



Nouvelles de Mars

Tempêtes martiennes

Basé sur un communiqué CU Boulder

Les astronomes commencent à démêler les facteurs qui déclenchent des tempêtes de poussière majeures sur Mars – des événements météorologiques qui engloutissent parfois la planète entière. Il semble que des journées relativement chaudes et ensoleillées peuvent aider à les déclencher.

Ces résultats sont un premier pas vers la prévision des conditions météorologiques extrêmes sur Mars, tout comme le font les scientifiques sur Terre.

Les tempêtes de poussière ont un effet significatif sur les rovers et les atterrisseurs martiens, sans parler de ce qui se passera lors des futures missions habitées vers Mars. Cette poussière est très légère et colle à tout.

Pour cette étude les chercheurs se sont appuyés sur huit années martiennes – une année sur Mars dure 687 jours terrestres – d’observations par le MRO (Mars Reconnaissance Orbiter). Ils ont identifié des conditions météorologiques qui pourraient être à l’origine d’environ deux tiers des principales tempêtes de poussière sur Mars.

Beaucoup commencent par de petites tempêtes autour des calottes polaires, généralement au cours de la seconde moitié de l’année

*Mars, avant et pendant une tempête de sable en 2021.
(NASA/JPL/MSSS)*

martienne. Ces tempêtes peuvent croître à un rythme effréné, se dirigeant vers l’équateur jusqu’à couvrir des millions de kilomètres carrés ; elles durent des jours.

L’atmosphère de Mars est beaucoup plus ténue que celle de la Terre, de sorte que les tempêtes n’ont guère de force, mais elles peuvent toujours causer des problèmes, comme recouvrir des panneaux solaires, ou grenailier les astronautes et leur équipement.

Deux tiers des tempêtes majeures ont été précédées d’une forte augmentation des températures de surface. Des phénomènes similaires déclenchent des tempêtes sur Terre : de l’air chaud près du sol peut s’élever dans l’atmosphère, formant souvent des nuages imposants annonciateurs de pluie.

On peut penser que sous les conditions martiennes, l’air chaud monte et peut emporter la poussière.

Les scientifiques rassemblent les observations des dernières années pour continuer à explorer ces conditions météorologiques explosives. Ils aimeraient bien sûr bénéficier de données en temps réel pour mieux anticiper les tempêtes sur la Planète rouge.

Climat martien

Basé sur un communiqué University of Houston

Une autre étude concerne également les tempêtes de poussière martiennes et plus généralement le climat et la météo de la Planète rouge. Elle fournit également des informations cruciales sur les processus atmosphériques de la Terre.

Cette recherche a généré le tout premier « profil méridien » du bilan énergétique radiatif de Mars, ou REB (radiant energy budget), qui représente l'équilibre ou le déséquilibre entre l'énergie solaire absorbée et l'énergie thermique émise, à toutes les latitudes. À l'échelle globale, un excédent d'énergie conduit au réchauffement climatique, tandis qu'un déficit entraîne un refroidissement global. Le profil méridien du REB de Mars

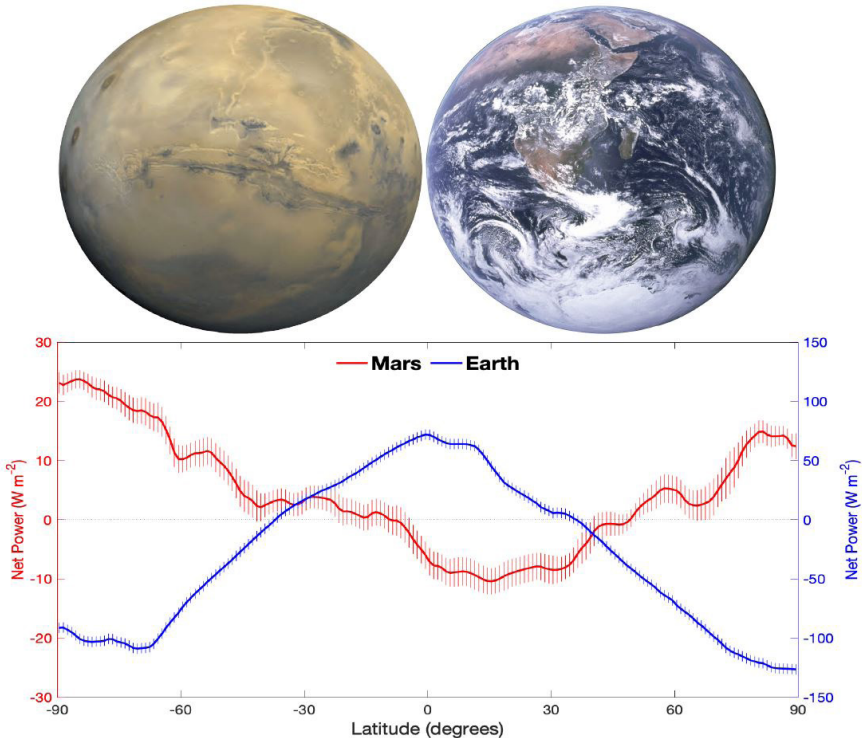
influence fondamentalement les conditions météorologiques et climatiques de la planète.

