

30 juin 2020

MISSION MARS 2020

Lancement du rover Perseverance le 22 juillet 2020



SOMMAIRE

Les grandes dates

La science de Mars

- Recherche de traces de vie
- Le rover Curiosity

Le rover Perseverance

- Le cratère Jezero
- Objectifs de la mission
- Caractéristiques de Perseverance
- Un drone sur Mars
- Sept instruments à bord de Perseverance

L'instrument SuperCam

- Un laser grande portée
- Objectifs scientifiques de SuperCam
- Cinq fonctionnalités de SuperCam
- Les cibles de calibration
- Les défis de SuperCam
- Éléments financiers

La France sur Mars

- Construction, livraison et caractéristiques de l'instrument
- Opérations à la surface de Mars
- Expertise scientifique
- Partenariats industriels majeurs pour la livraison de matériels scientifiques

Contacts presse



LES GRANDES DATES

Juillet 2013	Proposition par une <i>Science Definition Team</i> de la Nasa d'objectifs scientifiques et de priorités pour une nouvelle mission robotique d'exploration de Mars en 2020.
24 septembre 2013	Lancement de l'appel d'offres international de la Nasa pour les instruments embarqués sur le Rover.
15 février 2014	Réponses à l'appel d'offres : cinq propositions avec une contribution française présentées sur 58 réponses.
31 juillet 2014	Annnonce par la Nasa de la sélection des propositions : SuperCam retenue. Démarrage du projet Mars 2020 au JPL (<i>Jet Propulsion Laboratory</i>) et des activités SuperCam en France et aux Etats-Unis (LANL, <i>Los Alamos National Laboratory</i>)
16 juin 2015	Accord de coopération entre le CNES et la Nasa au 51 ^{ème} Salon International de l'Aéronautique et de l'Espace.
Décembre 2016	Succès de la CDR (<i>Critical Design Review</i>) SuperCam au LANL : donne le départ de la fabrication du modèle de vol.
16-18 octobre 2018	Annnonce de la sélection du site d'atterrissage : le cratère Jezero.
12 juin 2019	Livraison du modèle de vol SuperCam : le <i>Mast Unit</i> (France) et le <i>Body Unit</i> (USA) au JPL.
Juin 2019-Juin 2020	Campagne d'intégration au JPL puis au <i>Kennedy Space Center</i> : tests et intégration de SuperCam sur le rover, intégration du rover et de l'étage de descente dans la sonde, mise en place lanceur.
22 juillet 2020	Lancement par un Atlas V depuis le <i>Kennedy Space Center</i> à Cap Canaveral en Floride (fin de la fenêtre de tir le 11 août).
Février 2021	Arrivée de la mission Mars 2020 et atterrissage du Rover sur Mars.
Février-mai 2021	Recette sur Mars depuis le JPL.
Mai 2021 -2024	Phase d'exploitation standard de SuperCam depuis le <i>French Operation Center for Science and Exploration (FOCSE)</i> situé au CNES



LA SCIENCE DE MARS

L'étude de la planète Mars est un objectif essentiel de l'exploration spatiale. Cette étude renvoie à nos origines !

RECHERCHE DE TRACES DE VIE

Il y a des milliards d'années, la Terre et Mars étaient beaucoup plus semblables qu'aujourd'hui : une atmosphère dense, de l'eau liquide, un champ magnétique à grande échelle. Les exobiologistes s'interrogent : « Si la vie s'est développée sur Terre à cette époque, une forme de vie aurait-elle pu se développer également sur Mars ? ».

Plus de 45 sondes ont été envoyées depuis le début de l'ère spatiale, par la Nasa, l'ESA, ROSKOSMOS (Russie) et l'ISRO (Inde) pour essayer de répondre à cette question astrobiologique. Les scientifiques étudient les roches, les sédiments ainsi que les paysages martiens. Ils veulent comprendre quand et pourquoi l'eau liquide a disparu, quand et pourquoi l'atmosphère s'est dissipée, et, enfin ce qui se passait à la surface de Mars quand elle était « habitable ».



LE ROVER CURIOSITY

Curiosity est le rover le plus performant de la Nasa à l'œuvre sur Mars depuis août 2012. Il est toujours opérationnel et a déjà parcouru plus de 22 kilomètres dans le cratère Gale. Plus de 1000 articles scientifiques dans des revues à comité de lecture font référence à cette mission.

ChemCam et SAM sont les deux premiers instruments français à la surface de Mars. Depuis 2012, ChemCam a activé son laser plus de 790 000 fois. Plus de 250 articles scientifiques font référence aux données ChemCam. Une semaine sur deux ChemCam est opéré quotidiennement à partir du *French Instrument Mars Operation Centre* (FIMOC) au CNES. L'alternance hebdomadaire se fait avec le LANL au Nouveau Mexique.

ChemCam, SAM et l'ensemble de la charge utile de Curiosity ont découvert que Mars était une planète habitable dans un passé lointain, il y a vraisemblablement plus de 3,5 milliards d'années. Les conditions physico-chimiques pour que la vie se développe, de l'eau liquide, de la chimie organique à base de C-H-N-O-P-S, des réserves d'énergie, étaient réunies en même temps sur la planète rouge. C'est un des résultats les plus marquants de la planétologie moderne et de l'exploration de Mars.

