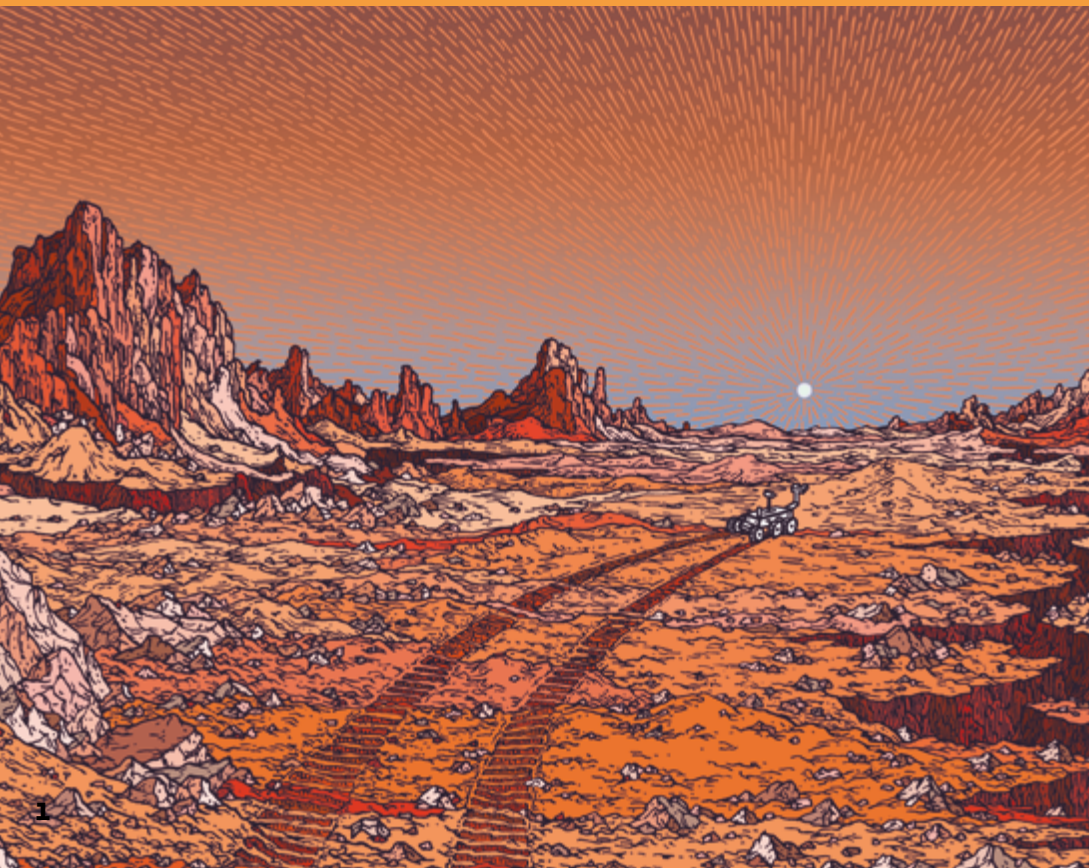


DESTINATION **MARS**

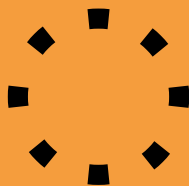
CARNET DE VOYAGE N°3



« Quelque part, quelque
chose d'incroyable attend
d'être connu. »

Carl Sagan, astronome

Cette publication vous est proposée par le Centre National
d'Études Spatiales (CNES), l'établissement public qui élabore
et conduit la politique spatiale française.



**Avant
le départ**

3



**Les
incontournables**

4



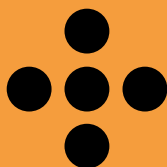
Se situer

10



**Retour
sur Terre**

18



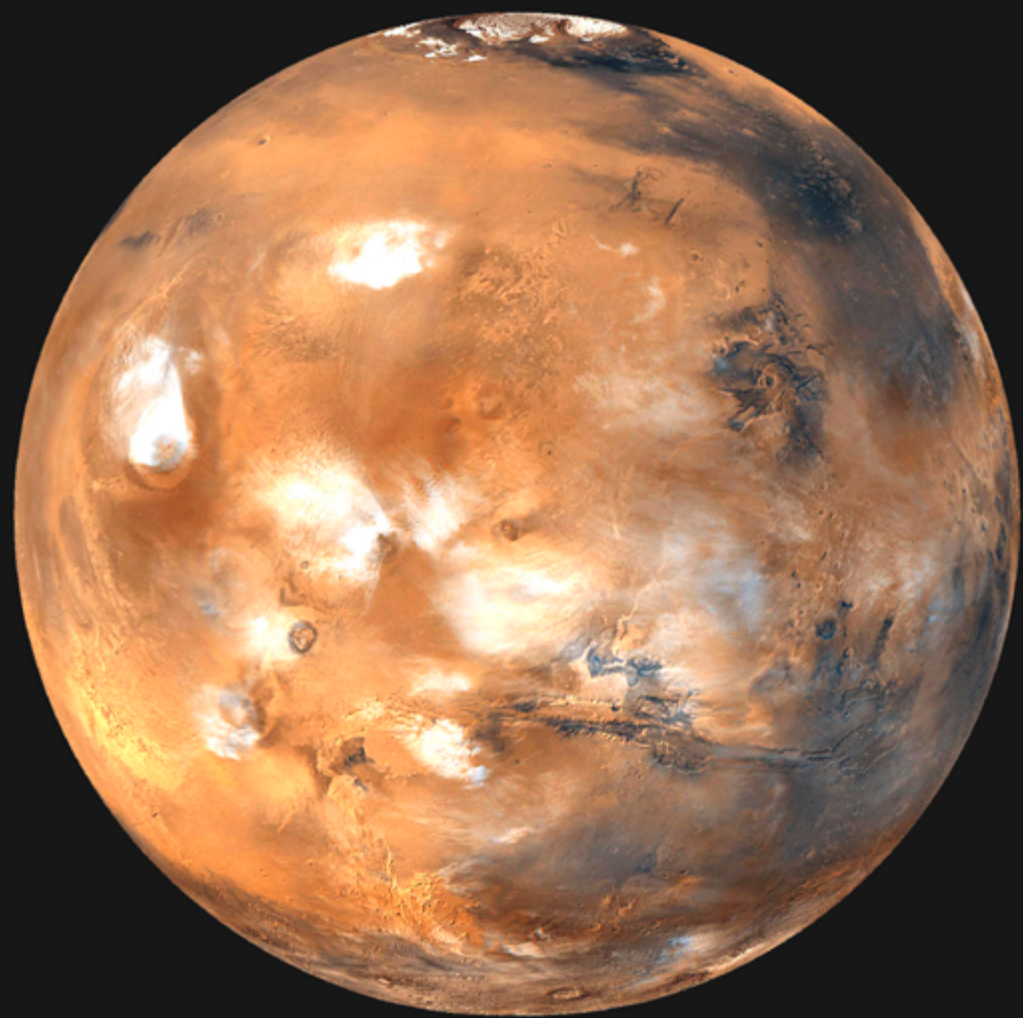
**Sur les
pas de**

22



Mémo

28



AVANT LE DÉPART



D'un point orangé dans notre ciel, Mars est devenue en moins d'un siècle un passionnant sujet d'étude. Ses anciens lits de rivière, ses vallées de débâcles, ses volcans gigantesques font vibrer nos cœurs d'explorateurs. Comment ne pas imaginer qu'elle était il y a des milliards d'années une jumelle de la Terre? Vous aimez l'aventure? Alors, ensemble, partons à la découverte de ces lieux grandioses qui ont peut-être un jour abrité la vie... Et sur lesquels nous rêvons d'aller poser le pied.