La compréhension du climat et de la circulation atmosphérique à grande échelle de la Terre repose en grande partie sur les profils REB. Par conséquent, le fait de connaître ce profil pour Mars permet des comparaisons climatologiques essentielles et pose les bases de la météorologie martienne.

Le profil, basé sur des observations à long terme effectuées par des sondes spatiales en orbite, offre une comparaison détaillée du REB de Mars avec celui de la Terre, révélant des différences frappantes dans la façon dont chaque planète reçoit et rayonne de l'énergie. Alors que la Terre présente un excédent

Comparaison des REB de Mars et de la Terre.

(L. Guan et al, AGU Advances, 2024)



d'énergie dans les régions tropicales et un déficit dans les régions polaires, Mars montre la configuration opposée.

Sur Terre, l'excédent d'énergie tropicale entraîne un réchauffement et un mouvement atmosphérique ascendant, tandis que le déficit énergétique polaire provoque un refroidissement et un mouvement atmosphérique descendant. Ces mouvements influencent considérablement la météo et le climat de notre planète.

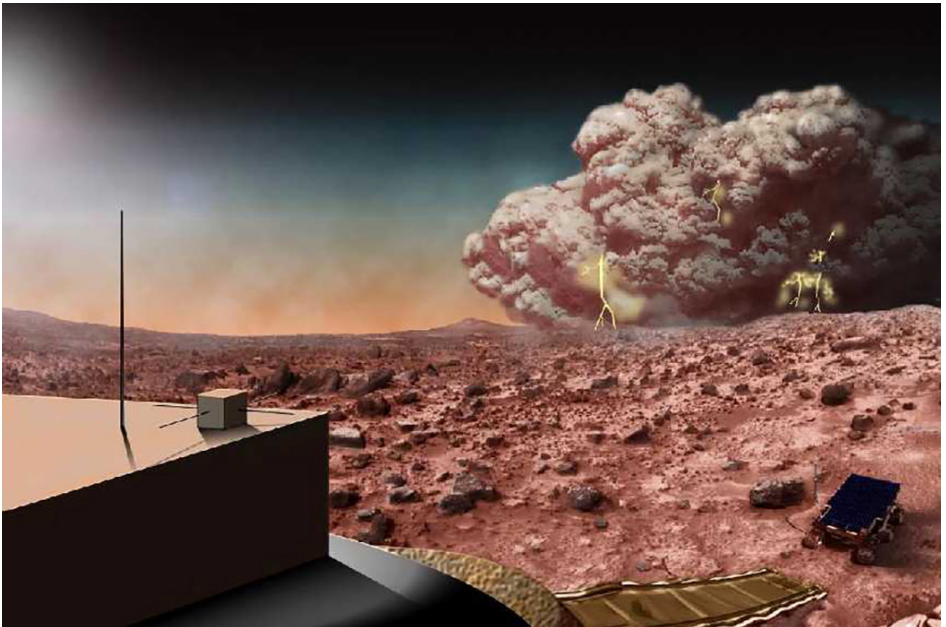
Mars, quant à elle, a un excédent d'énergie polaire et un déficit énergétique tropical. Cet excédent est particulièrement prononcé dans l'hémisphère sud au printemps. Cela joue un rôle essentiel dans la circulation atmosphérique de la planète et le déclenchement de tempêtes de poussière globales, la caractéristique la plus marquante du climat martien. Ces tempêtes massives, qui peuvent envelopper la planète entière, modifient considérablement la distribution de l'énergie, fournissant un élément dynamique qui affecte les conditions météorologiques et le climat de Mars.