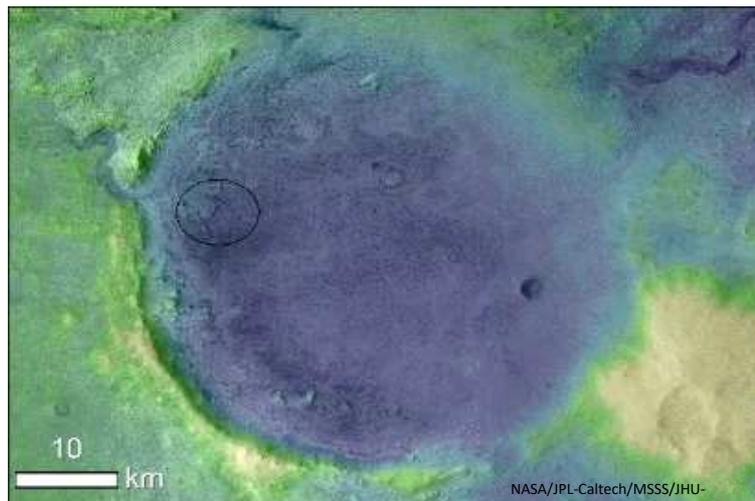
LE ROVER PERSEVERANCE

Mars 2020 est la nouvelle mission étendard de la Nasa. Elle a pour objectif de déposer sur la planète Mars le rover, Perseverance, qui reprend l'architecture du rover Curiosity de la mission MSL (*Mars Science Laboratory*), qui a atterri avec succès en août 2012 et qui depuis explore le cratère Gale.

LE CRATERE JEZERO

En février 2021, Perseverance se posera dans le cratère Jezero (signifie « lac » dans plusieurs langues slaves), un bassin d'impact géant situé à l'Ouest d'Isidis Planitia, à 18° de latitude Nord.

Ce cratère fait 45 kilomètres de diamètre. Il abrite un ancien delta de rivière qui débouchait, il y a 3,5 milliards d'années, dans un lac. L'ancien système lac-delta du cratère Jezero offre la possibilité de récolter des échantillons provenant de roches et de minéraux très variés ; en particulier des carbonates. Ces minéraux, sur Terre, peuvent préserver des traces fossiles de la vie ancienne. L'atterrissage devrait se faire avec une précision inférieure à 5 kilomètres.



OBJECTIFS DE LA MISSION

- ▼ L'exploration d'environnements anciens de la planète Mars afin de déchiffrer son histoire géologique et mieux caractériser son habitabilité passée ;
- ▼ La recherche de traces de vie ancienne en détectant des biosignatures éventuelles sur les sites géologiques sélectionnés ;
- ▼ La préparation de l'exploration humaine de Mars : en testant des technologies, précisant les conditions qui règnent à la surface de Mars : niveau de rayonnement, variation de température, diffusion des poussières, ... et en améliorant la connaissance des conditions de rentrée atmosphérique.

Perseverance est conçu pour collecter des échantillons qui seront récupérés et rapportés sur Terre grâce aux missions conjointes des Etats-Unis et de l'Europe (MSR, *Mars Sample Return*) prévues pour un lancement en 2026. Les capacités d'analyses scientifiques des laboratoires terrestres sont bien plus puissantes que celles de ceux envoyés sur Mars. Ces échantillons martiens profiteront à des générations de scientifiques, comme ce fut le cas pour les échantillons lunaires.



CARACTERISTIQUES DE PERSEVERANCE

Perseverance reprend l'essentiel de l'architecture du rover Curiosity. Il fait 3 mètres de long, 2,7 mètres de large, 2,2 mètres de hauteur, et pèse 1050 kilogrammes.

Perseverance diffère cependant de Curiosity car il emporte un système de prélèvement et de conditionnement d'échantillons ainsi que de nouveaux instruments, au nombre de sept. Divers sous-systèmes ont aussi subi des transformations ; les roues, par exemple, ont été rendues beaucoup plus résistantes.

Le corps du véhicule héberge les calculateurs et les éléments électroniques. Il les maintient à une température constante. La partie supérieure reçoit le mât qui, une fois déployé, peut prendre des images durant les déplacements et porte la partie extérieure de SuperCam. Le bras robotique, fixé sur la face avant, porte des instruments d'observation, d'analyse, de forage et de conditionnement des prélèvements.

Dans ce rover, les deux ordinateurs de bord sont identiques et capables de se suppléer l'un, l'autre. Ils communiquent avec les éléments fonctionnels du véhicule (moteurs, systèmes de communication...) à travers deux réseaux redondants conçus selon les standards de fiabilité de l'aviation. Les ordinateurs envoient les instructions aux instruments, en récupèrent et stockent les données avant de les envoyer vers la Terre.