À SAVOIR
BOB

Regardez, un trait doré traverse la fine couche de nuages. Puis apparaît un gigantesque parachute qui descend rapidement vers le sol martien. Le large cratère qui fut il y a quelques milliards d'années un ample delta marécageux est encore calme. Lorsque le nuage de poussière se dissipe, notre robot est prêt... Nous avons une fois de plus relevé le défi. Maintenant qu'il est posé sur cette argile gelée, sa mission démarre : percer les secrets de Mars, la quatrième planète du Système solaire, notre plus proche voisine après Vénus. Capturer de nouvelles images de sa géologie, sonder son atmosphère, étudier sa surface pour mieux connaître son passé... toutes les données précieuses qu'il va récolter seront transmises à nos équipes ici sur Terre, à des millions de kilomètres de lui. Ne quittez pas le robot des yeux. Au fil de son parcours, avec ses instruments issus de décennies de recherche, il lèvera peut-être un coin de voile sur le passé du Système solaire, figé au milieu des sables. Avec lui, nous travaillons d'arrache-pied à rapporter à nous un peu de la planète rouge. Une étape cruciale avant d'y emmener un jour des humains traverser ses déserts glacés.



LES INCONTOUR- NABLES



Nous avons mené plus de missions sur ces sables rouges que sur toute autre planète. Car ces roches, ces strates que vous observez contiennent les secrets des derniers milliards d'années... Saurez-vous les entendre? Le moindre détail peut avoir son importance!



Mars en profondeur

COUP DE CŒUR



Écouter battre le cœur de Mars

Le 22 mai 2019, le sol de longues failles de Cerberus Fossae se met à trembler. Posé à 1600 kilomètres de là, le sismomètre de précision français Seis, de la mission InSight, détecte cette vibration. Faible mais distinct, c'est le premier signal sismique identifié sur Mars ! Un pas de plus pour comprendre sa structure interne, son noyau et finalement sa formation.

Sur les grandes plaines, le vent martien est si peu intense qu'il perturbe à peine nos plus fines mesures. L'avez-vous écouté ? En quarante ans, nous avons cartographié les canyons, rêvé devant les couchers de soleil bleutés. Mais notre défi, au CNES, est d'établir comment les quatre derniers milliards d'années ont transformé Mars en la planète rouge que nous connaissons. Avec la mission Mars Global Surveyor, nous avons pu observer l'érosion ; avec la mission Mars Odyssey, retrouver les traces de l'eau et de l'hydrogène ; et avec la mission Mars Express, comprendre l'évolution de sa géologie et la formation de ses argiles. Pouvez-vous imaginer qu'un jour, sous un ciel plus clémente, coulait ici même une rivière ? Et là-bas un lac, et des océans ? C'est pour étudier ce passé que nous envoyons aujourd'hui nos robots sillonner et analyser ce désert aux roches affleurantes.

Photo : Signatures d'argiles au sud du site Coprates Chasma par MRO.



Le robot bouge en solo

Forer, examiner... et planifier lui-même son trajet ! Voilà ce dont sera capable le véhicule européen Rosalind-Franklin, de la mission ExoMars, quand il parcourra en 2023 les reliefs d'Oxia Planum ! Nos algorithmes l'aideront à progresser en toute sécurité d'un site martien à un autre, sans avoir à demander à nos équipes au sol son chemin. En avant !

Une planète habitable ?

Maintenant, regardez ces minuscules points noirs alignés au sol. Ce sont les impacts générés par le laser ChemCam. Il y a quelques heures, nos équipes ont demandé au robot Curiosity de l'allumer et de brûler la roche pour analyser sa composition. Chaque jour est un défi pour ces petits laboratoires, qu'ils soient immobiles ou sur roues.

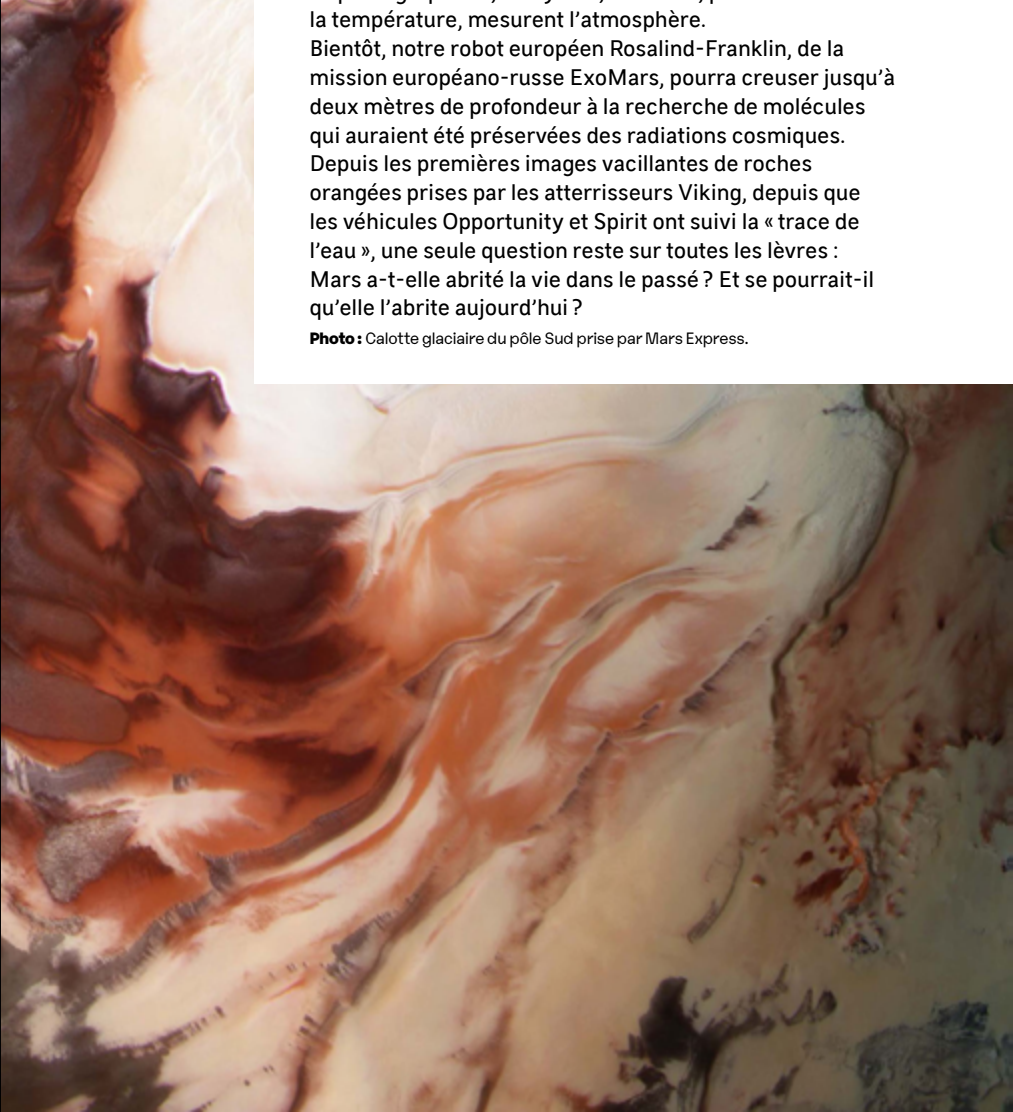
Ils photographient, analysent, creusent, prennent la température, mesurent l'atmosphère.