L'interaction entre les tempêtes de poussière et le REB, ainsi qu'avec la dynamique de la glace polaire, met en lumière les processus de rétroaction complexes qui façonnent probablement les modèles météorologiques martiens et la stabilité climatique à long terme.

Un déséquilibre énergétique de la Terre à l'échelle mondiale a récemment été découvert, contribuant de manière significative au réchauffement climatique, à une ampleur comparable à celle causée par l'augmentation des gaz à effet de serre. Mars présente un environnement particulier en raison de son atmosphère plus ténue et de l'absence d'effets anthropiques. Les chercheurs examinent maintenant les déséquilibres énergétiques potentiels à long terme sur Mars et leurs implications pour l'évolution du climat de la planète.

La différence de REB entre les deux planètes est fascinante et mérite une surveillance continue qui devrait approfondir notre compréhension de la dynamique climatique de Mars.

*Vue d'artiste d'une tempête martienne.
(NASA)*



Perseverance sur la crête du cratère Jezero

Basé sur un communiqué NASA/JPL

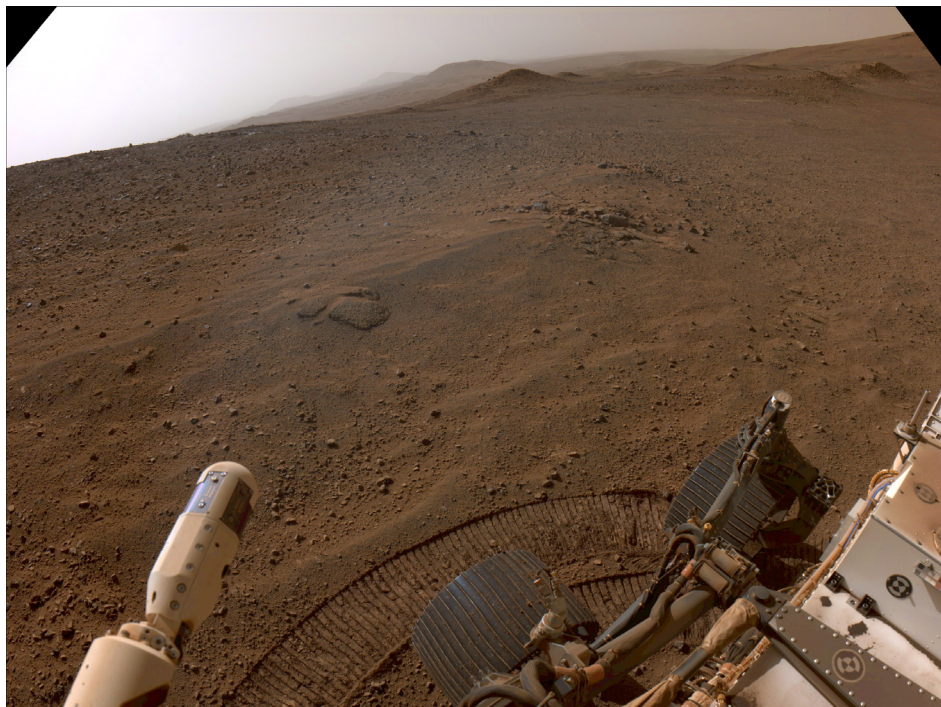
Après plusieurs mois d'ascension (voir *Le Ciel* de janvier, p. 8), le rover martien Perseverance a atteint le sommet du cratère Jezero, à un endroit que l'équipe scientifique surnomme adéquatement « Lookout Hill ». En trois mois et demi, le rover a gravi 500 mètres de dénivelé et a franchi des pentes à 20 %, en effectuant des arrêts à des endroits stratégiques pour des observations scientifiques.

