

## Compétences travaillées

DIC.1.1 Identifier un besoin (biens matériels ou services) et énoncer un problème technique.

DIC.1.2 Identifier les conditions, contraintes (normes et règlements) et ressources correspondantes, qualifier et quantifier simplement les performances d'un objet technique existant ou à créer.

## Séquence 5 : Mission Mars

Niveaux d'appréciation

## Budget de la mission

|  |                 |
|--|-----------------|
| Lanceur Atlas V + opérations de lancement                  | 576 000 000\$   |
| Opérations pour mission de 2 ans                           | 456 000 000\$   |
| Largage sur Mars (boucliers, étages croisière et descente) | 1 680 000 000\$ |
| Instruments embarqués                                      |                 |
| Hélicoptère (Ingenuity)                                    |                 |
| Système de gestion des échantillons                        |                 |
| Rover  |                 |
| Coût total de la mission                                   | 2 720 000 000\$ |

## Déroulement du voyage vers Mars

### Lancement

Le rover Perseverance a été lancé vers Mars le 30 juillet 2020 à 4 h 50 PDT (13 h 50 à Paris).

Perseverance fut lancé sur une **fusée Atlas V-541** depuis le complexe de lancement 41 à Cape Canaveral Air Force Station, en Floride.

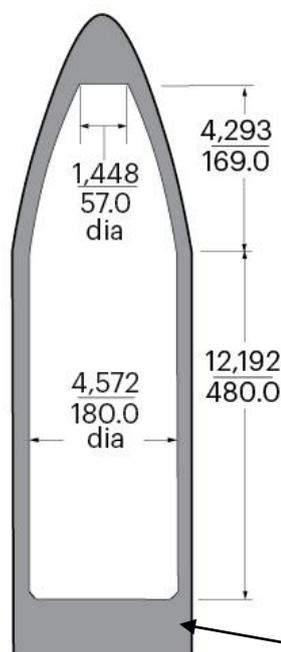


Une masse critique est déterminée en fonction de la puissance du lanceur et de la quantité de carburant embarquée :

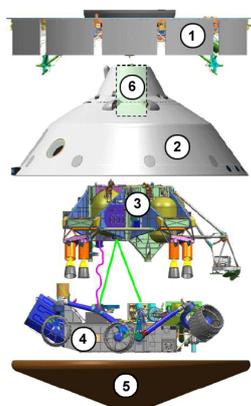
Masse des principaux composants de la sonde Mars 2020 basés sur les valeurs de Mars Science Laboratory (sauf pour l'astromobile)

| Composant principal                      | Référence schéma | Sous-composant           | Masse                   | Commentaire              |
|--|------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Étage de croisière                       | 1                | -                        | 539 kg                  | dont 70 kg de carburant  |
| Véhicule de rentrée et étage de descente | 5                | Bouclier thermique avant | 440 kg <sup>71</sup>    |                          |
|  | 2                | Bouclier arrière         | 575 kg <sup>71</sup>    |                          |
|  | 3                | Étage de descente        | 1 070 kg <sup>71</sup>  | dont 400 kg de carburant |
|  | -                | <b>Total</b>             | <b>2 400 kg</b>         | Note 16                  |
| Rover                                    | 4                | -                        | A déterminer            |                          |
| Sonde spatiale Mars 2020                 | -                | <b>Masse totale</b>      | <b>environ 3 650 kg</b> |                          |

### Stockage durant le voyage vers Mars



Coiffe de l'Atlas V-541

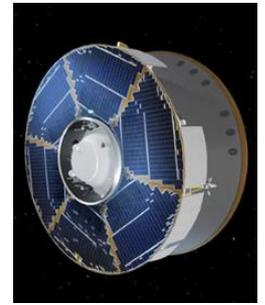


Vue éclatée de la sonde spatiale. 1 Étage de croisière, 2 Bouclier arrière, 3 Étage de descente, 4 Rover, 5 Bouclier thermique avant, 6 Logement du parachute.

Le rover et l'étage de descente (Shy crane) effectue le transport vers Mars **entre le bouclier arrière et le bouclier avant**. Le volume utile entre les boucliers est de **13.88 m<sup>3</sup>**.

