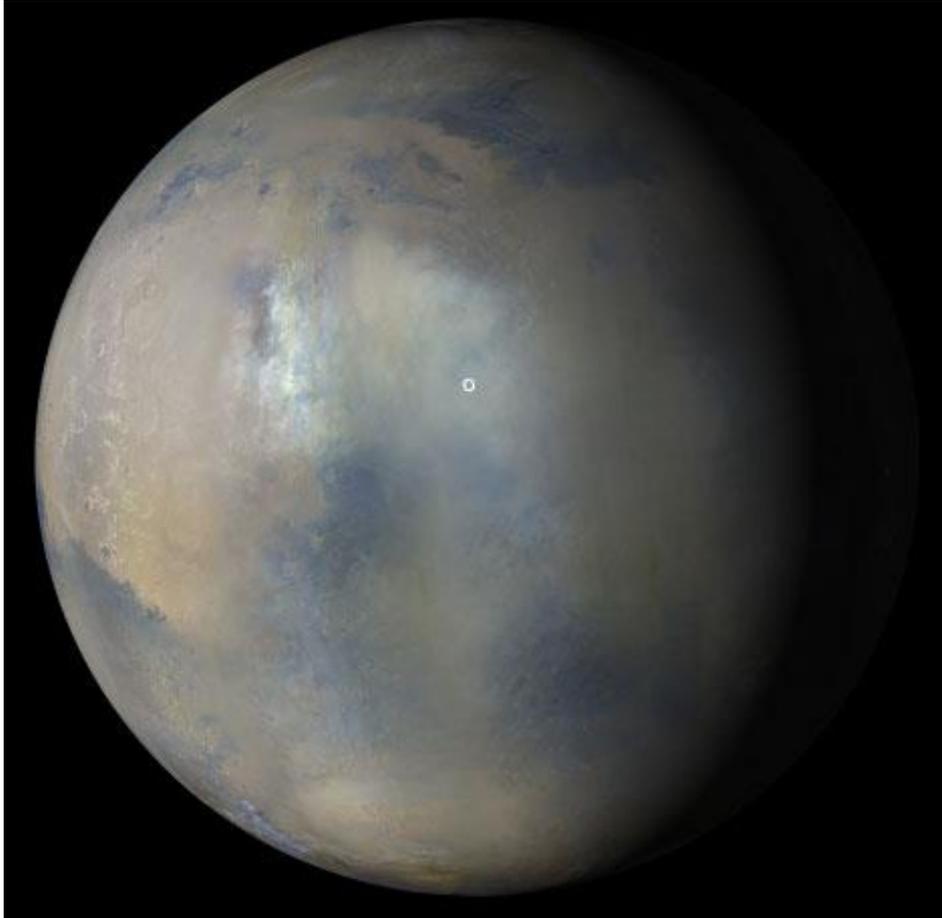


Sale temps sur la planète Mars, tempête de poussière !

Le vol 19 de l'hélicoptère Ingenuity devait avoir lieu au plus tôt le 5 janvier 2022. Oui, mais la météo en a décidé autrement... les ingénieurs de la NASA et du JPL nous informent :

« L'atmosphère de Mars est beaucoup moins dense que celle de notre planète ; cependant, le climat de Mars partage de nombreuses similitudes avec la Terre : saisons, vents changeants, nuages de glace et tempêtes de poussière, entre autres. Prédire les événements météorologiques, comme c'est le cas pour la Terre, est toujours une entreprise incertaine. En préparant le vol 19, la NASA a découvert que la météo inattendue de Mars peut entraîner un scénario malheureusement habituel ici sur Terre : un vol retardé ! Heureusement, Ingenuity ne transporte pas de passagers, de sorte que la seule conséquence est d'attendre une meilleure météo.