Au cours de l'ascension, le rover et ses pilotes ont rencontré les terrains parmi les plus difficiles depuis l'atterrissage en février 2021. Il a fallu développer des approches innovantes – comme se déplacer à reculons – pour surmonter ces défis. Perseverance est prêt

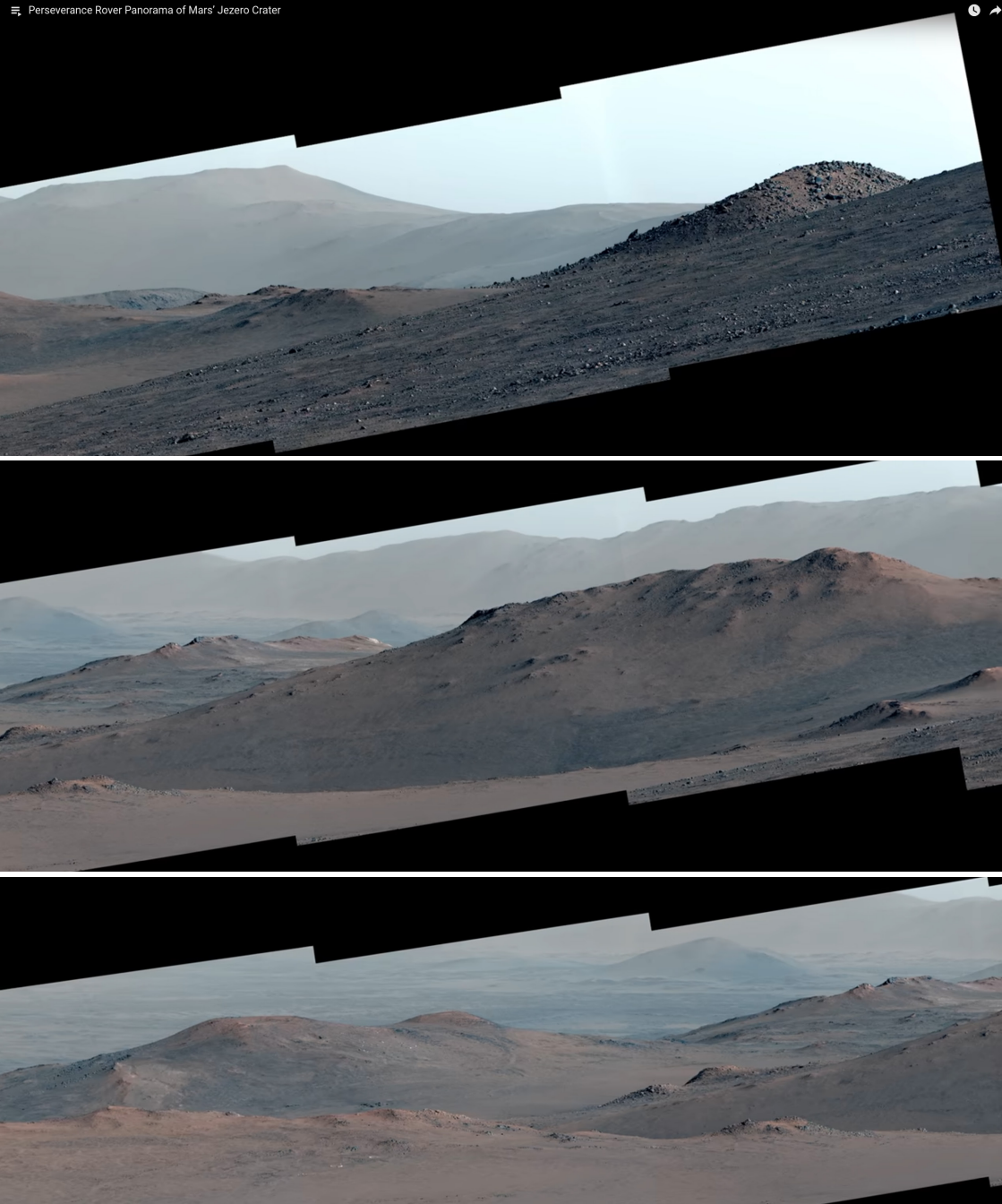
à affronter ceux que les chercheurs lui lancent dans cette nouvelle campagne scientifique.

