

Mars2020, le rover Perseverance s'est posé sur Mars

Léa Griton, chercheuse en postdoc à l'IRAP, Toulouse.

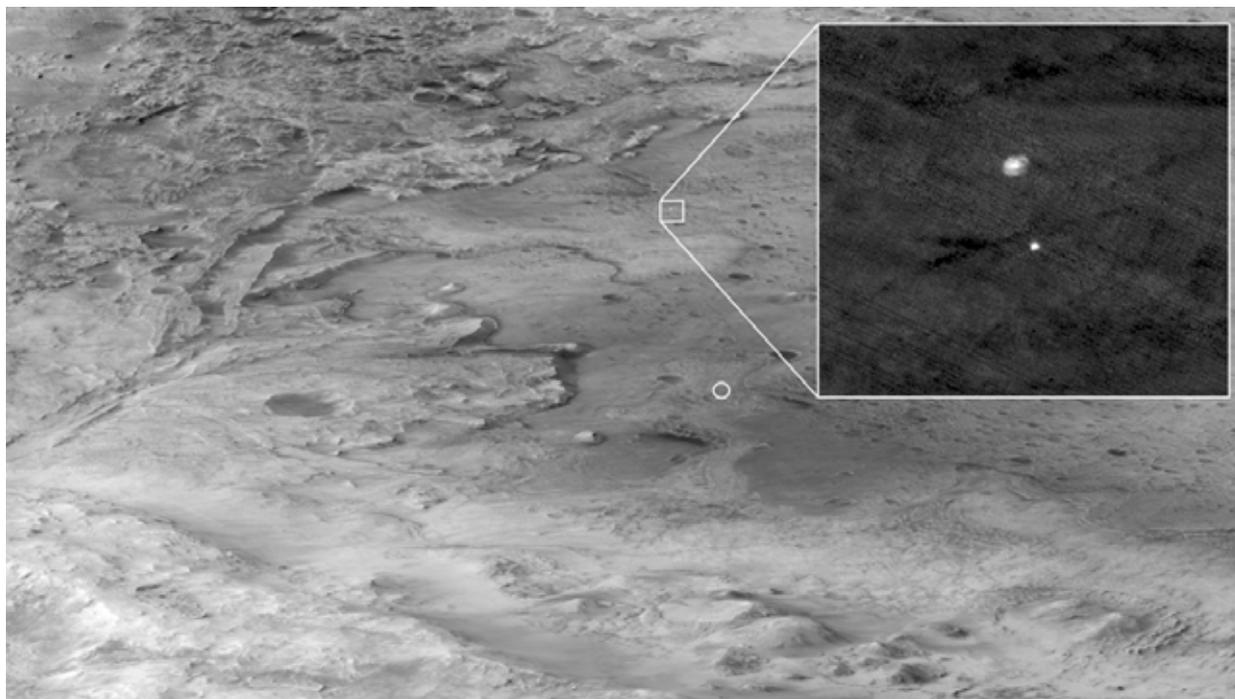


Image.1. Sur cette image déjà historique, on peut voir l'étage de descente du rover Perseverance de la NASA tomber à travers l'atmosphère martienne, son parachute traînant derrière lui, sur cette image prise le 18 février 2021 par la caméra HiRISE (High Resolution Imaging Experiment) à bord de l'orbiteur de reconnaissance de Mars. L'ancien delta de la rivière, qui est la cible de la mission Perseverance, peut être vu en entrant dans le cratère de Jezero depuis la gauche. Crédits : NASA/JPL-Caltech.

Le projet de la Nasa « *Mars2020* » a une mission bien définie : il s'agit de prélever des échantillons du sol martien, de les analyser et de les stocker sur Mars, afin qu'une future mission puisse venir les chercher et les rapporter sur Terre. Le rover *Perseverance*, dont le nom a été choisi par un collégien lors d'un concours organisé par la Nasa, a parcouru 480 millions de kilomètres en sept mois, à bord de la sonde spatiale qui le protège depuis le lancement, le 30 juillet 2020, de Cap Canaveral en Floride (États-Unis).

Mars2020 doit atteindre quatre objectifs : un objectif astrobiologique, un objectif géologique, puis les troisième et quatrième objectifs qui relèvent davantage du défi technologique. Le rover va en effet assurer le prélèvement d'échantillons, mais aussi leur stockage en divers sites stratégiques pour une future mission de retour d'échantillons vers la Terre. La mission *Mars2020* embarque aussi des instruments et un petit hélicoptère, *Ingenuity* (dont le nom a été choisi par une lycéenne, toujours après un concours

organisé par la Nasa) afin de démontrer la faisabilité de certaines technologies et de mieux connaître la météo martienne, cette fois-ci en vue d'une mission habitée sur la planète rouge.

