

PERSEVERANCE SUR MARS

DERNIÈRES NOUVELLES

Agnès Cousin, astronome adjoint à l'IRAP, Toulouse

En février de cette année le robot Perseverance a rejoint son petit frère Curiosity sur Mars.

L'auteure nous décrit la vie de celui-ci durant les premiers sols.

Contexte

Le robot Perseverance, de la mission « Mars2020 », s'est posé le 18 février 2021 dans le cratère Jezero sur Mars. Large de 45 km, le cratère Jezero se trouve sur le bord ouest de la Planitia Isidis, un bassin d'impact géant situé juste au nord de l'équateur martien. Il y a 3,5 milliards d'années, le cratère avait son propre delta fluvial et était rempli d'eau. Le rover a pour but d'étudier les roches et les sédiments de l'ancien lit de lac et du delta fluvial de Jezero afin de caractériser la géologie et le climat passé de la région, mais une partie fondamentale de sa mission est l'astrobiologie, notamment la recherche de signes de vie microbienne ancienne.

Perseverance est équipé non seulement de sept instruments scientifiques, mais aussi du plus grand nombre de caméras jamais envoyées sur Mars, et également d'un système complexe de collecte d'échantillons (c'est le premier de ce type envoyé dans l'espace). Perseverance est donc très bien équipé pour parcourir la région de Jezero à la recherche de vestiges fossilisés d'une ancienne vie martienne microscopique, en prélevant des échantillons en cours de route. La mission du rover Perseverance marque une première étape ambitieuse dans l'effort visant à collecter des échantillons de Mars et à les ramener sur Terre. À cette fin, la campagne Mars Sample Return, planifiée par la NASA et l'ESA (Agence spatiale européenne), permettra aux scientifiques sur Terre d'étudier les échantillons collectés par Perseverance afin de rechercher des signes définitifs de vie passée à l'aide d'instruments trop grands et trop complexes pour être envoyés sur la planète rouge.

Le site d'atterrissage a été baptisé en l'honneur de la défunte auteure de science-fiction Octavia E. Butler. Cette auteure révolutionnaire, originaire de Pasadena, en Californie, a été la première femme afro-américaine à remporter à la fois le prix Hugo et le prix Nebula, et elle a été la première auteure de science-fiction à recevoir une bourse MacArthur. L'endroit où Perseverance a commencé sa mission sur Mars porte désormais le nom d'« Octavia E. Butler Landing ». Les atterrissages sur Mars sont toujours risqués, mais la

NASA a réussi une fois encore son pari. Non seulement l'atterrissage fut réussi, mais en plus des caméras étaient montées sur plusieurs parties de la sonde (au-dessus et au-dessous du robot et du sky crane), permettant de faire un film remarquable (en couleur !) de cet atterrissage.

Aperçu de la phase de tests, trois premiers mois

Dès son atterrissage, Persévérance a pris une image, montrant qu'il avait atterri sain et sauf (figure 1).

Le premier jour sur Mars (jour martien : sol 1), Perseverance a débuté sa phase de recette, en testant chaque instrument, sous-système et sous-programme. Une des premières activités a été de déplier le mât. La phase de test a duré près de trois mois. Une particularité de cette phase concerne le rythme de travail : les ingénieurs et les scientifiques de la mission ont vécu aux horaires martiens, afin de recevoir toutes les données nécessaires avant de planifier de nouveaux tests. La durée d'une journée martienne étant de 24 h 40 min, les horaires de travail se décalaient donc tous les jours ! Nous étions sur Mars !

Le 20 février (sol 2), un premier panorama du site d'atterrissage a été pris par le robot, grâce aux caméras de navigation (NavCams) qui sont situées sur le mât. Le 21 février (sol 3), Perseverance a de nouveau fait pivoter son mât de 360 degrés, afin d'acquérir un panorama haute résolution grâce à l'instrument Mastcam-Z, également situé sur le mât du robot.

Le 2 mars (sol 12) une autre étape importante a été testée : le bras robotique de 2 m de long a été déployé pour la première fois, pendant deux heures. Aucune des cinq autres articulations du robot n'a fléchi, validant ainsi ce test fondamental pour la suite de l'exploration.

Ensuite, le 4 mars (sol 14), Perseverance a effectué son premier déplacement, parcourant 6,5 mètres sur le paysage martien lors d'un test de mobilité.

Durant cette phase de test, un autre objectif était de trouver un endroit relativement plat et sans gros affleurement de



Fig.1. Première image couleur haute résolution renvoyée par les caméras Hazcams situées sous le rover martien Perseverance après son atterrissage le 18 février 2021. Crédit : NASA/JPL-Caltech.

roches afin de libérer le drone Ingenuity (1,8 kg) qui était attaché au ventre du robot. Les équipes ont alors exploité le panorama haute résolution, ainsi que les images satellites, afin de planifier les différentes étapes nécessaires pour libérer puis tester le drone.