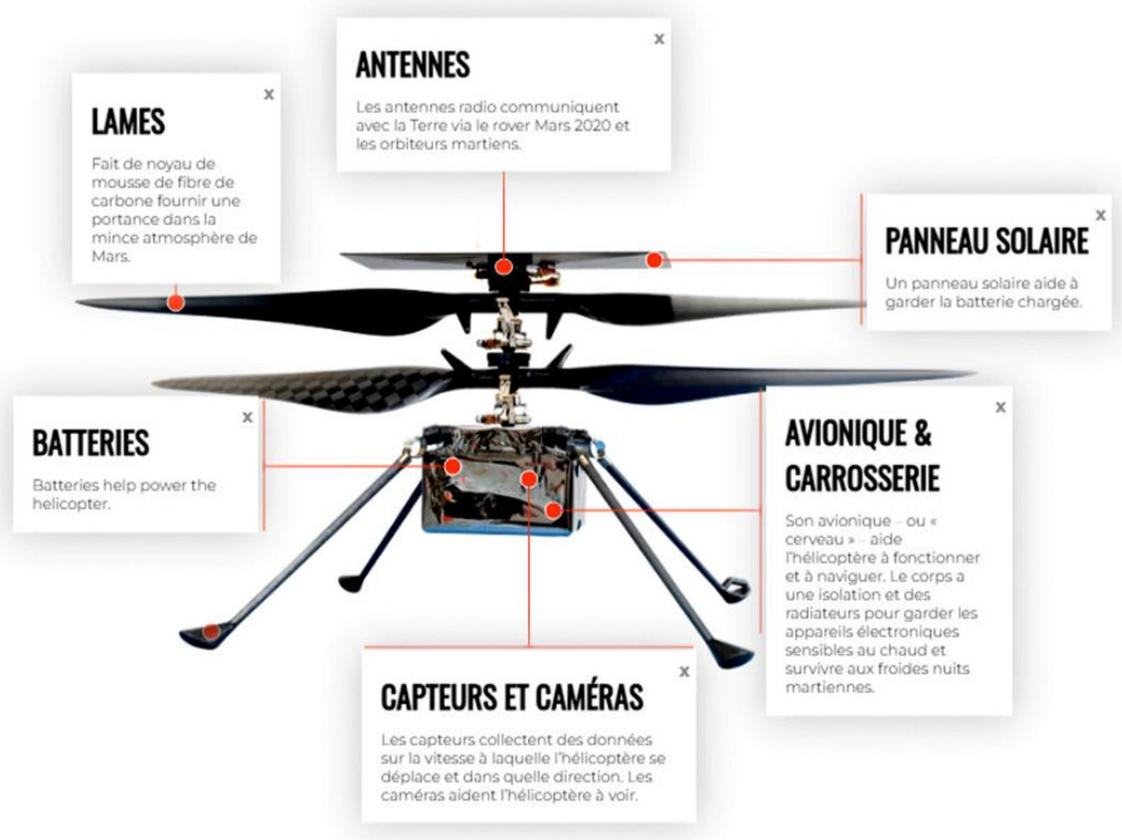
Les images acquises le 9 janvier 2022 à partir de l'instrument Mars Color Imager sur Mars Reconnaissance Orbiter de la NASA ont été combinées pour créer cette vue montrant la présence d'une tempête de poussière régionale obscurcissant l'emplacement du rover Perseverance et de l'hélicoptère Ingenuity (cercle blanc). © NASA/JPL-Caltech/MSSS

Avec 18 vols effectués à fin décembre 2021, les prévisions météorologiques sont devenues un élément essentiel de la planification des vols martiens. Depuis le premier vol le 19 avril 2021, le cratère Jezero situé dans l'hémisphère nord est entré dans le printemps puis en été. Nous approchons actuellement de la fin de l'été, le début de l'automne, est prévu le 24 février 2022. Avec le changement de saison viennent de nouveaux défis, y compris une diminution de la densité de l'air qui nécessite des modifications des paramètres de vol.

En tant que prévisionnistes météo, notre travail consiste à fournir une évaluation des conditions météorologiques réelles par rapport aux exigences de vol. Quelles sont ces exigences pour un vol acceptable et sécuritaire ? Des conditions favorables dépendent de deux propriétés clés : la densité de l'air et la vitesse du vent. Bien que nous n'ayons pas l'avantage d'un grand nombre de stations météorologiques ou de satellites météorologiques en orbite sur Mars, comme c'est le cas sur Terre, nous avons un certain nombre d'outils à notre disposition pour déterminer si les conditions sont acceptables pour le vol. La source de données la plus utile est le

Mars Environmental Dynamics Analyzer (MEDA) – une station météorologique opérationnelle à bord du rover Perseverance. À l'aide de ce puissant ensemble d'instruments, nous pouvons calculer la densité de l'air, mesurer les vents tout au long de la journée et suivre leurs changements selon la saison. Nous avons aussi l'aide de satellites en orbite : le Mars Color Imager (MARCI) et le Mars Climate Sounder (MCS) à bord du Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) qui fournissent des mises à jour quotidiennes sur l'état de l'atmosphère, utiles pour comprendre l'activité en dehors de la région du cratère Jezero qui pourrait avoir un impact sur l'évolution des conditions météorologiques futures.