Jusqu'à présent, Perseverance a réalisé quatre campagnes scientifiques : « Crater Floor », « Fan Front », « Upper Fan » et « Margin Unit ». La campagne qui commence est « Northern Rim », désignée ainsi car son itinéraire couvre la partie nord de la section sud-ouest du rebord de Jezero. Au cours de la première année de la campagne Northern Rim, le rover devrait visiter jusqu'à quatre sites d'intérêt géologique, prélever plusieurs échantillons et parcourir 6,4 kilomètres. Perseverance explore une géologie

Première vue prise par Perseverance depuis Lookout Hill, au bord du cratère Jezero, le 10 décembre (sol 1354 de la mission). La caméra de navigation est dirigée vers l'ouest. (NASA/JPL-Caltech)



☰ Perseverance Rover Panorama of Mars' Jezero Crater



◀ **Page précédente :**
Parties d'un panorama capturé
par le rover martien Perseverance,
montrant la pente abrupte du terrain
menant au bord du cratère Jezero.
Le système de caméra Mastcam-Z du
rover a pris les images qui composent
cette vue le 5 décembre.
(NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS)

▼ **Le terrain glissant affronté par**
Perseverance durant son ascension
montre les marques des roues.
(NASA/JPL-Caltech)

fondamentalement nouvelle, passant des roches qui remplissaient partiellement le cratère Jezero lorsqu'il s'est formé, aux roches projetées des profondeurs de Mars par un impact massif, il y a environ 3,9 milliards d'années. Ces morceaux de la croûte martienne primitive comptent parmi les plus anciennes roches trouvées dans le Système solaire. Leur étude pourrait nous aider à comprendre à quoi Mars – et notre propre planète – pouvaient ressembler à l'origine.

Avec Lookout Hill derrière elle, Perseverance se dirige sur l'autre versant, vers un affleurement rocheux d'importance scientifique, distant de 450 mètres, « Witch Hazel Hill ».

La campagne démarre en fanfare, car Witch Hazel Hill représente plus de 100 mètres d'affleurements stratifiés, où chaque couche est comme une page du livre de l'histoire mar-



tienne. En descendant la colline, on remonte dans le temps et on peut étudier les anciens environnements de Mars enregistrés dans le bord du cratère. Ensuite, après une descente raide, le rover se dirigera vers le « Lac de Charmes », 3 km plus au sud.

Le lac de Charmes intéresse beaucoup les scientifiques car, étant situé dans les plaines au-delà du rebord, il est moins susceptible d'avoir été significativement affecté par la formation du cratère Jezero.

Après avoir quitté le lac de Charmes, le rover parcourra environ 1,6 km pour revenir au bord du cratère et étudier un impressionnant affleurement de gros blocs, des « mégabèches ». Ces blocs pourraient représenter un ancien substrat rocheux fracassé par l'impact

Position de Perseverance le 4 décembre 2024, 134^e jour martien, ou sol, de la mission. En bleu, l'itinéraire proposé pour la cinquiesme campagne scientifique de la mission, baptisée Northern Rim, au cours des prochaines années. (NASA/JPL-Caltech/ESA/University of Arizona)

d'Isidis, un événement extrême qui a probablement altéré la planète et creusé profondément dans la croûte martienne en créant un bassin d'impact de quelque 1 200 km de large, il y a 3,9 milliards d'années.

Rappelons que l'un des objectifs principaux de la mission Perseverance sur Mars est l'astrobiologie, notamment la mise en cache d'échantillons susceptibles de contenir des signes de vie microbienne ancienne. Le rover doit caractériser la géologie et le climat passé de la planète afin d'ouvrir la voie à l'exploration humaine de la Planète rouge.

Le programme de retour d'échantillons de Mars de la NASA, en coopération avec l'ESA (Agence spatiale européenne), devrait envoyer des vaisseaux spatiaux sur Mars pour collecter ces échantillons scellés à la surface et les ramener sur Terre pour une analyse approfondie.



