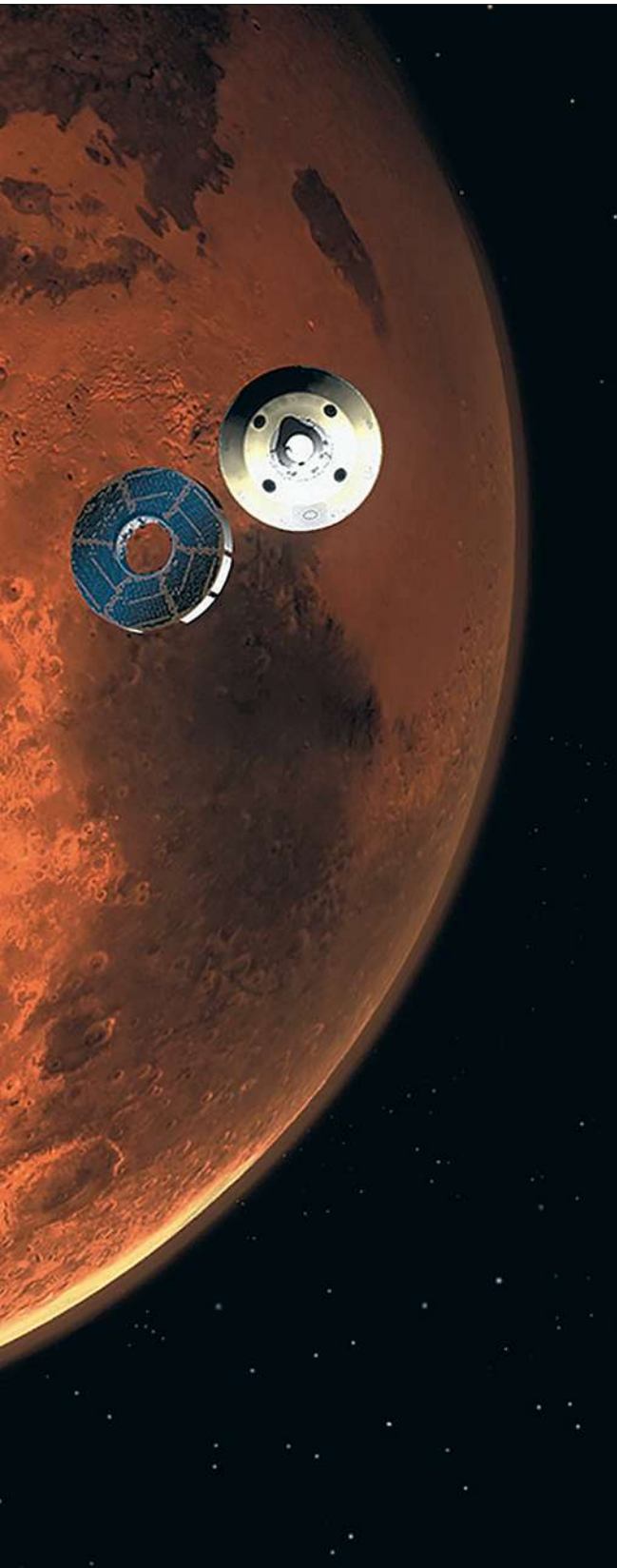




PERSEVERANCE ET INGENUITY

Les coulisses de la mission sur Mars

Quelques minutes
avant de pénétrer
l'atmosphère
martienne, la capsule
contenant le rover
Perseverance se
sépare de l'engin qui
l'a propulsée depuis
la Terre.



NASA/JPL-CALTECH

Vidéo de l'atterrissage de Perseverance, enregistrement audio du vent martien, vol historique de l'hélicoptère Ingenuity... Saga à épisodes riches en grandes premières, Mars 2020 fait le buzz sur Terre. Les coulisses de l'exploit avec Vinciane Debaille, la chercheuse belge qui participe à la mission de la Nasa.