Alors que l'hémisphère nord de Mars entre dans l'automne, nous nous attendons à une augmentation de la quantité de poussière dans l'atmosphère sur l'ensemble de la planète ; les niveaux resteront élevés tout au long de l'hiver (cette période de l'année est appelée la « saison poussiéreuse »). La poussière joue un rôle majeur dans le climat de Mars et a un effet particulièrement important pour les robots de surface alimentés à l'énergie solaire comme Ingenuity. La poussière atmosphérique diminuera la quantité de lumière solaire qui atteint les panneaux solaires d'Ingenuity, qui chargent les batteries nécessaires au vol. En outre, la poussière dans l'atmosphère est chauffée par la lumière du Soleil et réchauffe l'atmosphère environnante, ce qui entraîne une réduction de l'air déjà de faible densité dans lequel Ingenuity doit voler. Les membres de l'équipe des opérations ont discuté activement de la prochaine saison poussiéreuse et de la façon de réagir aux effets de cet environnement changeant.



Une forte tempête de poussière régionale est apparue le premier jour de la nouvelle année, englobant le cratère Jezero juste au moment où nous avons programmé le vol 19. Cette tempête est arrivée assez tôt, avant même la date habituelle de la saison poussiéreuse ! En fait, nous n'avons jamais vu une tempête de cette force aussi tôt dans l'année martienne les années précédentes. Les premiers signes de l'approche de la tempête de poussière ont été repérés par Perseverance, qui a observé une augmentation du soulèvement de la poussière dans le cratère Jezero. En orbite, MRO a capturé des images de cette tempête de poussière régionale croissante, qui a montré des signes d'expansion de l'hémisphère sud vers l'hémisphère nord potentiellement vers le cratère Jezero. Notre équipe de prévisions météorologiques a dû prendre la décision d'autoriser ou non le vol. Les données que nous analysons à partir de MEDA et des satellites orbitaux peuvent avoir un décalage de quelques heures à quelques jours, et nous avons donc dû faire une prévision pour le vol 19 concernant la période à venir. Il était clair qu'il y avait une incertitude considérable à l'horizon. L'équipe météo a recommandé de retarder le vol 19, ce qui a finalement été accepté par l'équipe Ingenuity (vol 19 initialement prévu pour le 5 janvier 2022).

Caractéristiques techniques

Masse	1,8 kilogrammes
Poids	4 livres sur Terre; 1,5 livre sur Mars
Largeur	Longueur totale des rotors: ~ 4 pieds (~ 1,2 mètre) de bout en bout
Pouvoir	Le panneau solaire charge les batteries lithium-ion, fournissant suffisamment d'énergie pour un vol de 90 secondes par jour martien (~ 350 watts de puissance moyenne pendant le vol)
Portée de lame	Un peu moins de 4 pieds (1,2 mètre)
Autonomie de vol	Jusqu'à 980 pieds (300 mètres)
Altitude de vol	Jusqu'à 15 pieds (5 mètres)
Environnement de vol	Atmosphère mince, moins de 1% aussi dense que celle de la Terre

densité en dessous du seuil inférieur de vol en toute sécurité et aurait entraîné un risque pour l'engin spatial. Nous avons également observé l'effet de la poussière sur la quantité de lumière solaire absorbée par le panneau solaire d'Ingenuity, qui est tombé bien en dessous des niveaux normaux du « ciel clair », soit une baisse d'environ 18%.

La tempête de poussière s'est dissipée, mais il semble qu'il faille attendre encore quelques jours avant de voler. La tempête de poussière et son impact sur la planification est une expérience d'apprentissage importante pour toute l'équipe. D'autres événements similaires sont attendus plus tard dans la saison poussiéreuse et pourraient potentiellement se transformer en tempêtes à l'échelle globale de la planète comme celles observées en 2018, 2007 et 2001. Nous resterons vigilants dans nos efforts pour faire voler Ingenuity en toute sécurité. »

Le maintien au sol de l'hélicoptère s'est avéré être la bonne décision. Dans les jours qui ont suivi, la tempête de poussière s'est déplacée au-dessus du cratère Jezero, et nous avons pu voir clairement ses effets à la fois dans les données MEDA et depuis l'orbite. Le plus notable a été une forte baisse de la densité de l'air avec un écart d'environ 7% par rapport à ce qui a été observé avant la tempête de poussière. Cette diminution observée aurait placé la



Grâce à une petite fenêtre météo calme le 7 février dernier, le vol 19 a finalement pu avoir lieu dans des conditions acceptables. Tout s'est bien déroulé avec une distance parcourue de 63 mètres et une altitude de 10 mètres, à une vitesse de 1m/s et une durée de 1 minute et 40 secondes.

Ci-contre une des images prises lors de ce vol : l'ombre d'Ingenuity sur le sol juste après son décollage.
© NASA/JPL