UN DRONE SUR MARS



En mai 2018, la Nasa annonce que Perseverance embarquera un petit hélicoptère expérimental MHS (*Mars Helicopter Scout*) pesant 1,8 kilogramme. Baptisé *Ingenuity*, il testera l'intérêt du recours à des vols de reconnaissance optique. L'expérimentation doit durer une trentaine de jours. Il se déplace dans les airs grâce à deux rotors bipales tournant en sens contraires. La vitesse de rotation est comprise entre 2400 et 2900 tours par minute soit 10 fois celle des pales d'un hélicoptère sur Terre.

SEPT INSTRUMENTS A BORD DE PERSEVERANCE

La charge utile de Perseverance comporte SEPT instruments, un drone ainsi qu'un système de prélèvement et de conditionnement d'échantillons.

Mastcam-Z, instrument américain, est un ensemble de caméras constituant une évolution de l'ensemble Mastcam, embarqué sur Curiosity. La principale amélioration tient dans l'ajout d'un zoom. Des images dans des bandes spectrales étroites en lumière visible et proches infrarouge peuvent également être obtenues.

SuperCam, instrument franco-américain, est une version améliorée de ChemCam. Il emporte cinq techniques d'observation et d'analyse. Il utilise un laser et un ensemble de spectromètres pour déterminer à distance la composition chimique et minéralogique des roches.

RIMFAX (*Radar Imager for Mars Subsurface Exploration*) est développé par un institut de recherche norvégien qui sonde les couches géologiques enfouies jusqu'à une profondeur de 10 mètres. Il complète ainsi les analyses effectuées par SuperCam.

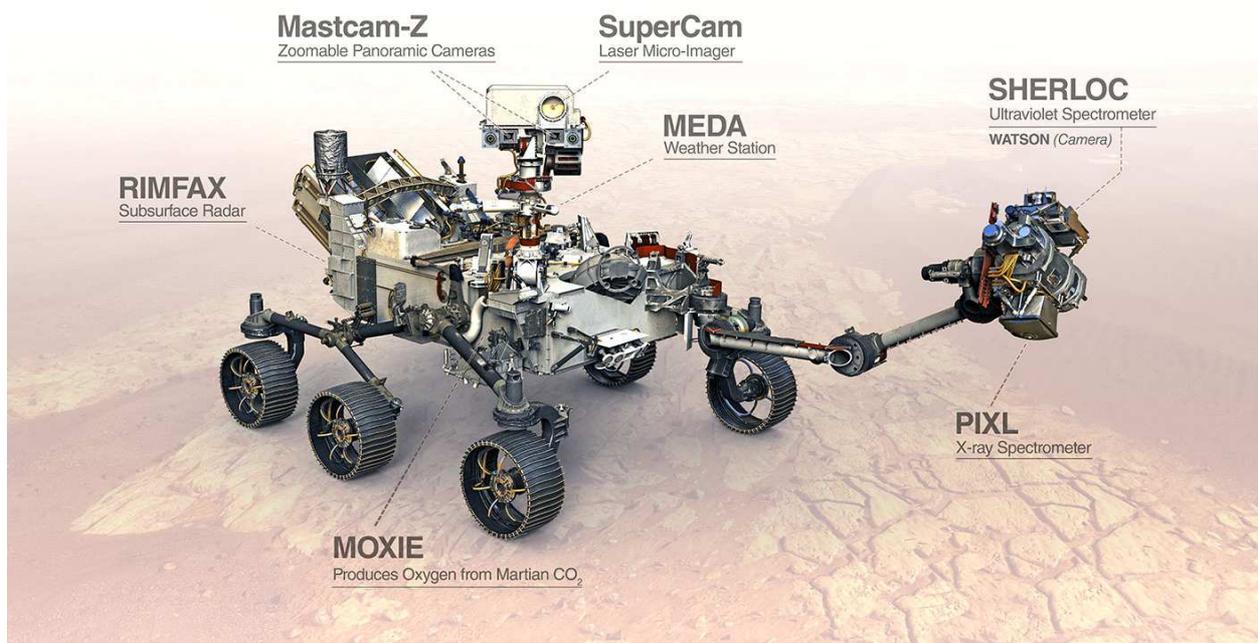
PIXL (*Planetary Instrument for X-ray Lithochemistry*), instrument américain, est un spectromètre de fluorescence à rayons X qui fournit des images à haute résolution pour déterminer la composition chimique des roches et des grains à la surface de Mars, jusqu'à une échelle microscopique.

SHERLOC (*Scanning Habitable Environments with Raman & Luminescence for Organics and Chemicals*), instrument américain, est un spectromètre utilisant un laser ultraviolet pour déterminer la composition moléculaire et détecter la présence de matière organique, à l'échelle microscopique.

MEDA (Mars Environmental Dynamics Analyzer) est une station météorologique développée par l'équipe espagnole ayant fourni un instrument semblable pour la mission Curiosity.

MOXIE (Mars Oxygen ISRU Experiment), équipement américain, est un démonstrateur. Il doit démontrer la possibilité de produire de l'oxygène à partir du dioxyde de carbone, composant majeur (96%) de l'atmosphère martienne.