Par Olivier Rogeau

« **U**n joyeux bordel ! » C'est en ces termes peu académiques que Vinciane Debaille décrit la collaboration entre la quarantaine de scientifiques américains et européens impliqués dans l'ambitieuse mission Mars 2020 (prononcez « Mars vingt vingt ») de la Nasa. La chercheuse belge (ULB) fait partie de cette équipe, officiellement appelée Returned Sample Science Participating Scientist team (RSS PS). C'est sa première participation à une mission robotique martienne. « Chacun assume un rôle tactique dans la planification scientifique, mais les décisions sont prises de manière très collégiale, confie-t-elle. Nous avons des réunions quotidiennes pour la mise en œuvre du programme. Il y a des moments prenants, où tout est à inventer. A nous de déterminer quel "sentier de grande randonnée" martien l'astromobile Perseverance devra emprunter pour se rendre sur un lieu de forage. Nous devons aussi choisir les roches à cibler au laser. Ces *shootings* réalisés par l'instrument SuperCam du rover permettent d'analyser leur structure chimique. A certaines étapes, les grands managers de la mission

sifflent la fin de la récréation, de notre "joyeux bordel". Ils prennent alors des décisions fondées sur nos propositions. »

DES INDICES DE VIE MARTIENNE ?

Le travail de Vinciane Debaille consistera notamment à sélectionner, avec ses collègues des deux rives de l'Atlantique, les échantillons du sol martien qui seront ramenés sur Terre. Seuls les grands spectromètres et autres instruments puissants disponibles dans les laboratoires terrestres permettent une analyse fine de ces roches. Le rover placera les tubes d'échantillons dans des conteneurs qui seront récupérés lors des 2^e et 3^e phases de la mission, programmées pour 2030-2031, et auxquelles sera associée l'Agence spatiale européenne (ESA). L'objectif de Mars 2020 est de prospecter des terrains qui ont pu conserver des indices d'organismes vivants. Ils se seraient développés à l'époque lointaine où de l'eau coulait à la surface de la planète rouge. « Notre mission consiste à rationaliser le choix d'échantillons, explique la chercheuse belge. Mais il se peut que Perseverance tombe, par accident, sur un caillou intéressant non repris dans nos plans. Nous ...

... pouvons alors décider de lui demander de le ramasser. »

Par le plus grand des hasards, la sonde de la Nasa s'est posée, le 18 février dernier, sur ce que les spécialistes appellent une « unité géologique », zone d'intérêt scientifique. « Ce type de sol est rare, déclare la chercheuse : les images prises par satellite indiquent qu'il est présent sur 5 % de la surface du cratère Jezero, où se déroule la mission. Dépourvu de poussière, c'est peut-être le plancher du cratère, qui était rempli d'eau il y a 3,5 milliards d'années. Notre équipe envisage un prélèvement à l'endroit même où se trouve en ce moment Perseverance, ce qui n'était pas prévu. »

PAS DES OS DE DINOSAURES !

Ensuite, l'engin se dirigera vers le delta formé par d'anciennes rivières qui alimentaient le lac-cratère. Les caractéristiques du site offrent les meilleures chances de découvrir des traces de vie éteintes, enfouies dans les sédiments. « Mes collègues les plus optimistes défendent



« La probabilité de détecter des indices d'organismes vivants est faible. Mais pas nulle. »

Viviane Debaille



l'idée qu'il y a, encore aujourd'hui, des organismes vivants sur Mars, pointe Vinciane Debaille. D'autres rejettent cette hypothèse. Si signes de vie il y a, ils se nichent profondément dans le sol martien, au sein de couches préservées du rayonnement galactique et qui contenaient de l'eau liquide. Les carottages que fera Perseverance ne dépasseront pas quinze centimètres de profondeur. La probabilité de détecter des indices d'organismes vivants est donc faible. Mais pas nulle. Ces traces anciennes n'ont évidemment rien de comparable avec des os de dinosaures ! Nous parlons ici de fossiles de bactéries, de molécules organiques, de nutriments. Ce sont des traces minuscules, dont l'analyse nécessite l'utilisation de microscopes très puissants. »