## Croisière

La phase de croisière commence après la séparation du vaisseau spatial de la fusée, peu après le lancement. Le vaisseau spatial quitte la Terre à une vitesse d'environ 39 600 km / h. Le voyage vers Mars durera environ 7 mois et environ 480 millions de kilomètres.

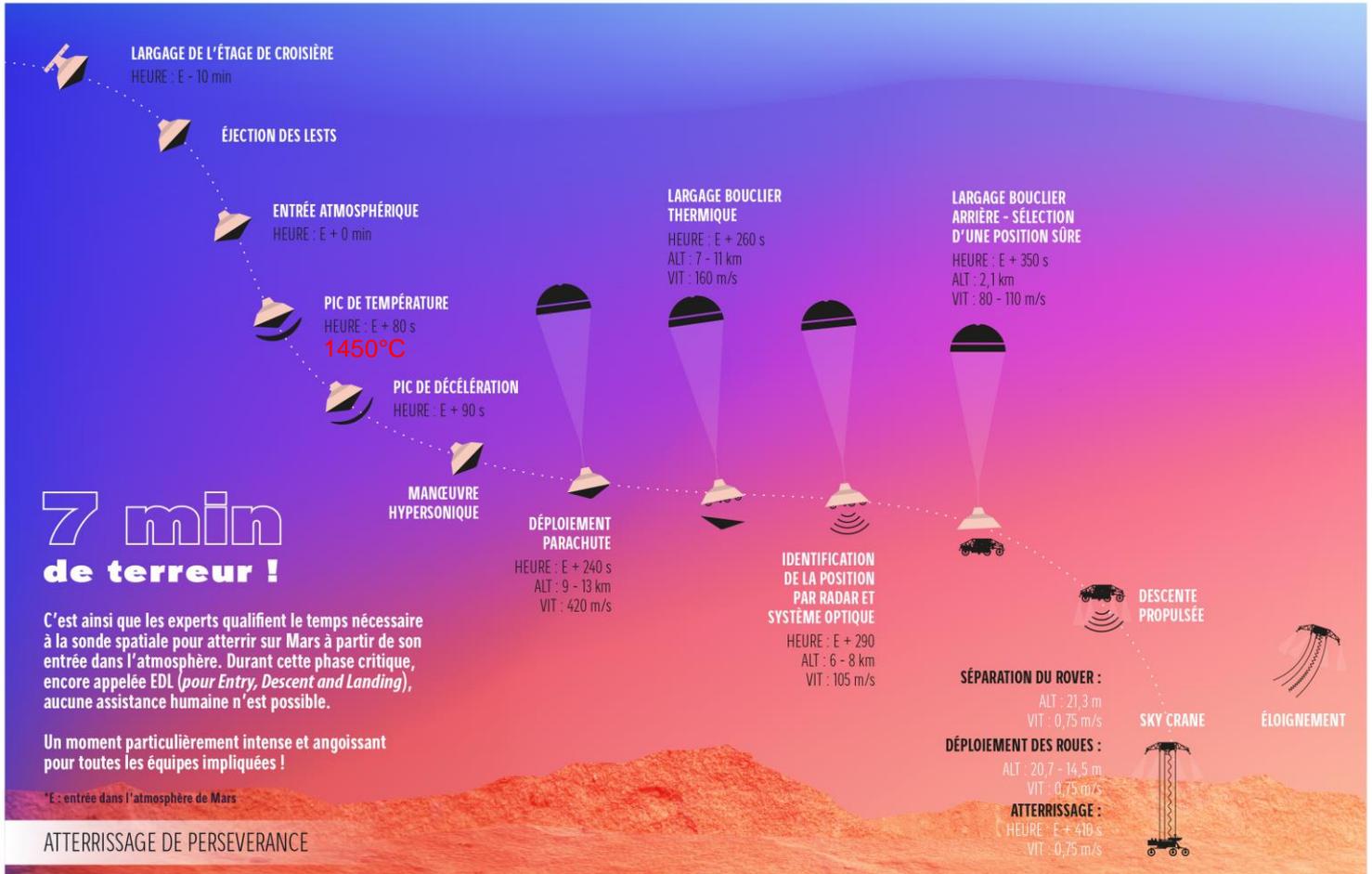


## EDL pour Entry Descent and Landing, entrée, descente et atterrissage.

### 7 MINUTES DE TERREUR

En effet, l'équipe de la mission Mars 2020 devra attendre l'arrivée des signaux radio pour avoir des nouvelles de Perseverance. 