Bientôt, notre robot européen Rosalind-Franklin, de la mission européen-russe ExoMars, pourra creuser jusqu'à deux mètres de profondeur à la recherche de molécules qui auraient été préservées des radiations cosmiques.

Depuis les premières images vacillantes de roches orangées prises par les atterrisseurs Viking, depuis que les véhicules Opportunity et Spirit ont suivi la « trace de l'eau », une seule question reste sur toutes les lèvres :

Mars a-t-elle abrité la vie dans le passé ? Et se pourrait-il qu'elle l'abrite aujourd'hui ?

Photo : Calotte glaciaire du pôle Sud prise par Mars Express.



L'exobiologie, sur les traces de la vie!



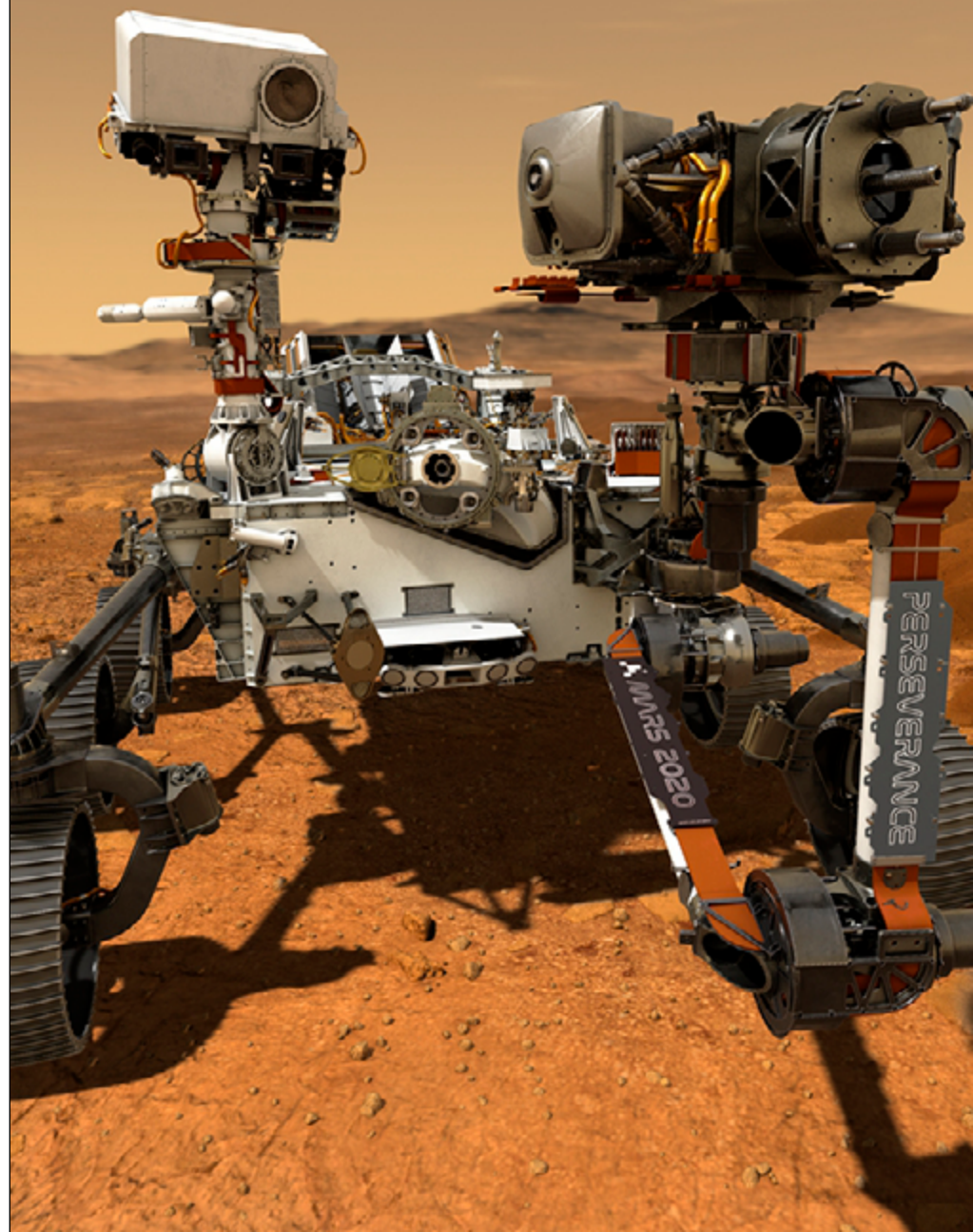
MICHEL VISO
Responsable Exobiologie,
Exoplanètes et Protection
planétaire



La vie est composée, sur le plan chimique, d'éléments parmi les plus simples et répandus de l'Univers: des atomes

d'hydrogène, d'azote, d'oxygène et des composés de carbone. Mais, pour qu'apparaisse la vie, tout dépend ensuite des conditions et de l'énergie qui transformeront cette chimie en biologie. La recherche de formes et de traces de vie non terrestres, la compréhension des mécanismes qui ont permis à la vie d'apparaître un jour dans notre Système solaire, c'est le cœur de l'exobiologie! Mars est comme «figée» et desséchée depuis que les conditions favorables ont disparu à sa surface, et pourtant c'est l'un des meilleurs endroits pour rechercher des traces de vie... Mais ce n'est pas comme observer E.T. ou trouver un fossile sur le sol! Si l'on découvre un jour ces traces, il faudra du temps pour que l'interprétation des données fasse scientifiquement consensus, car nos observations sont indirectes. Ce ne sont, après tout, que des indices. Pour investiguer plus loin, le retour d'échantillons représente le plus grand pas en avant que je puisse imaginer. L'exobiologie, c'est aussi se demander comment aller vivre, ou survivre ailleurs. Sur Mars, l'atmosphère est majoritairement constituée de CO₂. Ce qui n'est pas compatible avec l'humain, qui a besoin d'oxygène en grande quantité. Pour se rendre sur la planète rouge, il faudra savoir convertir les ressources! C'est le but de la petite expérience Moxie, qui sera menée sur Mars en 2021. Une petite expérience pour un énorme défi: ouvrir la voie aux missions humaines sur Mars.