L'atterrissage, le 18 février 2021, était en soi une aventure technologique internationale, extrêmement périlleuse, qui repousse toujours plus loin le désir d'exploration de l'humanité.

Pesant un peu plus d'une tonne, *Perseverance* ressemble beaucoup à son prédécesseur, le désormais célèbre *Curiosity*, dont la masse n'est que de 899 kilos (et qui est toujours en activité, après plus de 3 000 jours terrestres de bons et loyaux services). C'est le plus gros rover jamais envoyé sur Mars, vingt-quatre ans après le premier rover martien qui faisait la taille d'un four micro-onde. *Perseverance* s'inscrit donc dans la tradition des missions martiennes de la Nasa tout en étant délibérément une étape préparatoire de missions qui ne sont pas encore sélectionnées.

Mars2020, atterrissage ! Crédits : NASA/JPL-Caltech



Image.2. Éclaté de la sonde, montrant les différents éléments qui ont joué un rôle pendant l'atterrissage du rover Perseverance, que l'on voit ici roues repliées.

Le véhicule de croisière (en haut de l'éclaté ci-dessus) s'est détaché en premier, 10 minutes avant le « touch down ». C'était lui qui communiquait avec la Terre pendant la croisière, ajustant sa trajectoire en se repérant par rapport aux étoiles. Dans les derniers jours avant l'atterrissage, sa trajectoire a été analysée avec un haut degré de précision et les procédures pour l'atterrissage sont actualisées au fur et à mesure : le site d'atterrissage était beaucoup plus précis que lors des missions précédentes, il ne fallait absolument pas atterrir dans un cratère voisin ! Ensuite, le véhicule de rentrée atmosphérique, équipé d'une antenne et surtout d'un parachute, a pris le relais. Il a déployé le parachute à environ 10 km d'altitude, 240 s après le début de la rentrée atmosphérique. Le bouclier thermique avant (tout en bas de l'éclaté ci-dessus), a été largué 20 secondes plus tard. Le véhicule de rentrée a pu alors utiliser un radar et un système optique pour repérer le meilleur site d'atterrissage possible. Une minute plus tard, à 2 000 mètres d'altitude, le véhicule de rentrée a été à son tour largué par l'étage de descente. Cet étage-là était équipé de moteurs qui permettent de réduire la vitesse verticale à 20 mètres par seconde (au lieu d'environ 400 m/s au moment du largage de l'étage d'entrée), et d'annuler la vitesse horizontale. La descente propulsée a permis de choisir le site d'atterrissage avec une grande précision, puis de réaliser un atterrissage tout en douceur du rover, qui a été descendu par câbles jusqu'à la surface.



Image.3. Cette image exceptionnelle fait partie du film effectué par l'étage de descente de la mission Mars2020 le 18 février dernier. À 21 mètres au-dessus du sol à vitesse verticale descendante constante de 75 cm par seconde, le rover a été descendu au bout de trois câbles de 7,50 m de long, tout en déployant ses roues. Crédits : NASA/JPL-Caltech.

Des traces de vie martiennes ?

Du choix du site d'atterrissage jusqu'aux performances de ses instruments, *Perseverance* doit d'abord répondre à la question : y a-t-il jamais eu de la vie sur Mars ? Le choix du site d'atterrissage, d'abord : *Perseverance* se posera dans le cratère de Jezero, situé à l'extrémité ouest d'Isidis Planitia, un bassin d'impact géant juste au nord de l'équateur martien. C'est un endroit où il y a un fort potentiel pour trouver des signes fossilisés de vie ancienne. On y trouve aussi certains des paysages les plus anciens et les plus intéressants scientifiquement sur Mars. On pense en effet que le cratère de 45 km de large a abrité un lac il y a 3,5 milliards d'années – le mot « Jezero » signifie « lac » dans plusieurs langues slaves – ainsi qu'un ancien delta de rivière, que l'on devine sur les images de Mars prises depuis l'espace.



Image.4. Capture d'écran de l'outil mis en place par la Nasa pour visiter le site d'atterrissage de Mars2020 dans le cratère Jezero à partir d'images satellites. On y voit la vallée et le « delta » où de l'eau a pu couler il y a des millions d'années.