7 minutes, c'est le temps nécessaire pour que le rover touche le sol martien après une séquence d'opérations très périlleuses.

Les étapes de l'atterrissage du rover Perseverance



Descente propulsée



Séparation du rover maintenu par 3 câbles et connecté par un cordon ombidical

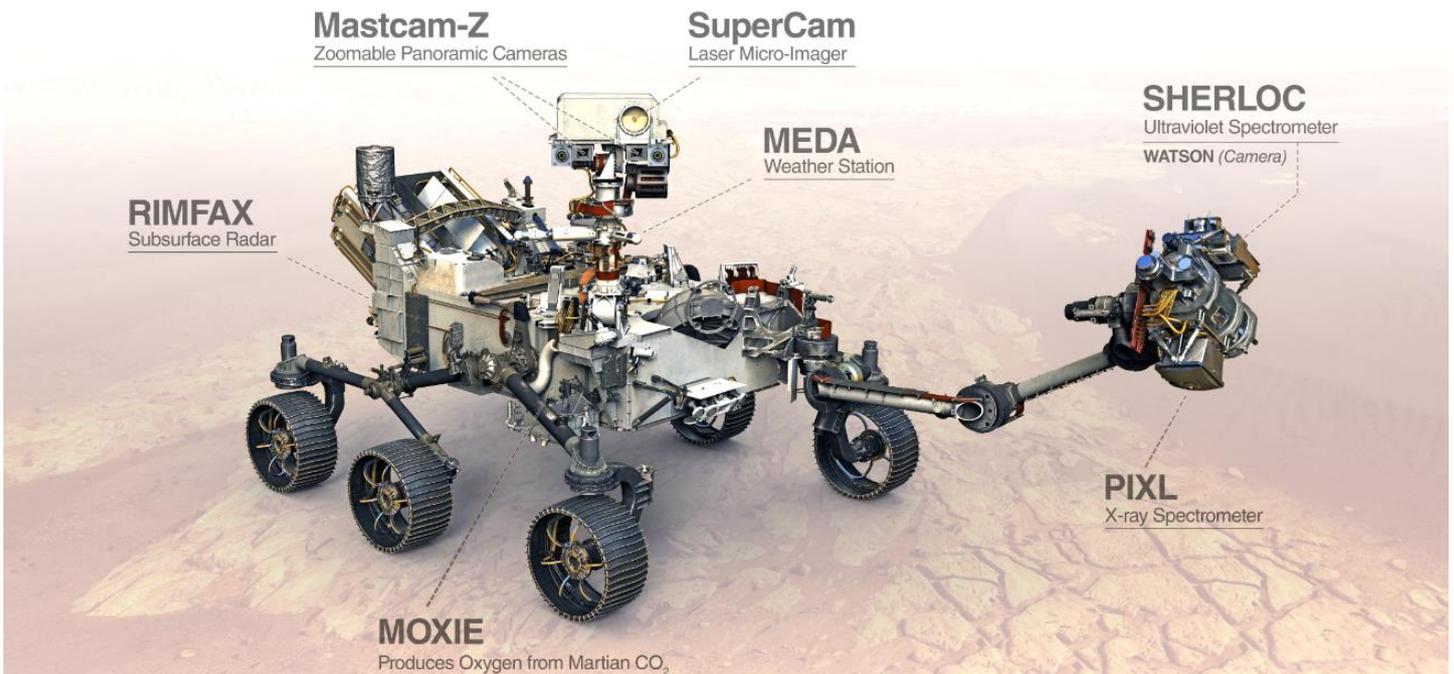


Déploiement des roues et contact avec le sol martien. Ensuite, décrochage des câbles.