Un défi : rapporter Mars

Photo : Perseverance

Prenez un siège et installez-vous. Ici sont réunis planificateurs de missions, responsables de programmes, ingénieurs et chercheurs du monde entier pour l'une des aventures scientifiques les plus attendues de l'exploration martienne : le retour d'échantillons ! En réalité, la mission, sobriement intitulée Mars Sample Return, a déjà commencé. Le robot Perseverance, de la mission Mars 2020, qui doit se poser sur Mars en février 2021, prélèvera des échantillons qu'il scellera dans des tubes métalliques, avant de les déposer sur son parcours. Mais l'étape la plus difficile sera de les rapporter sur Terre... Et quel voyage ! Un futur petit robot devra les collecter, un autre, les faire décoller, et un troisième, les récupérer en orbite autour de Mars pour enfin les convoier sur Terre. Pour être menée à bien, cette aventure nécessitera la collaboration de plusieurs agences spatiales... D'ores et déjà, des laboratoires scientifiques préparent les meilleurs instruments possibles pour examiner ces quelques grammes de matière !

LE SAVIEZ-VOUS ?



Allô Mars ? Ici FOCSE !

Pour échanger avec nos véhicules posés sur le sol martien, nos ingénieurs et scientifiques passent par le FOCSE¹ ! Ce centre français des opérations assure la gestion des missions d'exploration. On y programme chaque jour le travail des robots, on y traite les données reçues, on y prépare les prochaines mesures, et on s'y coordonne avec les équipes des autres pays !

¹ French Operation Center for Science and Exploration

REPÈRE

43

c'est le nombre maximal de tubes, ces boîtiers étanches, que le rover Perseverance remplira avec des échantillons

SE SITUER



MARS MODE D'EMPLOI



Diamètre
de la planète:
≈ 6 800 km



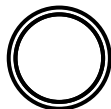
Durée d'une journée,
nommée « un sol »:
24h et 40 min



Durée d'une année:
**687 jours
terrestres**



Distance
Mars-Soleil:
**228 millions
de km
en moyenne**



Présence d'une
atmosphère ténue:
**CO₂ (96 %)
Argon (1,9 %)
Diazote (1,9 %)**



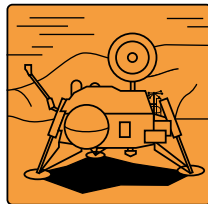
Plus grand volcan
(et montagne)
du Système Solaire:
**le Mont Olympe
(Olympus Mons) :
22500 m
d'altitude !**



Température
moyenne en surface:
- 63 °C

**Sur Mars, pas de pluie,
mais des nuages et des tempêtes...
de poussière ! Ces dernières
peuvent recouvrir l'intégralité
de la surface de la planète.**

Mars peut sembler relativement accessible, mais y envoyer nos sondes et véhicules est un véritable défi. En soixante ans, près de 50 % des missions vers Mars ont échoué. Voici quelques dates marquantes...



- 1960 ● **MARS 1M N°1**, première mission vers Mars (soviétique). Un échec...
- 1965 ● **MARINER 4**, premier survol réussi (États-Unis)
- 1971 ● **MARS 3**, premier véhicule (soviétique) à se poser à la surface. Les transmissions échouent.
- 1971 ● **MARINER 9**, première sonde orbitant autour d'une planète (États-Unis).
- 1975 ● **VIKING 1 ET VIKING 2**
- 1996 ● **MARS 96**
- 1997 ● **SOJOURNER**, devient le premier robot à roues à se déplacer sur Mars (et sur une autre planète). Il roulera sur 104 mètres (États-Unis).
- 2004
2018 ● **LE ROBOT OPPORTUNITY**, de la mission Mars Exploration Rover, parcourt plus de 45 kilomètres sur la surface de la planète (États-Unis).
- 2004 ● **MARS EXPRESS**
- 2012 ● **LE ROBOT CURIOSITY**, de la mission Mars Science Laboratory (MSL), est déposé à la surface martienne grâce à une grue volante (skycrane) (États-Unis).
- 2016 ● **LA SONDE EUROPÉENNE EXOMARS TGO**
- 2018 ● **INSIGHT**, est la première mission destinée à comprendre la structure interne de Mars (États-Unis).
- 2020 ● En 2020, ce sont trois missions qui vont s'élancer vers la planète rouge. La mission **Mars 2020**, avec le robot Perseverance, de la Nasa, la sonde Hope, des Émirats arabes unis, et la mission chinoise **Tianwen-1**, incluant un véhicule orbital, un atterrisseur et un petit robot à roues. En 2022, c'est le rover Pasteur, de la mission **ExoMars**, qui décollera vers Mars.

VIKING 1 ET 2

Ces deux missions américaines sont les premières à réussir à se poser et à transmettre leurs images depuis la surface de Mars, révélant au monde cet étrange désert orangé.

MARS 96

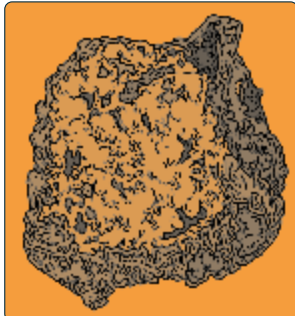
La plus ambitieuse mission martienne de sa génération échoue à quitter l'orbite terrestre. Cette mission russe pesait plus de 6 tonnes et incluait des instruments internationaux, mais aussi deux petites stations et deux pénétrateurs qui devaient mesurer les propriétés du sol.

MARS EXPRESS

La première mission martienne de l'Agence spatiale européenne (ESA) est toujours active en orbite, dix-sept ans après son départ ! Elle étudie l'histoire de l'eau. En 2005, elle identifie des roches sédimentaires (sulfates et argiles), preuve que de l'eau a coulé sur la planète rouge dans le passé. En 2018, son radar confirme la présence d'un lac d'eau souterrain, proche du pôle Sud.

LA SONDE EUROPÉENNE EXOMARS TGO

Elle arrive en orbite pour étudier les composés rares de l'atmosphère et les traces de méthane. Grâce à son antenne, elle sert de relais pour les véhicules au sol. À son arrivée, elle a largué l'atterrisseur Schiaparelli, qui a échoué à se poser.



3. Midway, cœur minéral

Si le voyage est possible, Midway sera l'objectif final de Perseverance, qu'il n'atteindra certainement pas avant 2027. La zone présente un intérêt majeur pour l'observation de la croûte de surface et son évolution au cours du temps, des changements climatiques et de leur influence sur les roches de Mars. Le site étant différent de Jezero, les minéraux et roches présents à la surface seraient donc complémentaires de ceux qui auront été prélevés et étudiés plus tôt dans la mission. Des questions restent en suspens : le rover pourra-t-il atteindre Midway et réussir à y prélever de nouveaux échantillons ? Que faire de ceux qu'il aura collectés à Jezero ? Devra-t-il les déposer avant d'entamer la traversée afin que les missions futures puissent les récupérer ? Que de débats passionnés en perspective...