Le 21 mars (sol 30), le rover a déployé le bouclier antidébris en graphite composite qui protégeait Ingenuity pendant l'atterrissage. Ensuite, le rover s'est déplacé afin d'arriver à l'endroit sélectionné comme étant le plus plat, et donc le plus simple pour libérer le drone et y effectuer la première campagne de vols.

Une fois Ingenuity déployé, Perseverance a pris un selfie avec lui le 6 avril (sol 46), situés à 4 m d'un de l'autre ! Perseverance a capturé cette image (figure 2) à l'aide d'une caméra appelée WATSON (Wide Angle Topographic Sensor for Operations and eNginEering), qui fait partie de l'instrument SHERLOC (Scanning Habitable Environments with Raman and Luminescence for Organics and Chemicals), situé à l'extrémité

du bras robotique du rover. Le selfie de Perseverance avec Ingenuity a été assemblé à partir de 62 images individuelles prises lorsque le rover regardait l'hélicoptère, puis lorsqu'il regardait la caméra WATSON.

Fig.2. Selfie de Curiosity avec Ingenuity, pris par la caméra Watson, située au bout du bras du robot. Crédit: NASA/JPL-Caltech/MSSS.



Le 20 avril (sol 60), un autre test très attendu a été également effectué : l'utilisation de l'instrument expérimental MOXIE (Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment). Cet instrument pourrait ouvrir la voie à la science-fiction : fournir un jour de l'air respirable aux astronautes eux-mêmes. Après une période

de réchauffement de deux heures, MOXIE a commencé à produire de l'oxygène à un taux de six grammes par heure, ce qui est suffisant pour maintenir un astronaute en bonne santé pendant environ dix minutes d'activité normale.



Fig.3. Panorama MastCam des roches autour du robot (« Working site ») Crédit : NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS.

Paysages

Les paysages rencontrés sur le site d'atterrissage sont magnifiques et riches en diversité, montrant des roches relativement plates et claires (appelées « Pavers »), alors que d'autres sont plus en relief et plus sombres (figure 3).

Dans le paysage plus lointain, des gros blocs sombres sont également observables, avec quelques dépôts éoliens. Encore au loin, il est possible d'imager le delta, lieu vers lequel le robot se dirigera d'ici peu. Des images très détaillées des buttes témoins ont également été acquises, mettant en évidence certains environnements de dépôts.

Actuellement, les scientifiques ont une question en tête : les roches observées en place sont-elles sédimentaires (formées au fond du lac par exemple) ou ignées (formées par l'activité volcanique) ? Chaque type de roche raconte une histoire différente.

De plus, certaines roches sédimentaires seront mieux adaptées à la préservation des biosignatures, c'est-à-dire des signes de vie passée. Les roches ignées, quant à elles, sont des horloges géologiques plus précises qui permettent aux scientifiques de créer une chronologie exacte de la formation d'une région. Mais leur distinction n'est pas toujours évidente, et il faut accumuler plusieurs indices, et donc plusieurs analyses afin de pouvoir mettre en avant la meilleure réponse.

Première campagne scientifique

Le 1er juin (sol 100), Perseverance a débuté la phase scientifique à proprement parler de sa mission en quittant le site d'atterrissage Octavia E. Butler, pour se diriger vers le sud. Le rover explore deux unités géologiques uniques dans lesquelles se trouvent les couches les plus profondes (et les plus anciennes) de la roche exposée de Jezero et d'autres caractéristiques géologiques intrigantes. La première unité, appelée « Crater Floor Fractured Rough », est le plancher du cratère de Jezero. L'unité adjacente, appelée « Séítah » (qui signifie « au milieu du sable » en langue navajo), comporte sa part de substratum martien, mais aussi des crêtes, des roches stratifiées et des dunes de sable.

L'objectif de la campagne est de déterminer quels sont les quatre endroits de ces unités qui racontent le mieux l'histoire de l'environnement et de l'histoire géologique du cratère Jezero (figure 4).

Le 6 août dernier, Persévérance a réalisé son premier carottage ! Celui-ci a été réalisé sur une roche type « paver », appelée Roubion. Le forage fait 2,7 cm de diamètre, pour au moins 6 cm de profondeur. L'échantillon prélevé, quant à lui, fait 1,3 cm de diamètre pour 6 cm de profondeur. Il a été mis dans un tube, puis scellé. Cependant, l'équipe investigate en détail car la quantité de matière recueillie semble plus faible que prévue.