## Les opérations de surface / instrumentation scientifique

Perseverance est un engin de plus d'une tonne qui **dispose d'une palette d'instruments scientifiques** (caméras, spectromètres de différents types) qui sont utilisés pour **identifier les sites les plus intéressants, fournir le contexte du prélèvement effectué** (caractéristiques géologiques, conditions climatiques à la formation) et **effectuer une première analyse chimique** : ce sont le spectromètre de fluorescence des rayons X PIXL, le spectromètre Raman SHERLOC, le spectromètre imageur SuperCam et la caméra Mastcam-Z. Le rover emporte également une station météorologique (MEDA) et un radar destiné à sonder les couches superficielles du sol (RIMFAX).

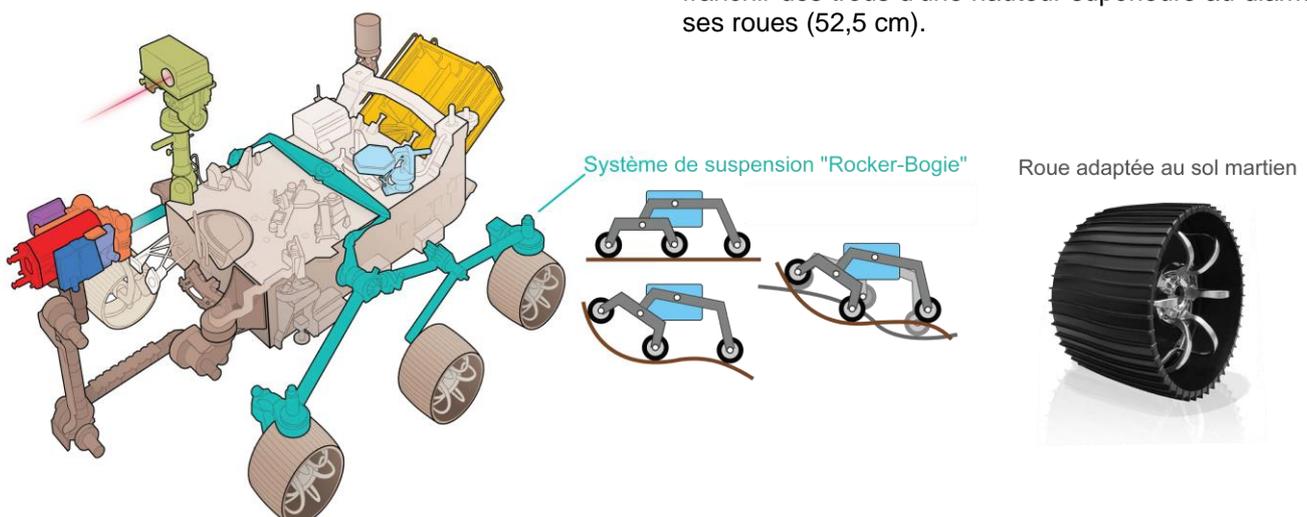


**Deux expériences doivent être tester** sur le terrain : MOXIE produit de l'oxygène à partir de l'atmosphère martienne (ISRU) et **MHS (Ingenuity), un petit hélicoptère de moins de deux kilogrammes**, va tester les capacités d'un engin aérien dans l'atmosphère très ténue de Mars.