VERS MIDWAY

2. La grande traversée

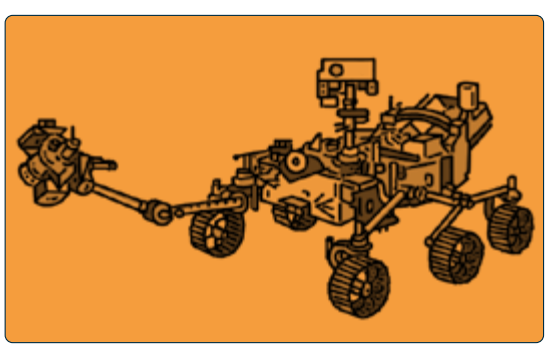
À la fin de la première grande phase de sa mission, les équipes décideront si Perseverance peut ou non entamer le long trajet pour rejoindre un autre site d'intérêt majeur, Midway. Le choix sera lourd de conséquences : il s'agira d'effectuer un trail de 28 kilomètres (et presque deux ans) entre les dunes et les roches, et parfois sur de fortes pentes. Ce sera un voyage long, difficile et sans demi-tour possible. À titre de comparaison, Curiosity n'aura parcouru que 23 kilomètres en près de huit ans. Mais le terrain à traverser ne manque pas d'intérêt, et le rover pourrait y collecter des échantillons de minéraux que l'on ne trouve pas au sein de Jezero.



J E Z

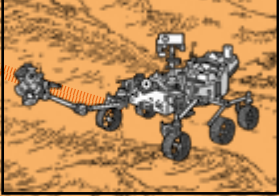
ZONE D'ATERRISSAGE

ER O



1. Jezero au fil de l'eau

C'est le cœur de la mission Mars 2020 : explorer la chimie et l'histoire de l'eau dans ce cratère qui fut un jour le delta d'une rivière. Il y a 3,8 milliards d'années, Jezero abritait un lac qui a pu se remplir et se vider plusieurs fois. Ses sédiments ont gardé les stigmates de son passé. Ce site riche en dépôts minéraux et en argiles a été choisi parmi plus d'une trentaine de candidats pour accueillir Perseverance. Le rover devrait travailler environ deux années à étudier le climat passé de Mars et rechercher les « briques élémentaires », les traces d'une potentielle vie martienne. Il collectera pour cela plus d'une quinzaine d'échantillons (argiles, minéraux carbonés, olivine, régolithe...) représentatifs des différents milieux sur Mars, qui seront ultérieurement rapportés sur Terre.



Planifier la mission Mars 2020

Le rover Perseverance doit se poser dans le cratère Jezero en février 2021, puis entamer un vrai parcours scientifique. Au CNES, nous avons participé à l'élaboration du trajet de ce véritable laboratoire sur roues pendant plusieurs années. Mais, attention, une fois sur le terrain, il y a toujours des surprises...

Perseverance, dans les traces de Curiosity

Lors du décollage de la mission Mars 2020, cela fera presque huit ans que le rover Curiosity escalade les contreforts du mont Sharp, au centre du cratère Gale (90 kilomètres de diamètre). La forme des deux robots est identique, mais Perseverance inclut des dizaines d'améliorations, comme l'ensemble optique SuperCam, qui remplace ChemCam.

Le rover emportera même avec lui un morceau de météorite... originaire de Mars ! Retrouvé dans le Sahara en 2011, ce dernier était déjà parti en orbite lors du vol de Thomas Pesquet au sein de la Station spatiale internationale (ISS) en 2016. Avec Perseverance, il retournera sur sa planète d'origine !

PERSEVERANCE EN CHIFFRES

23

c'est le nombre total d'appareils photo qu'embarquera la mission Mars 2020 ! Sept d'entre eux ne seront actifs que pour filmer la séquence de son atterrissage.

50

centimètres

c'est le diamètre des roues du rover Perseverance. Le robot entier fait la taille d'une petite voiture : 3 mètres de long et 2,7 mètres de large !

3

minutes

c'est la durée d'un vol du petit hélicoptère Birotor Ingenuity, qui sera embarqué avec Perseverance. Pour la première fois, un instrument décollera depuis la surface de Mars, et pourra observer les environs !

SUPERCAM

un couteau suisse franco-américain

SuperCam est un ensemble instrumental placé sur le mât du robot Perseverance. À hauteur d'humain, il analysera Mars avec une précision inégalée! L'ensemble optique, véritable prouesse technique, est le fruit d'une collaboration de nos équipes du CNES avec celles de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie de Toulouse (Irap), d'universités françaises et des laboratoires du CNRS.

Le microphone

enregistrera les bruits de vent, les phénomènes atmosphériques ainsi que les sons émis par le robot et les impacts laser du spectromètre LIBS.

Le spectromètre Raman

rend SuperCam capable d'identifier jusqu'à 12 mètres de distance les minéraux composant les roches et sédiments ciblés par son laser vert.

Le spectromètre LIBS

(Laser Induced Breakdown Spectroscopy) permet d'étudier la composition chimique des roches en les pulvérisant sous forme de plasma lumineux à l'aide d'un laser dont la portée atteint 7 mètres.

Une caméra haute résolution couleur

fournira une image détaillée des sites analysés et de leur environnement proche.

Le spectromètre visible-infrarouge VIS-IR

analysera la lumière du Soleil réfléchiée par le sol martien. Il peut reconnaître minéraux et composés organiques même à grande distance. Ces mesures seront faites pour la première fois in situ.