L'itinérance de Perseverance pourrait commencer début juin, selon la chercheuse. Après avoir sillonné la zone du delta, le rover escaladera la bordure interne du cratère, dont la crête domine de 600 mètres le plancher de Jezero. Objectif : explorer la plaine alentour, où la mission scientifique se poursuivra. « Bijou technologique, l'astromobile a une surprenante capacité de franchissement d'obstacles en autonomie, remarque



Vinciane Debaille. Il doit se débrouiller seul, car nous ne pouvons le piloter en temps réel. Il compare les obstacles rencontrés avec la carte préenregistrée dont il est équipé. Mais cette carte n'est pas d'une grande précision. Soit le robot s'immobilise et nous envoie des photos du site, soit il trouve lui-même une solution pour poursuivre son chemin. Une fois sorti du cratère, il n'y reviendra pas. »

ÉVITER LES RISQUES DE CONTAMINATION

Avant cette étape, il aura laissé une cache de prélèvements en bordure du cratère. Par la suite, il en placera une autre à l'extérieur, qui contiendra le double des échantillons récoltés à l'intérieur de Jezero, plus quelques autres ramassés dans la plaine. « Nous aurons ainsi un *backup*, poursuit Vinciane Debaille. Dans dix ans, un autre rover ira chercher le contenant le plus proche du site où il

DANS DEUX ANS, AU TOUR DES EUROPÉENS ?

La sonde ExoMars 2022 de l'ESA et de Roscosmos doit être lancée fin septembre 2022 par une fusée Proton russe. L'atterrissage sur Mars est prévu le 10 juin 2023, après 264 jours de voyage. La Russie fournit le module de descente et la plateforme de surface baptisée Kazatchok. Elle doit déposer sur le sol martien le rover européen Rosalind Franklin, astromobile de 300 kilos construit par les Britanniques d'Airbus Defence and Space. Sa foreuse peut ramener des carottes prélevées jusqu'à 2 mètres de profondeur et son laboratoire est capable d'analyser les échantillons. Le rover embarque aussi des caméras, des spectromètres, des instruments pour identifier la présence d'eau ou de matériaux hydratés. Mission : chercher des traces de vie passées conservées dans le sol martien à l'abri des radiations cosmiques.

Le cratère Jezero, où se déroule la mission Mars 2020. Actuellement, les ressources de la mission sont dédiées à Ingenuity, le « drone hélicoptère » qui a réussi son vol inaugural sur la planète rouge.



NASA/JPL-CALTECH

aura atterri. Il déposera les tubes dans un module conçu pour décoller de Mars. Ce module étanche rejoindra un orbiter qui ramènera les échantillons sur Terre. » Cette procédure compliquée vise à respecter les règles de la protection planétaire : il faut empêcher la contamination biologique depuis et vers la Terre. « C'est la raison pour laquelle les rovers envoyés sur Mars sont stérilisés, signale la chercheuse. De même, il faut éviter que la Terre soit contaminée par d'éventuels micro-organismes martiens ramenés par une future mission spatiale. »

La mission primaire de Mars 2020 devrait durer deux années martiennes à compter de l'atterrissage, soit 687 jours terrestres. Si la campagne scientifique n'a pas encore démarré, c'est parce que toutes les ressources de la mission sont dédiées actuellement à Ingenuity, le petit engin volant qui a réussi son vol inaugural sur Mars. Un moment historique : pour la première fois, l'homme a fait voler, le 19 avril, un appareil motorisé sur une autre planète. Les responsables du projet ont comparé cet exploit au premier vol des frères Wright, sur Terre, en 1903. Ingenuity a décollé, est

monté à trois mètres de hauteur, a effectué un vol stationnaire d'environ trente secondes avant de se poser. Lors de la deuxième tentative, il devrait s'élever à cinq mètres et se déplacer horizontalement sur quelques mètres. Un aller-retour d'une cinquantaine de mètres est prévu au troisième vol. Deux vols supplémentaires pourraient être ajoutés au programme, plus audacieux encore, mais la durée de vie de l'engin hors de son cocon Perseverance est limitée à 30 « sols » (jours martiens), soit 31 jours terrestres.