InSight

Basé sur un communiqué NASA/JPL

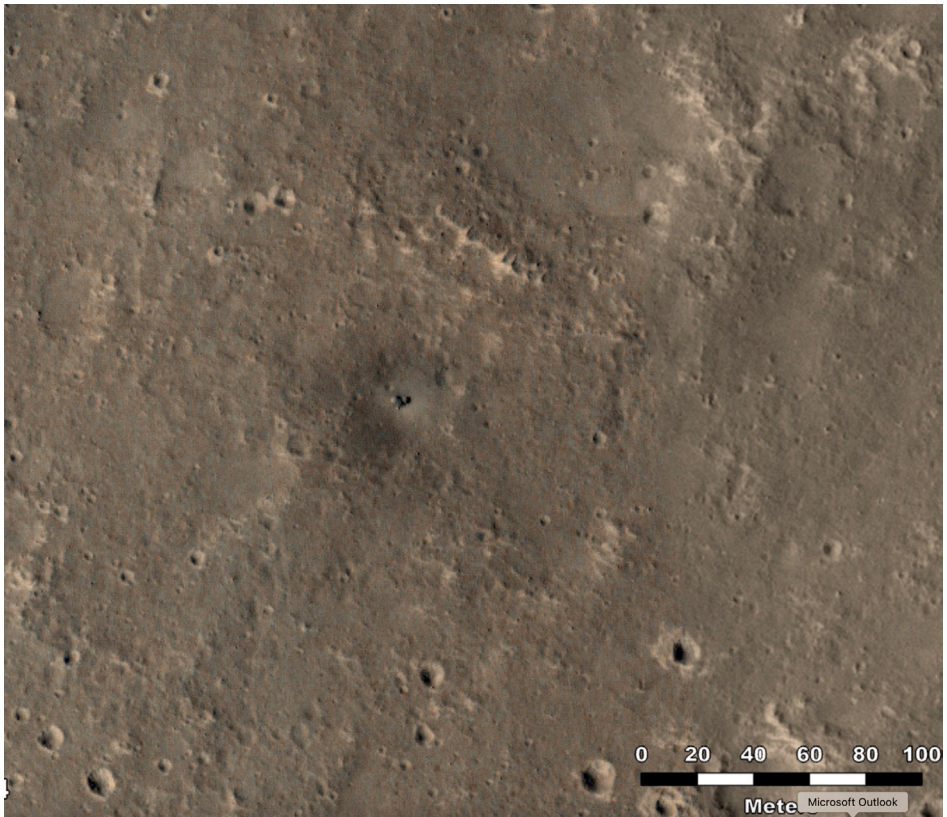
La NASA publie de nouvelles images de l'atterrisseur InSight prises par la sonde MRO (Mars Reconnaissance Orbiter).

InSight a pris sa retraite en décembre 2022, après être tombé en panne d'énergie et avoir cessé de communiquer avec la Terre. Mais les ingénieurs sont restés à l'écoute de l'atterrisseur au cas où le vent éliminerait suffisamment de poussière des panneaux solaires pour que ses batteries se rechargent. N'ayant détecté aucun changement au cours des deux dernières années, la NASA a décidé de cesser cette veille.

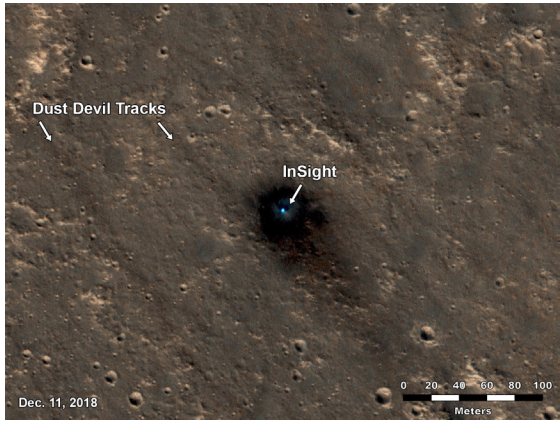
En guise d'adieu, les scientifiques ont demandé une nouvelle image par la caméra HiRISE (High-Resolution Imaging Science Experiment) du MRO.

Ces images prises depuis l'espace montrent comment la poussière sur et autour d'InSight évolue au fil du temps – des informations qui peuvent aider les scientifiques à en apprendre davantage sur la Planète rouge.

Visible au centre de l'image, l'atterrisseur martien InSight capturé par le Mars Reconnaissance Orbiter à l'aide de sa caméra High-Resolution Image Science Experiment (HiRISE) le 23 octobre 2024. (NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)



*L'atterrisseur InSight acquiert la même teinte brunâtre que le reste de la planète dans un ensemble d'images prises par la caméra InSight du MRO entre 2018 et 2024.
(NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)*



Sur la nouvelle image prise le 23 octobre, les panneaux solaires d'InSight ont acquis la même teinte brun rougeâtre que leur environnement.