Représentation de l'aménagement des instruments au sein du Perseverance



MARS 2020, PREMIER SEGMENT DU PROGRAMME INTERNATIONAL DE RETOUR D'ÉCHANTILLONS

La mission Mars 2020 de la Nasa est le premier segment du programme de retour d'échantillons qui sont attendus par la communauté scientifique depuis deux décennies :

- ▼ Etape 1 : Perseverance explore le cratère Jezero, analyse l'environnement géologique, collecte des échantillons, au minimum 20 avec un objectif d'environ 35, les conditionne dans des tubes étanches qu'il dépose en petits tas à la surface de Mars.
- ▼ Etape 2 : une mission américaine pose une plateforme qui porte un petit rover européen, le *Fetch Rover* (FR), une petite fusée, le *Mars Ascent Vehicle* (MAV) et un bras robotique. Le FR, part à la recherche des tubes d'échantillons, les rapporte vers la plateforme. Le bras robotique les installe dans un conteneur spécial placé au sommet du MAV qui insère le conteneur enfermant les échantillons en orbite autour de Mars.
- ▼ Etape 3 : un satellite lancé par l'Europe, *Earth Return Orbiter*, déjà placé en orbite martienne, capture le conteneur d'échantillons et le rapporte vers la Terre.

Ce programme ambitieux est piloté par la Nasa avec une contribution très importante de l'ESA. Le calendrier des étapes 2 et 3 n'est pas entièrement déterminé mais les activités de conception ont commencé. L'arrivée d'échantillons de Mars sur Terre est attendue au début des années 2030.

L'INSTRUMENT SUPERCAM

UN LASER GRANDE PORTEE

Perseverance a un œil perçant, le laser de l'instrument SuperCam qui a été construit tout spécialement par la France pour étudier la géologie du sol et des roches de Mars. L'instrument aidera les scientifiques dans leur recherche de signes précurseurs ou fossilisés, de vie microbienne ancienne sur la planète rouge. Le laser infrarouge de SuperCam vaporise à distance de très petites quantités de roche qui émettent alors une étincelle dont la lumière est analysée. L'instrument fournit ainsi des informations essentielles sur la composition élémentaire des roches martiennes. La technique s'appelle LIBS (*Laser Induced Breakdown Spectroscopy*), utilisée par ChemCam dont le laser a déjà effectué sur Mars plus de 790 000 tirs depuis l'atterrissage de Curiosity en août 2012.

Le montage optique de SuperCam est cependant plus performant que celui de ChemCam car il peut aussi émettre une lumière dans le vert. Celle-ci fait vibrer à distance les molécules, sans les altérer, et elles ré-émettent des photons. 1 photon sur 100 000 ayant une longueur d'onde légèrement différente de celle du laser est collecté. Cette modification de longueur d'onde constitue la signature Raman, du nom du découvreur de cette diffusion particulière. L'information sert à déterminer la structure des molécules et la façon dont elles sont organisées entre elles. SuperCam détecte la signature minéralogique et peut caractériser de la matière organique présente.

Grâce à ce laser à deux « couleurs » (infrarouge et vert), qui agit jusqu'à une distance de 7 mètres, les scientifiques explorent la diversité chimique et minéralogique des sites traversés par le rover. Cette première évaluation identifie les cibles rocheuses les plus intéressantes. Celles-ci se sont en général formées en présence d'eau, comme les argiles, les carbonates et les sulfates. Les scientifiques utilisent ces informations pour le choix des endroits où des carottes de roche ou de sol seront prélevées avec le système de collecte d'échantillons du rover.

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DE SUPERCAM



- ▼ Identification des roches ;
- ▼ Caractérisation de la composition des structures sédimentaires ;
- ▼ Recherche de matériaux organiques et de bio-signatures ;
- ▼ Recherche de contenus volatiles ;
- ▼ Description du contexte géologique et de la texture des roches ;
- ▼ Analyse des revêtements de surface ;
- ▼ Caractérisation des régolites ;
- ▼ Caractérisation atmosphérique.

CINQ FONCTIONNALITES DE SUPERCAM

SuperCam est le « couteau suisse » de Perseverance. Il propose d'activer 5 techniques d'analyses différentes.

Spectromètre LIBS : le tir d'un faisceau laser (infrarouge) provoque la formation d'un plasma. L'analyse de la lumière qu'il émet par trois spectromètres (de l'ultraviolet au proche infrarouge) donnera la composition élémentaire des roches. Il a une portée de 7 mètres. Le LIBS peut aussi être utilisé pour dépoussiérer les surfaces rocheuses afin de faciliter les analyses infrarouges et Raman. Cette technique est déjà utilisée avec *ChemCam*.

Pour en savoir plus : les éléments détectés sont :

- ▼ Les éléments majeurs : O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe

▼ *Les éléments mineurs et traces : S, P, H, N, Ti, Cr, Ni, Cu, Zn, Rb, As, Cd, Pb, F, Cl, Li, Sr, Ba, M.*

Spectrométrie de réflectance visible et infrarouge : SuperCam analyse la lumière du Soleil qui est réfléchiée par les roches dans les domaines du visible, de l'infrarouge et du proche infrarouge. Cette technique peut porter selon différentes modalités jusqu'à l'horizon. Elle a déjà été utilisée depuis l'orbite, ce sera une première à la surface de Mars.