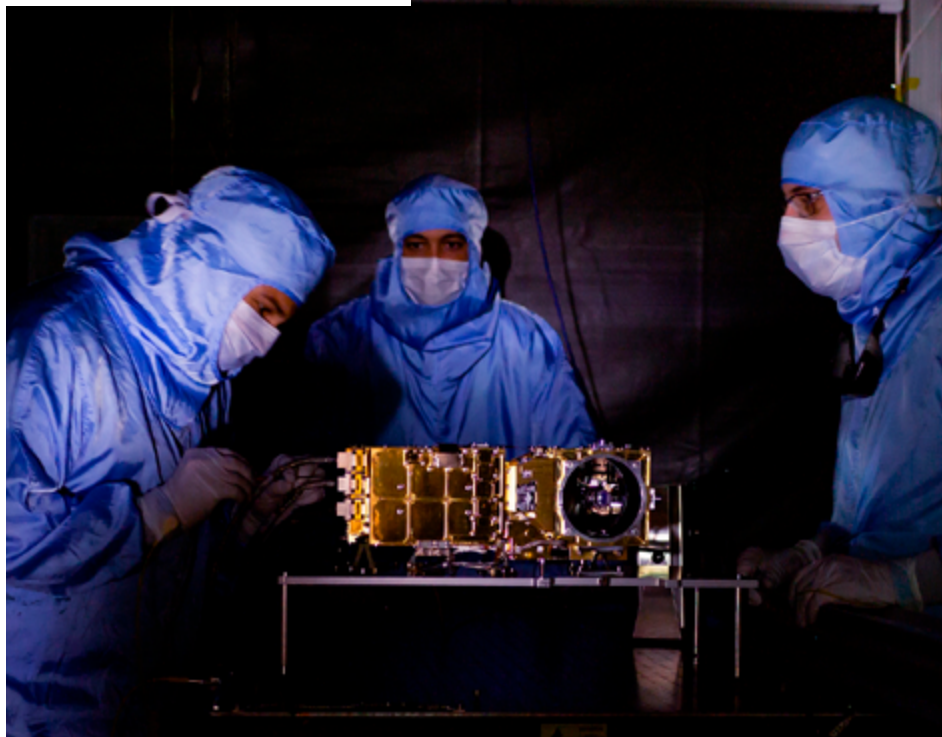
RETOUR SUR TERRE



S'il faut se rendre sur Mars pour la découvrir,
c'est dans nos laboratoires, les pieds
sur Terre, que nous la comprenons!

Partons à la rencontre de nos chercheurs
et ingénieurs. Les robots qui se trouvent
à 200 millions de kilomètres d'eux sont
leur fierté autant que leur outil de travail...

Nos innovations



Comment transformer un laser de 20 kilos et de la taille d'un bureau en un instrument qui ne pèse pas plus de 600 grammes ? C'est l'un des défis de l'exploration martienne : concevoir de nouveaux instruments pour mieux l'observer. Quarante laboratoires français travaillent avec le CNES sur l'exploration du Système solaire ! Pouvez-vous imaginer rester allongé toute la journée ? Au Medes, notre clinique spatiale, nos équipes testent des alitements prolongés pour préparer des missions habitées de longue durée (plus de six mois dans l'espace). Au Serom (notre laboratoire de robotique mobile au Centre spatial de Toulouse), d'autres entraînent leurs robots à rouler sur un terrain de 4000 m² simulant le sol martien.

Photo : intégration à l'Irap de l'Instrument SuperCam.



Nos limites



Photo : Descente du rover Curiosity de la mission MSL.

REPÈRES

13

C'est le nombre d'années durant lesquelles les Européens ont cru que le petit atterrisseur Beagle 2 s'était crashé lors de son arrivée sur Mars le 25 décembre 2003. Grâce à des photos prises depuis l'orbite, les chercheurs l'ont retrouvé en 2015. Son antenne ne s'était jamais déployée.

20 000 orbites !

C'est l'extraordinaire longévité de la mission Mars Express, qui se poursuit aujourd'hui après dix-sept ans d'exploitation.

Se poser sur Mars est aujourd'hui un challenge. Nos robots doivent le faire de façon autonome, car on ne peut pas les diriger compte tenu de la distance. Les informations qu'on leur transmettrait ne leur parviendraient pas assez rapidement. Le jour de l'atterrissage, les équipes, comme vous, attendent... Ce sont les « 7 minutes de terreur ». Le sort de nos précieuses missions est déjà scellé lorsque l'on reçoit les premiers signaux ! Impossible de concevoir une telle aventure seul : pour explorer Mars, les pôles d'excellence du monde entier travaillent ensemble. Les instruments du CNES volent vers Mars avec des véhicules européens, américains, japonais, russes... bientôt chinois ? Et nous portons une attention particulière à la protection planétaire. Il ne faut surtout pas contaminer l'environnement préservé de Mars, ni celui de la Terre.

Nos fantômes

L'humain saura-t-il résister à sa tentation d'aller sur Mars ? Le défi pour s'y rendre sera titanesque. D'abord sur le plan technologique, car il faudra concevoir un véhicule capable de mener le voyage, de se poser sur la planète et de retourner en orbite pour revenir vers la Terre. Il faudra aussi trouver les moyens de séjourner sur Mars pour une longue durée, peut-être un an et demi. Ensuite, sur le plan médical et psychologique, car une telle mission pourrait durer entre deux et trois années, ce qui exposerait ses participants à de fortes doses de radiation. Êtes-vous toujours tentés ? Un jour, des hommes et des femmes se lanceront certainement dans l'aventure... qui sera extraordinairement plus complexe et coûteuse que de fouler la Lune ! Certains rêvent même de colonisation. C'est non seulement impossible aujourd'hui, mais cela pourrait brider la recherche scientifique.



Des «briques du vivant», des molécules qui prouveraient que Mars fut un jour habitable, voici ce que nous recherchons avec SAM¹, notre instrument sur le robot Curiosity. SAM analyse l'atmosphère et la composition du sol martien. Cette semaine, Curiosity a réussi à percer un nouveau trou à la surface du cratère Gale. Il a excavé un peu de matière, que son bras robotisé va transférer dans SAM, qui va analyser sa composition. En huit ans, ce n'est que le 26^e forage ! SAM est gourmand en énergie. A tel point que, lorsqu'il est en activité, Curiosity ne peut pas se déplacer, ni faire fonctionner les autres instruments. Répartis dans trois laboratoires en France, au Latmos², au Lisa³ et à Centrale Supélec, nous faisons preuve de patience pour recevoir les analyses. Ensemble, une semaine sur quatre, nous pilotons les opérations depuis Toulouse, en liaison avec les autres groupes basés en Californie. S'occuper de SAM, c'est tout un travail d'équipe !

Jusqu'à 400 millions de kilomètres de notre laboratoire!



CAROLINE FREISSINET
Chercheuse au CNRS
au laboratoire LATMOS

¹ Sample Analysis at Mars

² Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales

³ Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques

SUR
LES PAS
DE

Fascinante, étonnante,
la planète Mars
inspire la littérature.

Au croisement
de la science et de
l'imaginaire, l'écrivain
Éric Pessan se nourrit
des recherches du
CNES... pour mieux
les dépasser par
la fiction!



ÉRIC PESSAN

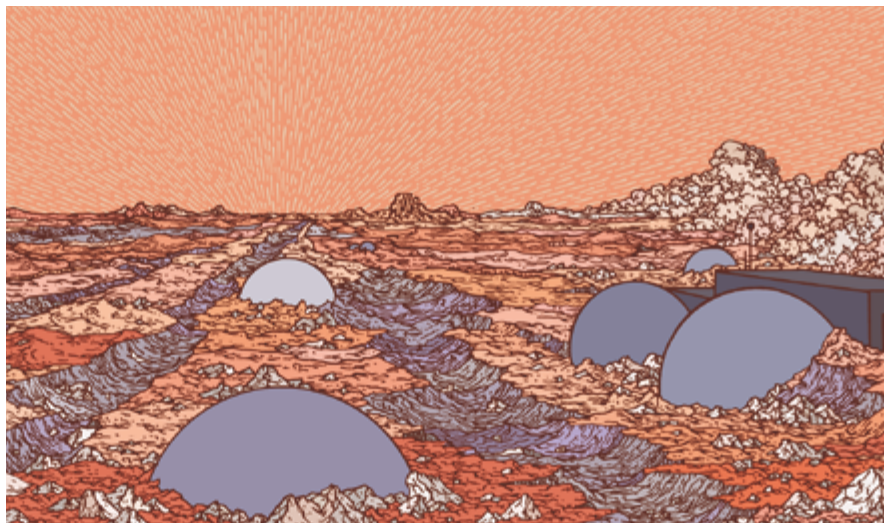
Éric Pessan, né le 3 janvier 1970, est auteur de romans primés, de pièces de théâtre et d'articles. Résident actif et inspiré de l'Observatoire de l'espace du CNES, il écrit les derniers mots d'un roman qui fera quitter la Terre à ses protagonistes. Un premier récit « spatial » qui donnera un écho particulier à nos recherches sur Mars!