Cet ensemble lac-delta aurait pu recueillir et préserver d'anciennes molécules organiques et d'autres signes potentiels de vie microbienne dans l'eau et les sédiments qui se sont écoulés dans le cratère il y a des milliards d'années.

Les instruments, ensuite : une des grandes nouveautés par rapport aux suites instrumentales de *Curiosity* s'appelle *SHERLOC* (« Scanning Habitable Environments with Raman & Luminescence for Organics & Chemicals») et détecte les molécules organiques et les minéraux. En effet, la présence de molécules organiques sera déterminante pour sélectionner les échantillons qui voyageront peut-être un jour vers la Terre.

Il faut aussi connaître l'environnement minéral des échantillons pour comprendre le contexte dans lequel les traces de vie ont pu apparaître et se développer. *SHERLOC* utilise un laser ultraviolet pour scruter la surface. Ce laser, en interagissant avec le sol martien, émettra une lumière subtilement différente selon les matières organiques et minérales présentes.

L'instrument dispose également d'une caméra qui permet de prendre des images microscopiques des grains de roche et des textures de surface autour de l'échantillon analysé, toujours pour pouvoir connaître au mieux l'environnement des échantillons.

Les roches passées au laser fin

L'analyse des roches et des paysages n'est pourtant pas en reste. L'aspect géologique de cette expédition est le deuxième objectif par ordre de priorité. Les caméras sont plus complémentaires et plus performantes encore que sur *Curiosity*, avec notamment, pour la première fois, des caméras couleur !

« SuperCam bénéficie bien sûr d'une étroite filiation avec ChemCam sur *Curiosity* » indique Pernelle Bernardi, ingénieure de recherche CNRS, au Laboratoire d'Études Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique (LESIA) de l'Observatoire de Paris, et qui a reçu la médaille de Cristal 2020 du CNRS : « nous avons repris le principe de la spectroscopie LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) qui permet d'analyser la composition chimique des roches et une caméra (couleur cette fois-ci) pour faire des images de contexte. Mais nous avons ajouté deux autres techniques pour étudier la minéralogie des sols et étudier l'atmosphère : les spectroscopies Raman et infrarouge. Nous avons également ajouté un microphone qui permettra d'écouter l'onde de choc émise par le plasma LIBS, les vents martiens et les sons émis par le rover (rotations du mât, roues et freins, les autres instruments...) ».

SuperCam, qui succède à ChemCam, est donc plus complexe que son prédécesseur et va ainsi recueillir des informations complémentaires.

Le grand public et les élèves sur Mars

Après le succès de *Curiosity* (4,5 millions d'abonnés sur Twitter, trois fois plus que Buzz Aldrin), *Perseverance* est avant tout le rover du public.

La Nasa a mis en place des moyens faramineux pour l'associer à cette mission : le rover nommé par un collégien et l'hélicoptère par une lycéenne, la réservation de « tickets pour Mars » à votre nom, stockés sur une carte mémoire à bord du rover, des outils en ligne pour suivre le voyage de la sonde dans le milieu interplanétaire, avec sa vitesse en temps réel (le TGV n'a qu'à bien se tenir, on parlait de vitesses supérieures à 80 000 km/h !), dispositif impressionnant pour suivre l'atterrissage en direct !

Mais surtout, deux instruments sur sept sont entièrement consacrés à la préparation d'un vol habité. *MEDA* est une station météorologique complète, afin de connaître au mieux les conditions météorologiques au fil du temps, et en particulier des saisons.

MOXIE est un instrument conçu pour produire de l'oxygène à partir du CO₂ martien. Le but n'est pas de terraformer la planète rouge, mais de pouvoir produire de l'oxygène sur place pour pouvoir éventuellement faire le plein sur Mars pour un « lanceur retour » vers la Terre.

L'instrument *SHERLOC* emporte avec lui des échantillons de combinaisons d'astronaute afin de tester leur résistance à l'environnement martien ! *Mars2020* prépare ainsi le premier pas d'une femme ou d'un homme sur une autre planète.



Image.5. La très attendue première image de la surface envoyée par une caméra de contrôle à bord du rover *Perseverance* est arrivée peu après 22 h sur Terre, devant les millions de personnes qui ont suivi l'atterrissage sur l'un des nombreux « live » organisés, notamment celui de la Nasa. Crédits : NASA/JPL-Caltech.