Pour en savoir plus : les minéraux détectés sont divers silicates (pyroxènes, olivine, serpentines, smectite, talc, kaolinite, zeolites), des sulfates (mono et poly-hydratés), des carbonates, des composés à caractères astrobiologiques (borates, nitrates et phosphates), des molécules d'eau (adsorbées, interstitielles, glaces) et des sels hydratés.

Spectromètre Raman / Fluorescence : après illumination, en lumière verte, par le faisceau laser, il établit les spectres Raman et de fluorescence jusqu'à une distance de 7 mètres du rover. Cette analyse détectera les particules organiques et identifiera précisément les minéraux des roches. Ce sera le premier Raman impulsional.

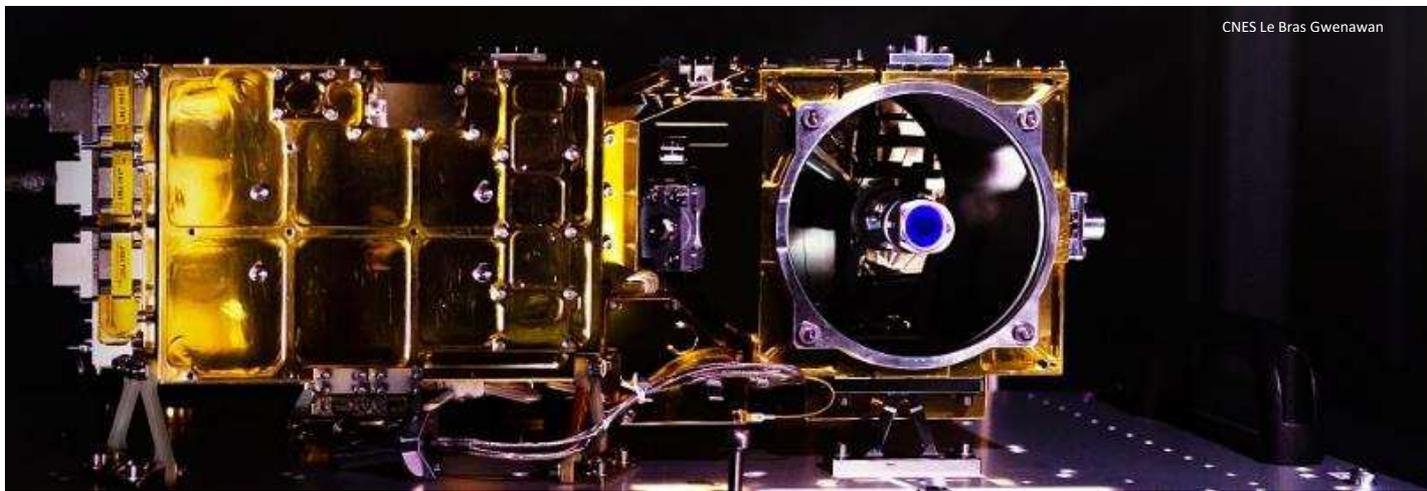
Pour en savoir plus : mêmes détections minérales que IR mais avec de subtiles différences, en particulier une meilleure sensibilité aux molécules organiques et une zone analysée beaucoup plus petite.

Micro-imageur couleur RMI : SuperCam prend des images à haute résolution jusqu'à l'infini. Elles seront utilisées pour comprendre le contexte géologique qui aide à l'interprétation des analyses biochimiques et minérales. Cette fonction existe déjà sur ChemCam mais les images seront en couleur.

Pour en savoir plus : imagerie couleur de petit champ (ex. environ 10 centimètres à 5 mètres) et très résolue (détails d'environ 1/2 millimètre à 5 mètres).

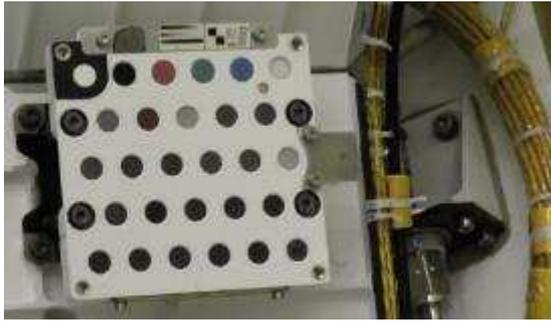
Microphone : SuperCam enregistre le son engendré par l'impact laser du LIBS sur la roche jusqu'à 4 mètres. La formation du plasma s'accompagne d'un claquement dont l'enregistrement donnera des informations complémentaires sur la nature des roches : dureté, porosité, ...

Pour en savoir plus : microphone dans la bande 100 Hz – 10 kHz.



LES CIBLES DE CALIBRATION

SuperCam emporte 36 pastilles de matériaux dont la composition est parfaitement connue pour l'étalonnage des 5 techniques d'analyse. Elles sont montées à l'arrière du rover et seront « visées » régulièrement par SuperCam. Le porte-échantillon a été développé par l'université de Valladolid (Espagne) et les cibles ont été fabriquées en France.