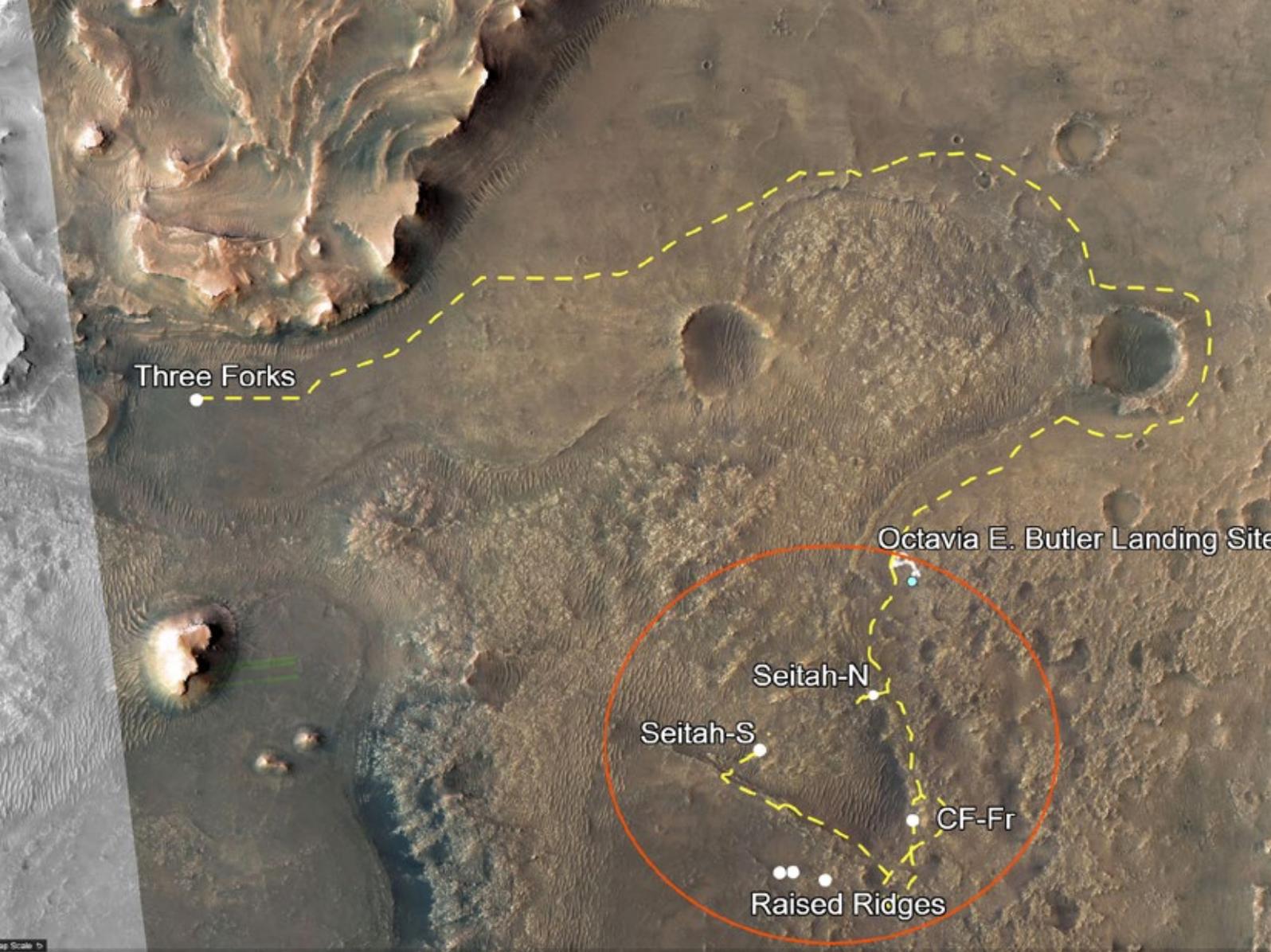


Fig.4. Image annotée du cratère Jezero montrant les itinéraires de la première campagne scientifique de Perseverance (cercle rouge) ainsi que de sa seconde campagne à venir (tirets jaune clair). Crédits : NASA/JPL-Caltech/Université d'Arizona.

Et comment va SuperCam ?

Persévérance bénéficie de l'instrument SuperCam, qui est la contribution française de la mission. L'instrument est un héritage de ChemCam à bord de Curiosity, et de la même manière il utilise la technique du LIBS (Laser-Induced Breakdown Spectroscopy) pour analyser la composition élémentaire des roches et des sols de Mars. Mais SuperCam est un couteau suisse de la planétologie ! En plus de la technique du LIBS, il possède un imageur couleur d'ultra haute résolution, et deux techniques permettant d'accéder à la composition minéralogique des roches : la technique du Raman et celle de l'infra-rouge. De plus, SuperCam possède un microphone, afin de faire de la science atmosphérique mais également pour accéder à certains paramètres physiques des roches analysées au LIBS, comme leur dureté par exemple.

Depuis l'atterrissage, de nombreuses images prises à longues distances (plusieurs kilomètres) ont été acquises pour observer les flancs du delta, ainsi que pour aider le projet à la priorisation des objectifs scientifiques.

La première cible analysée par SuperCam s'appelle

Maaz. Il s'agit d'une roche claire et plate, étudiée par la technique du LIBS. Les cibles analysées jusque-là, au site d'atterrissage montrent des compositions variables, allant d'une composante riche en fer et magnésium, vers une composition riche en silicium, aluminium et alcalins.

SuperCam est utilisé chaque sol quand le robot peut dérouler des activités scientifiques. Aujourd'hui, au sol 167, SuperCam a analysé plus de 150 cibles avec au moins une de ces 5 techniques (imageur, LIBS, Raman, VISIR, microphone).