En littérature, le rôle de l'exploration de Mars est important, presque central. La planète fascine. Elle agite les romans de science-fiction et la littérature scientifique.

Pour moi Mars est une formidable source d'inspiration, dans la perception que nous nous faisons d'elle à travers les siècles. J'aime particulièrement cette époque où des grands noms, comme Flammarion ou Victor Hugo, étaient convaincus qu'il y avait de la vie sur Mars, cela semblait établi. Aux XVIII^e et XIX^e siècles, on a cru y voir des canaux, on s'est préparé à rencontrer les Martiens. Des médiums proposaient même aux gens de discuter avec eux! Cela nous paraît tellement décalé, maintenant.

Philosophes et astronomes ont toujours cherché d'autres mondes habitables. Aujourd'hui, nos regards et fantasmes fixent les exoplanètes.

Mars est un formidable réservoir à fictions!



Cette obsession de découverte est au centre de mon roman: après avoir pollué, détruit la Terre, il serait bien pratique d'avoir une planète B.

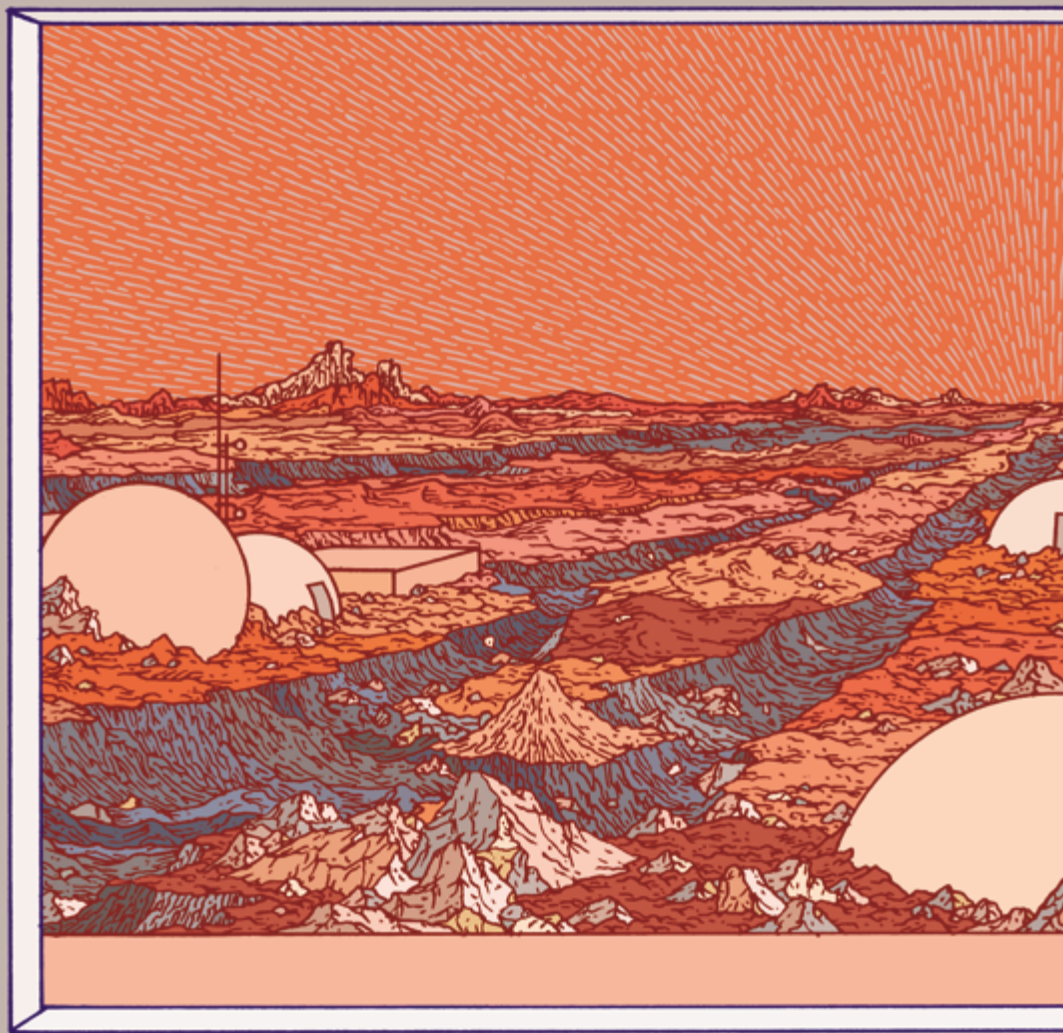
Pour envisager que des humains puissent quitter définitivement la Terre, j'avais envie d'avoir une vision technique et scientifique le plus réaliste possible. Car, bien sûr, c'est grâce à la science et à l'ingénierie que nous pourrons faire un jour ce voyage. Ma résidence à l'Observatoire de l'Espace joue en cela un rôle d'agitateur de neurones. Je peux y comprendre le présent et le futur de l'exploration de Mars, ainsi que ses enjeux.