De plus un morceau de météorite martienne est aussi fixé sur le porte cible (en haut à gauche). Ce petit morceau de Mars, éjecté lors d'un impact de forte puissance, a voyagé autour du Soleil avant de tomber sur Terre. Il a été découvert dans un désert et identifié comme provenant de Mars par le Museum national d'Histoire naturelle de Paris. Cette météorite a aussi eu l'occasion de faire maintes fois le tour de la Terre dans les bagages de Thomas Pesquet lors de la mission Proxima à bord de l'ISS. Cette pierre repart maintenant d'où elle vient, un « retour d'échantillon » en quelque sorte !

LES DEFIS DE SUPERCAM

La contribution française à SuperCam est un concentré de technologies délicates contenues dans une masse très limitée (6 kilogrammes) :

- ▼ Un laser de puissance, deux faisceaux (infrarouge et vert) ;
- ▼ Un laser continu ;
- ▼ Deux mécanismes ;
- ▼ Plus de 30 pièces (lentilles et miroirs) ;
- ▼ Une gamme spectrale allant de l'ultraviolet à l'infrarouge ;
- ▼ Deux sources haute tension à commutation rapide ;
- ▼ Une ligne à fort courant ;
- ▼ Des signaux radiofréquence ;
- ▼ Des systèmes de refroidissement et de réchauffage ;
- ▼ Des nouvelles technologies : détecteurs CMOS (comme dans les smartphones), cristaux vibrants, détecteurs infrarouge.

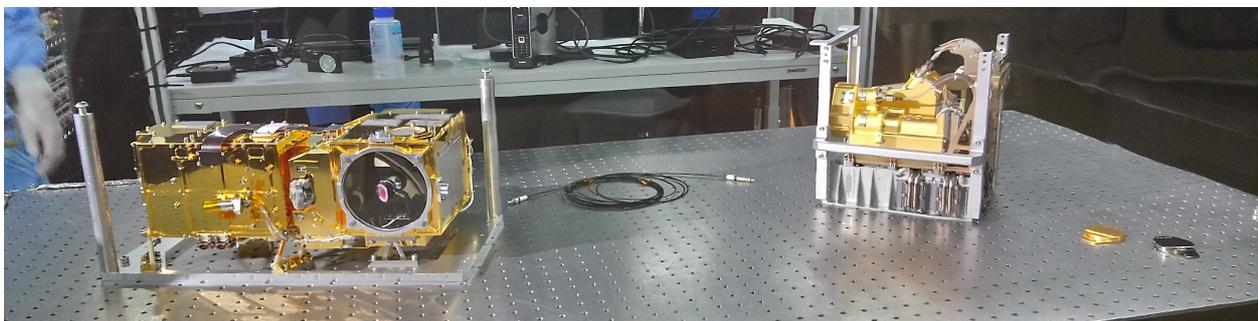
Les premières du SuperCam :

- ▼ Premier Raman impulsif ;
- ▼ Premières mesures de réflectance infrarouge à la surface de Mars (mesures courantes depuis l'orbite).

ELEMENTS FINANCIERS

Le coût total de la mission Mars 2020 s'élève à 2,44 milliards de dollars. Ce montant comprend aussi le service de lancement, 576 millions de dollars, et le déroulement des opérations sur 2 ans à la surface de Mars, 456 millions de dollars.

Pour la France, SuperCam aura coûté environ 40 millions d'euros, de la conception à l'exploitation à venir des données. Ces dépenses correspondent pour moitié en fournitures acquises auprès de l'industrie et pour moitié en travail des agents du CNRS, du CNES et des autres institutions parties prenantes.



LA FRANCE SUR MARS

CONSTRUCTION, LIVRAISON ET CARACTERISATION DE L'INSTRUMENT

SuperCam a été construit dans le cadre d'une collaboration scientifique entre le LANL et l'IRAP selon les mêmes modalités que ChemCam. L'instrument est constitué du *Mast-Unit*, fourni par la France, et du *Body-Unit*, fourni par les Etats-Unis.

Le CNES assure la maîtrise d'ouvrage de la contribution française à SuperCam. Il s'appuie sur des laboratoires du CNRS et de ses partenaires, et de Supareo, pour le développement du *Mast-Unit*, la partie active de l'instrument placée au sommet du mât du rover et la fourniture des cibles de calibration. Il fournit également, en tant que besoin, du support en expertises et en moyens d'essais et de mesures.

IRAP (CNRS/CNES/Université Toulouse III Paul Sabatier), Toulouse

- ▼ Co-conception avec le LANL de l'instrument qui comprend le *Mast-Unit* et le *Body-Unit* ;
- ▼ Responsable de l'architecture et du développement du *Mast-Unit* ;
- ▼ Architectures optique et électrique ;
- ▼ Activités d'intégration et de tests ;
- ▼ Fournitures électroniques (cartes LVPS, laser, *front-end*) ;
- ▼ Fabrication et caractérisation des cibles de calibration ;
- ▼ Préparation du retour scientifique (performances, chaîne de traitement, opérations) ;
- ▼ Gestion des crédits labos.

