions de méthane que l'on a repérées selon un rythme saisonnier, dans l'atmosphère martienne (à confirmer par l'orbiteur TGO et son instrument CaSSIS de l'Univ. De Berne). Enfin les analyses spectrométriques du sol menées depuis les satellites orbitant autour de la planète ont montré que la zone était particulièrement riche en argiles (smectites) et en carbonates (de magnésium). Ces deux types de minéraux témoignent d'une longue hydratation du sol et d'une absorption importante de gaz carbonique atmosphérique

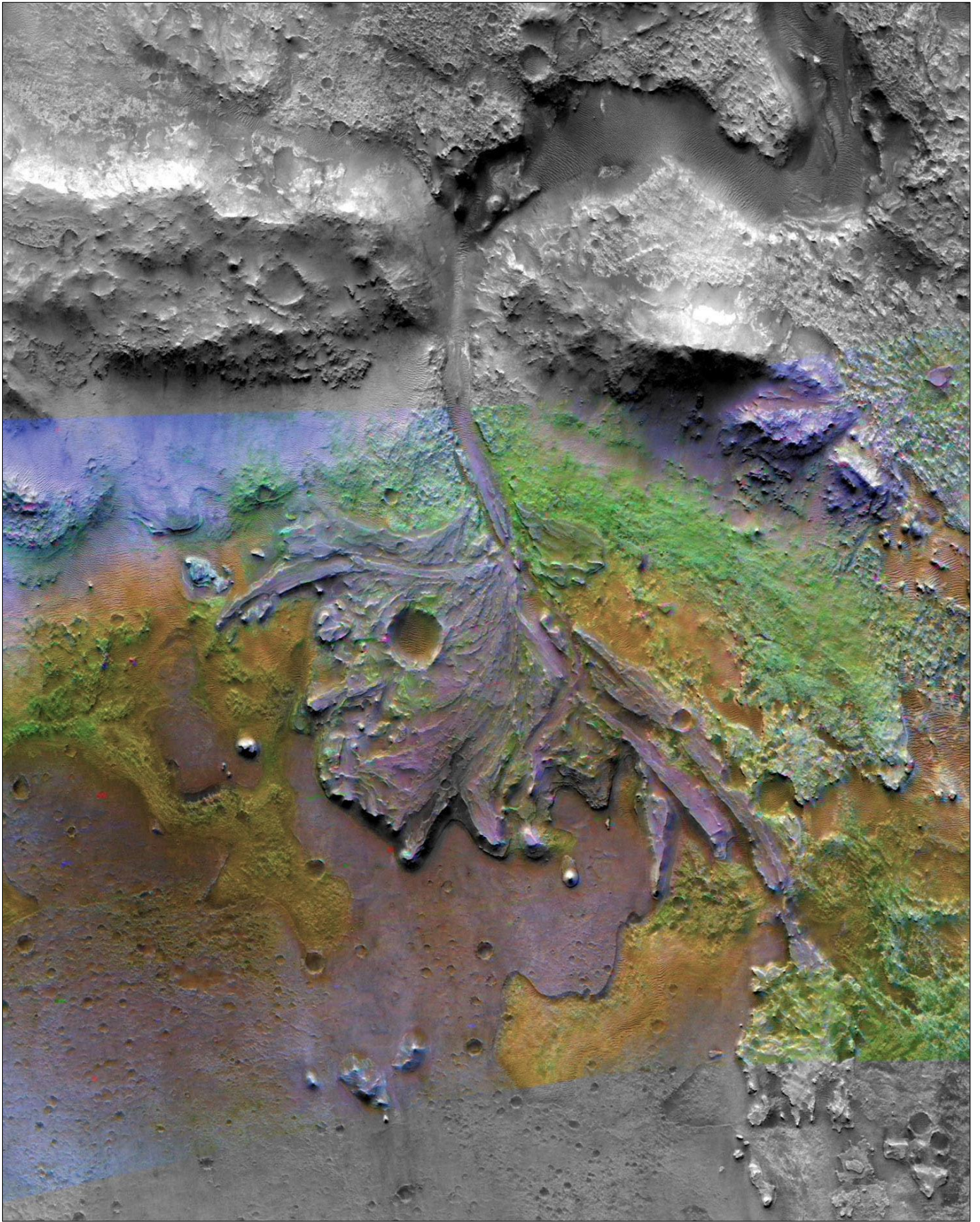
par l'eau (comme sur Terre avec le carbonate de calcium). Or l'on peut dater ces formations, compte notamment tenu de la cratérisation, à quelques - 3,6 milliards d'années (entre 3,9 et 3,5), ce qui correspond sur Terre à la période où l'on constate les premières manifestations de la vie (premiers organismes fossiles). C'est évidemment l'occasion de chercher si les mêmes causes produisant les mêmes effets, la vie a pu également commencer sur Mars ou alternativement de constater que quelques particularités terriennes ont manqué sur Mars (températures trop basses ? absence de Lune et donc de fortes marées ? atmosphère insuffisamment épaisse et riche ? autre facteur ? le simple hasard résultant de l'Histoire ?). En tout cas les argiles ayant la propriété de favoriser les échanges organiques puis de bien conserver les fossiles, le contexte est évidemment idéal pour les recherches exobiologiques.

Pierre Brisson



Contexte géographique du cratère Jezero : au Nord-Ouest d'Isidis planitia (ici « bassin »), la région des failles de Nili Fossae. Le cratère Jezero est situé à 18° de latitude Nord. Carte MOLA

(doc. NASA)



Cette superbe vue du delta fluvial formé dans le cratère Jezero est une photo de la caméra à haute résolution (HiRES) de Mars Reconnaissance Orbiter, sur laquelle de fausses couleurs ont été rajoutées pour traduire les différentes natures de minéraux identifiées par l'imageur spectrométrique (CRISM) de l'orbiteur.
(doc.NASA/PL/ASU)