Après son atterrissage en novembre 2018, InSight avait été le premier à détecter les tremblements de terre de Mars, révélant ainsi des détails sur la croûte, le manteau et le noyau. Au cours des quatre années de collecte de données, les ingénieurs ont utilisé les images des caméras d'InSight et de HiRISE du MRO pour estimer la quantité de poussière qui se déposait sur les panneaux solaires de l'atterrisseur stationnaire, car la poussière affectait sa capacité à produire de l'énergie.

Ainsi, même si InSight ne parle plus, il continue à nous apprendre quelque chose sur Mars. En surveillant l'accumulation de la poussière et son évacuation par les sautes de vent, on peut surveiller certains des processus qui façonnent la planète.

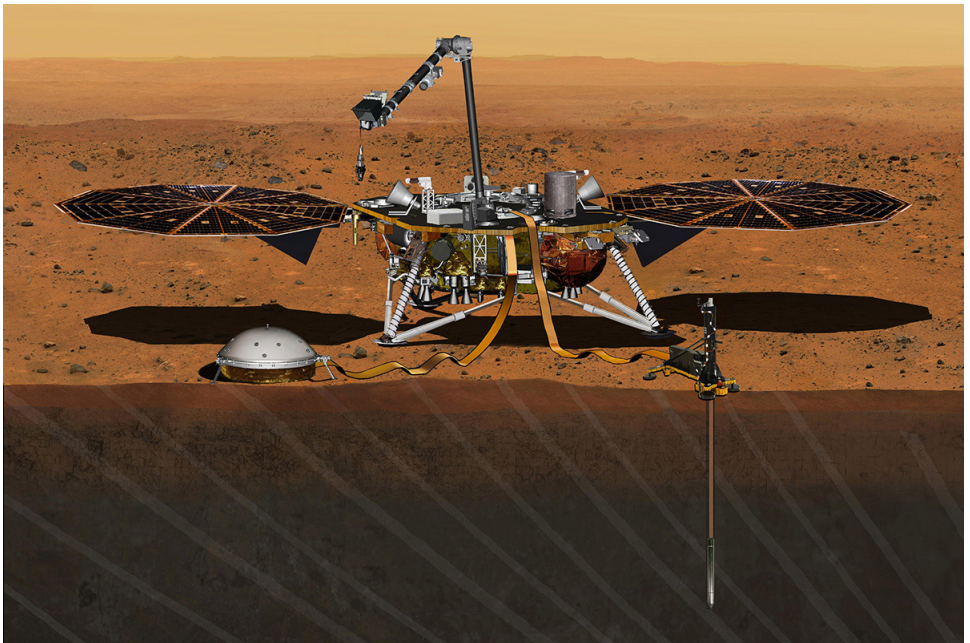
La poussière est une force motrice sur Mars, façonnant à la fois l'atmosphère et le paysage. Son étude permet aux scientifiques

de mieux comprendre la planète et aux ingénieurs de se préparer aux futures missions. La poussière n'affecte pas seulement les panneaux solaires, mais elle peut pénétrer dans les pièces mécaniques sensibles.

Lorsqu'InSight était encore actif, les scientifiques ont comparé les images prises par le MRO des traces laissées par les tourbillons de poussière serpentant à travers le paysage, avec les données des capteurs de vent de l'atterrisseur. Ils ont constaté que ces phénomènes météorologiques s'atténuent en hiver et reprennent en été.