CNES

- ▼ Responsable vis-à-vis de la Nasa de la contribution française à Mars 2020 ;
- ▼ Fourniture de sous-systèmes : laser, imageur couleur, table de focus ;
- ▼ Apport d'expertise technique, à la demande, aux laboratoires ;
- ▼ Mise à disposition et conduite de divers moyens de tests ;
- ▼ Conception et développement du centre de contrôle de l'instrument à partir de Toulouse FOCSE Mars 2020 ;
- ▼ Préparation et participation aux opérations de SuperCam.

LESIA (Observatoire de Paris-PSL/CNRS/Sorbonne Université/Université de Paris), Meudon

- ▼ Ingénierie système du *Mast-Unit* ;
- ▼ Cogestion de projet du *Mast-Unit* ;
- ▼ Responsable de l'architecture et du développement du spectromètre IR ;
- ▼ Conception, fabrication, intégration et tests du spectromètre IR ;
- ▼ Architecture thermique et calculs structure ;
- ▼ Tests thermiques équipements et *Mast-Unit*.

LAB (CNRS/Université de Bordeaux), Bordeaux

- ▼ Gestion de projet du *Mast-Unit* ;
- ▼ Développement du logiciel embarqué et tests ;
- ▼ Fournitures électroniques (carte DPU) ;
- ▼ Fabrications mécaniques des moyens sols.

OMP (CNRS/IRD/Météo France/Université Toulouse III Paul Sabatier), Toulouse

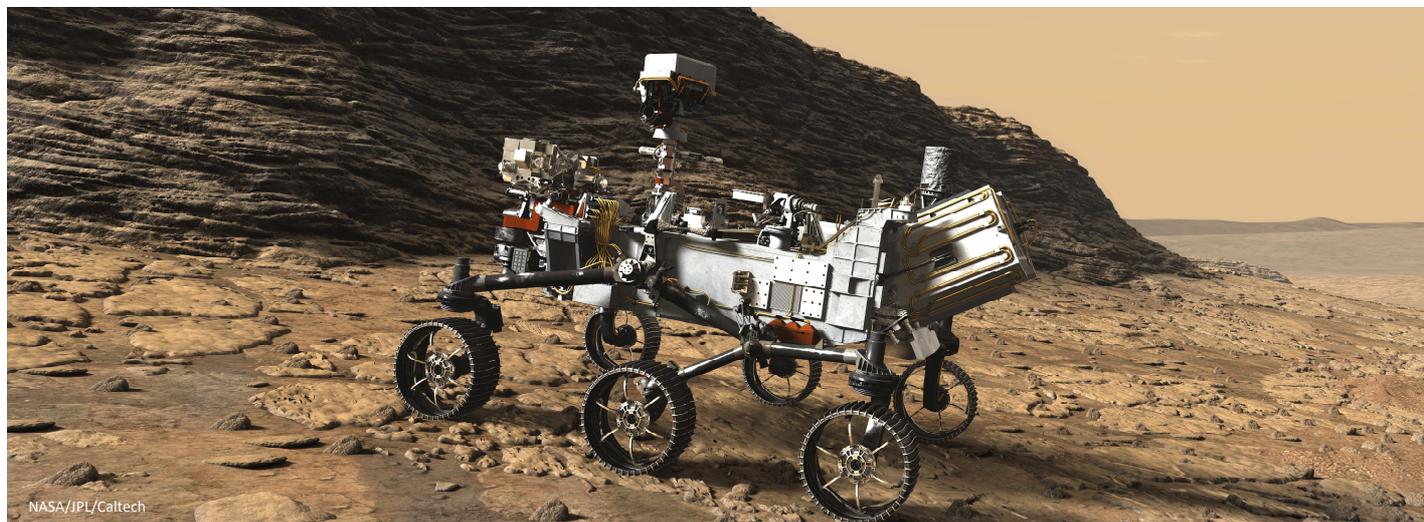
- ▼ Architecture mécanique ;
- ▼ Fabrications mécaniques.

LATMOS (CNRS/Sorbonne Université/Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines), Guyancourt

- ▼ Fournitures électroniques (cartes pour le spectromètre IR) ;
- ▼ Gestion des composants électroniques.

ISAE-SUPAERO, Toulouse

- Responsable de l'architecture et du développement microphone ;
- Conception, fabrication, intégration et tests du microphone.



OPERATIONS A LA SURFACE DE MARS

La France participe aux opérations scientifiques de la mission Mars 2020, en collaboration avec le Caltech/JPL qui opère l'ensemble du projet et le LANL. Les logiciels de préparation des commandes (téléométrie montante) et d'analyse des données (téléométrie descendante) pour SuperCam sont développés conjointement par le LANL, le CNES, l'IRAP et le LESIA. Le CNES développe le centre des opérations scientifiques – FOCSE Mars2020 – en partenariat avec l'IRAP. Ce centre accueille l'équipe de scientifiques et d'ingénieurs français qui assure, en alternance avec le LANL et le support de partenaires européens, la planification et le suivi quotidien des activités SuperCam.