INGENUITY DANS LA NUIT GLACIALE

Petit comme un drone, Ingenuity fonctionne plutôt comme un hélicoptère, avec ses deux pales superposées. Pour pouvoir voler sur Mars, où la pression atmosphérique est cent fois moindre que sur Terre, il a fallu concevoir un engin ultraléger (il pèse 1,8 kilo) et doté d'hélices qui tournent huit fois plus vite que celles d'un appareil équivalent conçu pour voler dans le ciel terrestre.

Après un mois de vie martienne commune avec Perseverance, Ingenuity a été largué par l'astromobile sur une surface plane, sa piste d'envol et d'atterrissage. « Depuis lors, l'hélicoptère n'est plus réchauffé par l'énergie de la pile nucléaire du rover, ajoute Vinciane Debaille. Pour ne pas trop se refroidir pendant les nuits martiennes glaciales, ce qui pourrait endommager son électronique, il puise dans l'énergie accumulée en journée par les batteries de ses panneaux solaires. Faire voler ce petit engin est un énorme défi technologique. Il faut envoyer en une fois des séquences d'instructions informatiques et le résultat n'est connu sur Terre que vingt-quatre heures plus tard. Si un bug survient, impossible d'intervenir immédiatement. » ▽

LES TROIS MISSIONS MARTIENNES DE 2021

La sonde **Mars 2020** de la Nasa a été lancée par une fusée Atlas V le 30 juillet 2020. Après avoir parcouru 472 millions de kilomètres en 203 jours, l'astromobile Perseverance a atterri en douceur, le 18 février, dans le cratère Jezero, un lac asséché de 45 kilomètres de diamètre. Températures moyennes sur le site : - 88 °C la nuit et - 23 °C l'après-midi. Le rover se trouve à 10 km du bord du cratère et à moins de 2 km d'un escarpement créé par les sédiments d'un ancien fleuve qui alimentait le lac. L'engin de plus d'une tonne est doté d'instruments scientifiques capables d'identifier les sites intéressants et d'effectuer une première analyse chimique. Il doit parcourir une quinzaine de kilomètres et recueillir des carottes de sol. Ces échantillons seront stockés dans des conteneurs, ramenés sur Terre en 2031. L'hélicoptère embarqué Ingenuity doit effectuer plusieurs vols pour tester les capacités d'un engin aérien dans l'atmosphère ténue de Mars. Coût de la mission de trois ans : près de 2,7 milliards de dollars.

La sonde **Al-Amal** (Hope) est entrée le 9 février en orbite elliptique autour de Mars. Partie de Terre depuis le site de lancement à Tanegashima, au Japon, le 19 juillet 2020, elle a atteint sa destination après un voyage de sept mois. C'est la première mission interplanétaire arabe, menée par les Emirats arabes unis. La phase scientifique durera deux ans. Objectif : fournir une image complète de la météo locale et des changements du climat martien en toutes saisons. Le sonde étudiera les gigantesques tempêtes de poussières de la planète rouge. Les instruments scientifiques devraient commencer à transmettre des informations en septembre prochain.

La sonde chinoise **Tianwen-1** a décollé de l'île d'Hainan le 23 juillet 2020, portée par une fusée lourde Longue Marche 5. Le 10 février 2021, après sept mois de transit, elle s'est mise en orbite autour de Mars. Depuis lors, elle étudie le site d'atterrissage visé. La Nasa et son homologue chinoise n'étant pas en bon termes, les Chinois ne disposent pas des cartes américaines et doivent réaliser leurs propres repérages. Les autorités chinoises sont avares d'informations sur la mission. Le largage de la capsule et son arrivée sur le sol martien sont prévus en mai ou en juin. Un rover de 240 kg doit explorer la surface de Mars pendant trois mois.