**Dimension Ingenuity :**  
Fuselage : 13,6 × 19,5 cm  
Diam. rotors : 1,21 m

## Les opérations de surface / déplacements

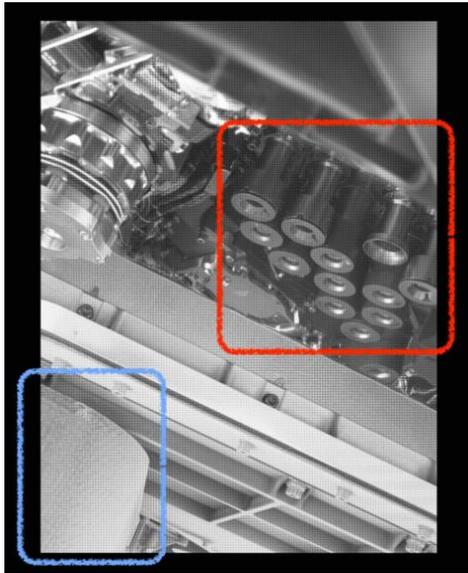
Le rover doit **parcourir un terrain accidenté** parsemé de **rochers**, présentant parfois des **pententes fortes** et un sol dont la consistance, parfois **sableuse**, peut conduire à l'enlèvement du véhicule. Le rover de Mars 2020 peut s'aventurer sur des **pententes à 45° sans se retourner** (mais il est prévu d'éviter les pentes de plus de 30°). Il peut escalader des rochers ou franchir des trous d'une hauteur supérieure au diamètre de ses roues (52,5 cm).



## Les opérations de surface / prélèvement d'échantillons de surface

La principale mission de Perseverance sur Mars consiste à collecter des échantillons du sol et des roches de la planète, dans la perspective de les rapporter un jour sur Terre. Les prélèvements doivent être enfermés dans des tubes et seront déposés à la surface de la planète, afin qu'une autre mission vienne les récupérer.

► **43 échantillons de 15cm de long et 3.5cm de diamètre.**



Le système de collecte d'échantillons de Perseverance, une fois la plaque de protection larguée. En rouge : les tubes. En bleu : la protection d'Ingenuity.

## Atmosphère sur Mars

L'atmosphère de Mars est, tout comme Vénus, composée principalement de **dioxyde de carbone**.

La surface est fréquemment balayée par des tourbillons de poussières, appelés dust devils, qui contribuent à rendre **l'atmosphère martienne poussiéreuse**.

La température moyenne sur Mars (approximativement  $-63^{\circ}\text{C}$ ) est largement inférieure à celle de la Terre ( $+15^{\circ}\text{C}$ ). La variation de température au fil des saisons est très importante :

- **$+27^{\circ}\text{C}$  pendant le jour**
- **$-133^{\circ}\text{C}$  pendant la nuit**

## Production d'énergie

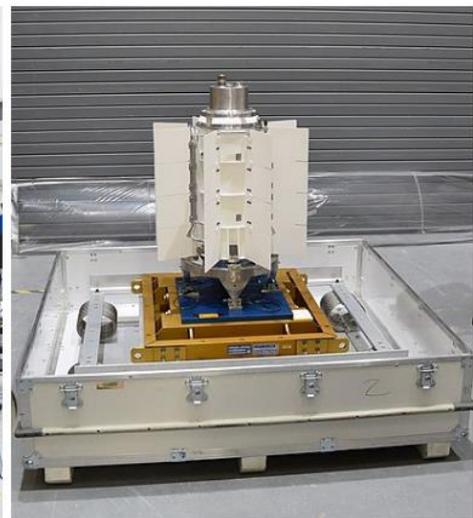
Le rover a **besoin d'énergie** pour faire fonctionner **ses équipements** ainsi que **pour communiquer avec la Terre**. Cette énergie est fournie par un générateur thermoélectrique à radioisotope (ou GTR), le **MMRTG**.

Cette puissance est **indépendante de l'intensité du rayonnement reçu du Soleil** et n'imposera donc pas d'arrêter la mission pendant l'hiver martien.

**Puissance nécessaire (rover et instruments scientifiques) : 120 W**



Le radiateur sur lequel doit être fixé le MMRTG est visible sur cette amorce de l'arrière du rover.



Le MMRTG du rover de Mars 2020.

## Télécommunications

Pour **transmettre les données scientifiques recueillies**, les données de navigation et les données télémétriques sur son fonctionnement ainsi que pour **recevoir les instructions** mises au point par l'équipe sur Terre, le rover dispose de **trois antennes**.

**Antenne UHF (Ultra Hautes Fréquences)**  
Pour communiquer avec les sondes spatiales en orbite autour de Mars.

**Antenne omnidirectionnelle à faible débit**  
Pour communiquer avec la terre

**Antenne orientable à haut débit**  
Pour communiquer avec la terre