EXPERTISE SCIENTIFIQUE

De nombreux laboratoires des communautés astronomie et sciences de la Terre contribuent pour le compte du CNRS, de ses partenaires et de Supaero au développement de l'instrument SuperCam, à la préparation des opérations, et bientôt à l'analyse des données à la surface de Mars.

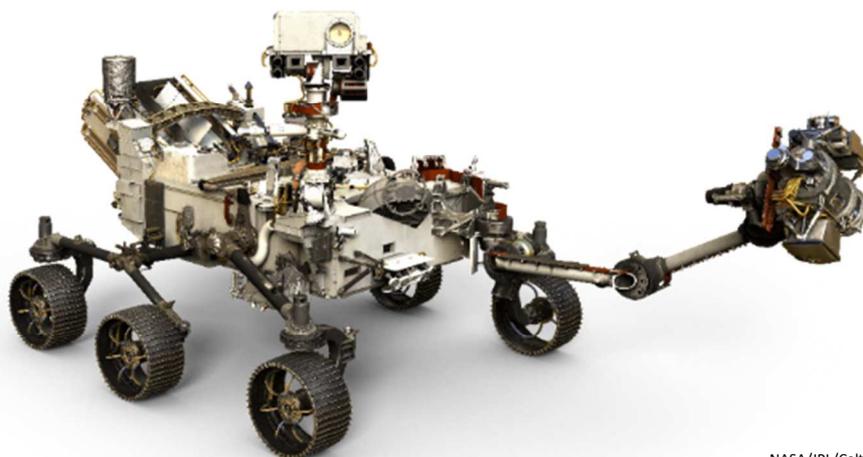
- IMPMC** Institut de minéralogie, de physique des matériaux et de cosmochimie (CNRS/MNHN/Sorbonne Université), Paris ;
- IPAG** Institut de planétologie et d'astrophysique de Grenoble (CNRS/Université Grenoble Alpes), Grenoble ;
- IRAP** Institut de recherche en astrophysique et planétologie (CNRS/CNES/Université Toulouse III Paul Sabatier), Toulouse ;
- LGL-TPE** Laboratoire de géologie de Lyon : terre, planètes, environnement (CNRS/ENS de Lyon/ Université Claude Bernard Lyon 1), Lyon ;
- LESIA** Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique (Observatoire de Paris-PSL/CNRS/Sorbonne Université/Université de Paris), Meudon ;
- CELIA** Centre lasers intenses et applications (CNRS/CEA/Université de Bordeaux), Bordeaux ;
- LPG** Laboratoire de planétologie et géodynamique (CNRS/Université de Nantes/Université d'Angers), Nantes ;
- LATMOS** Laboratoire atmosphères, milieux, observations spatiales (CNRS/Sorbonne Université/Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines), Guyancourt
- GeoRessources** Georressources (CNRS/Université de Lorraine), Nancy ;

▼ LAB	Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux (CNRS/Université de Bordeaux), Bordeaux ;
▼ IAS	Institut d'astrophysique spatiale (CNRS/Université Paris-Saclay), Orsay ;
▼ ISAE-SUPAERO	Institut supérieur en aéronautique et espace, Toulouse ;
▼ ISTerre	Institut des sciences de la Terre (CNRS/IRD/Université Savoie Mont-Blanc/ Université Grenoble Alpes), Grenoble ;
▼ IMFT	Institut de mécanique des fluides de Toulouse (CNRS/ Université Toulouse III Paul Sabatier/Toulouse INP), Toulouse.

Le CNES assure l'accompagnement budgétaire des activités scientifiques.

PARTENARIATS INDUSTRIELS MAJEURS POUR LA LIVRAISON DE MATÉRIELS SPECIFIQUES *(A l'exclusion de prestations et matériels commerciaux)*

Optiques	Winlight System, Pertuis Optoprim, Vanves Optosigma, Les Ulis Fichou, Fresnes CILAS, Aubagne	Miroirs, Lame de Schmidt Dichroïques, lentilles Miroirs, lentilles Lame dichroïque
Mécanique	COMAT, Flourens MecanoID, Toulouse MAP coatings, Pamiers	Fabrications mécaniques Modélisation, tests Traitements de surface
Electronique	Steel, Martres Tolosane Microtec, Toulouse Hirex, Toulouse Matra Electronics AXON'Cable, Montmirail	Cartes électroniques Moyens sols, câblage Approvisionnement des composants Electronique IR Harnais
Systèmes intégrés	Thalès LAS, Elancourt 3D+, Buc Gooch & Housego, Grande Bretagne PI MiCos, Allemagne	Laser Imageur AOTF Mécanisme de translation



CONTACTS PRESSE

Pascale Bresson — Attachée de presse
Tél. 01 44 76 75 39 / pascale.bresson@cnes.fr

Raphaël Sart — Responsable presse
Tél. 01 44 76 74 51 / raphael.sart@cnes.fr

presse.cnes.fr

Bureau de presse
Tél. 01 44 96 51 51 / presse@cnsr.fr

www.cnsr.fr