L'imagerie a également permis d'étudier les impacts de météorites sur la surface martienne. Plus une région compte de cratères, plus sa surface est ancienne. Ce n'est pas le cas de la surface terrestre, qui se recycle constamment lorsque les plaques tectoniques

Vue d'artiste de l'atterrisseur InSight dont la mission était d'étudier l'intérieur de Mars. (NASA/JPL-Caltech)

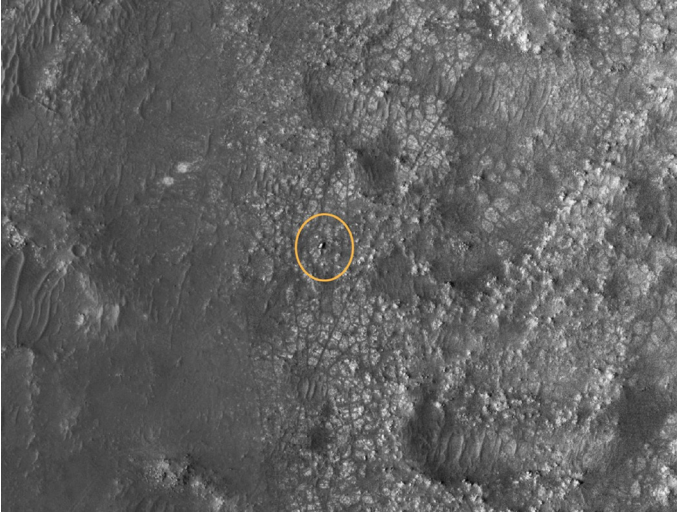


glissent les unes sur les autres. Les traces autour des cratères s'estompent avec le temps. Comprendre à quelle vitesse la poussière les recouvre permet de déterminer l'âge d'un cratère.

Une autre façon d'estimer la vitesse à laquelle les cratères s'estompent est donnée par l'anneau de traces laissées par les rétrofusées d'InSight lors de l'atterrissage. Beaucoup

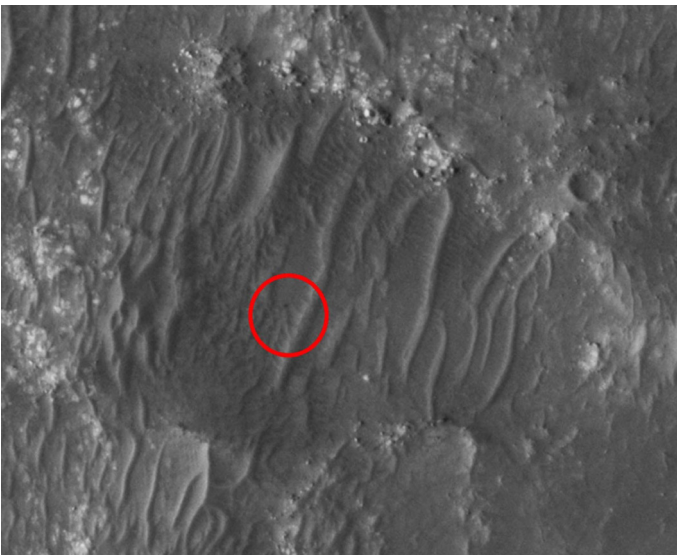
plus visibles en 2018, ces traces sombres reviennent désormais à la couleur rouge-brun du terrain environnant.

HiRISE a capturé de nombreuses autres images de vaisseaux spatiaux, notamment celles des rovers Perseverance et Curiosity de la NASA, qui explorent toujours Mars, ainsi que des missions inactives, comme les rovers Spirit et Opportunity et l'atterrisseur Phœnix.



Le rover Perseverance et son hélicoptère Ingenuity sont présents sur ces images prises le 26 février 2022 par la caméra HiRISE du MRO.

Perseverance (entouré de jaune) traverse le terrain fracturé de « Máaz » avant d'entamer son long cheminement vers le delta du cratère Jezero. Ingenuity, 200 mètres à sa gauche, est à peine visible dans le cercle rouge. (NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)





Ci-dessus et sur la page de droite, on peut apprécier le déplacement de Curiosity alors qu'il parcourait 337 mètres sur le mont Sharp entre le 31 mai et le 20 juillet 2019. Chacune de ces deux images a été prise par la caméra HiRISE du MRO.

*La première image montre le rover à un endroit appelé « Woodland Bay ». Sur la seconde il est dans « Sandside Harbour ».
(NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)*

*En bas, sur la page de droite, deux images de l'atterrisseur martien Phœnix par la caméra HiRISE du MRO. Les scientifiques ont analysé ces images pour mieux comprendre comment le vaisseau spatial a pu endurer son premier hiver martien. Les images ont été prises respectivement le 20 juillet 2008 et le 7 mai 2010.
(NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)*