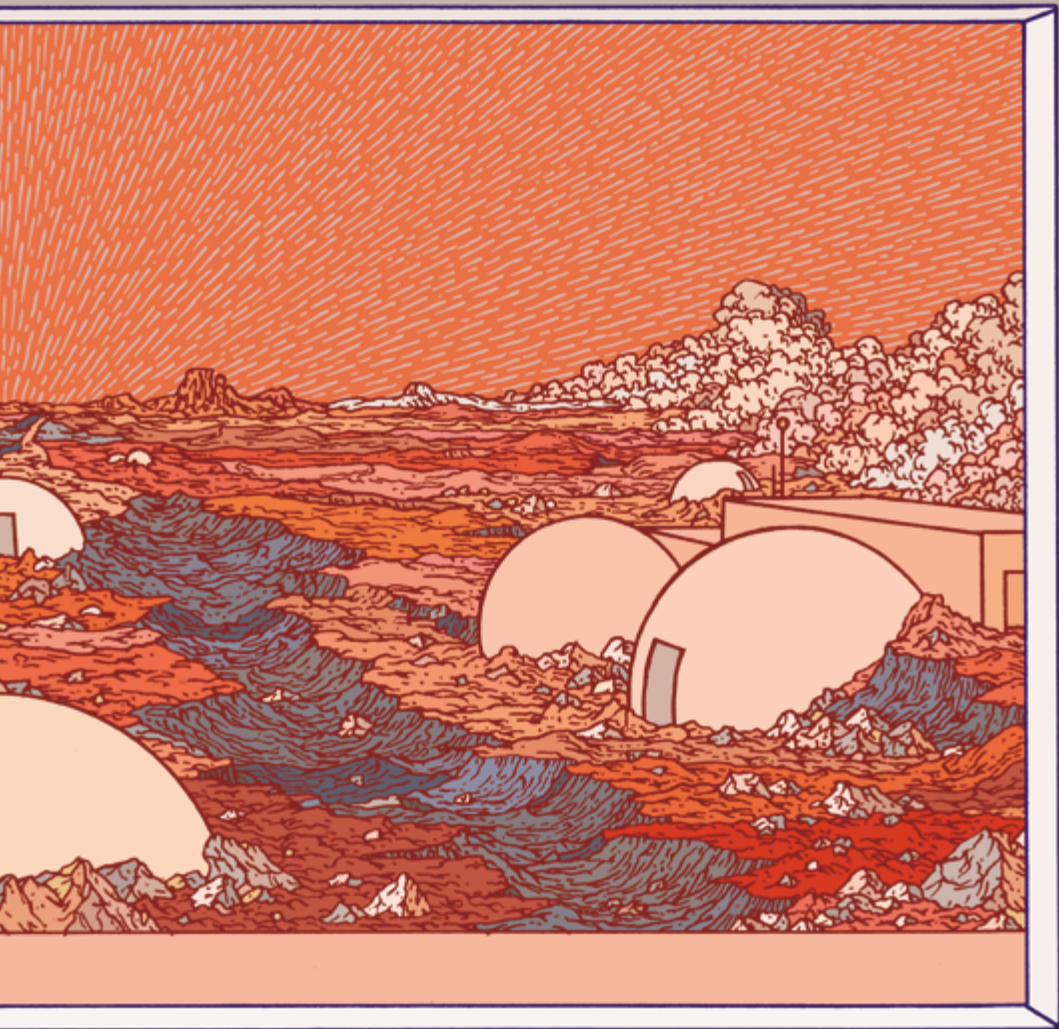
J'anime aussi un atelier en volontariat avec une vingtaine de lycéens, pour les pousser à la réflexion comme à l'écriture autour de l'idée du départ vers un

autre monde. Un questionnaire individuel mais aussi sur notre société et les changements qu'ils aimeraient y apporter. Il me semble que l'exploration de l'espace, et la conquête de Mars, c'est la métaphore de toutes nos préoccupations terrestres. Aujourd'hui, à travers le rêve de quelques milliardaires, on entend parler de « colonisation de Mars ». Pour moi, c'est la résurgence d'une névrose qui existe déjà, celle qui conduit à vouloir s'approprier de nouvelles terres et se mettre à l'abri au-dessus ou au-delà des masses.

L'espace, c'est peut-être un bon miroir pour nous regarder nous-mêmes?









M É M O



LEXIQUE DE MARS

Bouclier thermique

Pour se poser sur Mars, nos véhicules doivent traverser sa fine atmosphère et freiner. Mais, à haute vitesse, la friction de cette atmosphère sur le véhicule élève la température à presque 1500 °C! Le bouclier thermique, extrêmement résistant et particulièrement léger, permet alors de protéger le véhicule.

Dust Devil

Dans le désert martien, les vents forment parfois des tourbillons qui entraînent de fines poussières. Ces formations, que l'on a déjà observées grâce à nos robots, peuvent parcourir des dizaines de kilomètres et laisser des traces visibles depuis l'orbite! C'est ce que l'on appelle un Dust Devil.

Générateur thermoélectrique à radioisotope (RTG)

Les impressionnants robots Curiosity et Perseverance n'ont pas de panneaux solaires. Ils fonctionnent grâce à une pile nucléaire, le RTG! Des palets de plutonium émettent de la chaleur, qu'un système convertit en énergie électrique.

Fenêtre orbitale

Mars et la Terre ne tournent pas à la même vitesse autour du Soleil, si bien que la distance entre elles varie entre 54 millions et 400 millions de kilomètres. Pour y envoyer nos missions, nous devons donc attendre que les deux planètes soient le plus proches l'une de l'autre pour minimiser le temps du voyage! C'est ce que l'on appelle la «fenêtre orbitale». Elle s'ouvre tous les 26 mois, durant trois semaines environ. Mais, même dans cette configuration, il faut quand même au moins 7 mois de trajet.

BIBLIOGRAPHIE

Dernières nouvelles de Mars, la mission du siècle

de Francis Rocard
(Flammarion, 2020)

Embarquement pour Mars : 25 clés pour 25 défis à relever

de Richard Heidmann, Alain Souchier,
Jean-François Pellerin, Pierre
Brisson (A2C Medias, 2017)

Mars Horizon

de Florance Porcel et Erwann Surcouf
(Delcourt, 2017)

Seul sur Mars

d'Andy Weir (fiction, Bragelonne, 2014)

NOTES

ÉDITEUR

Centre National d'Études Spatiales,
2 place Maurice Quentin, 75039 Paris cedex 01
Publication de la Direction de la Communication.

Rédactrice en chef

Brigitte Alonzo-Thomas

Conseil éditorial

Michel Viso
Francis Rocard

Photothèque

Marie-Claire Fontebasso

Infographie

Idix

NOUS SUIVRE

CNES.FR



@cnes



facebook.com/CNESFrance



cnes_france



youtube.com/CNES

RÉALISATION

M Publishing | M Publicité
Groupe Le Monde, 67-69 avenue Pierre Mendès-France, Paris XIII^e

Présidente

Laurence Bonicalzi Bridier

Directrice Générale Adjointe Marketing & Communication

Élisabeth Ciaidella

Chef de projet

Camille Puginier

Rédacteurs

Éric Bottlaender

Direction artistique, conception graphique et exécution

Atelier AAAAA - Léopold Roux

Illustration

Clément Vuillier

Photos

Mars par Mars Global Surveyor © NASA/JPL/MSSS ; Signatures d'argiles au sud de Coprates Chasma prises par MRO © NASA/JPL-Caltech/University of Arizona ; Calotte glaciaire du pôle sud prise par Mars Express © ESA/DLR/FU Berlin / Bill Dunford ; Perseverance © NASA/JPL Caltech, 2020 ; Intégration à l'Irap de l'instrument SuperCam © CNES/GWEN LE BRAS , 2019 ; Descente du rover Curiosity de la mission MSL © NASA/JPL Caltech

Imprimeur

Menard



PARTEZ AVEC NOUS À LA DÉCOUVERTE DE L'ESPACE

grâce à une série de carnets de voyage. En route pour la planète rouge!
Le CNES participe plus que jamais à l'exploration de Mars. Venez avec
nous percer les secrets de ces lieux désertiques sur lesquels nous
rêvons d'aller poser le pied. Une aventure qui commence aujourd'hui
à des millions de kilomètres...

