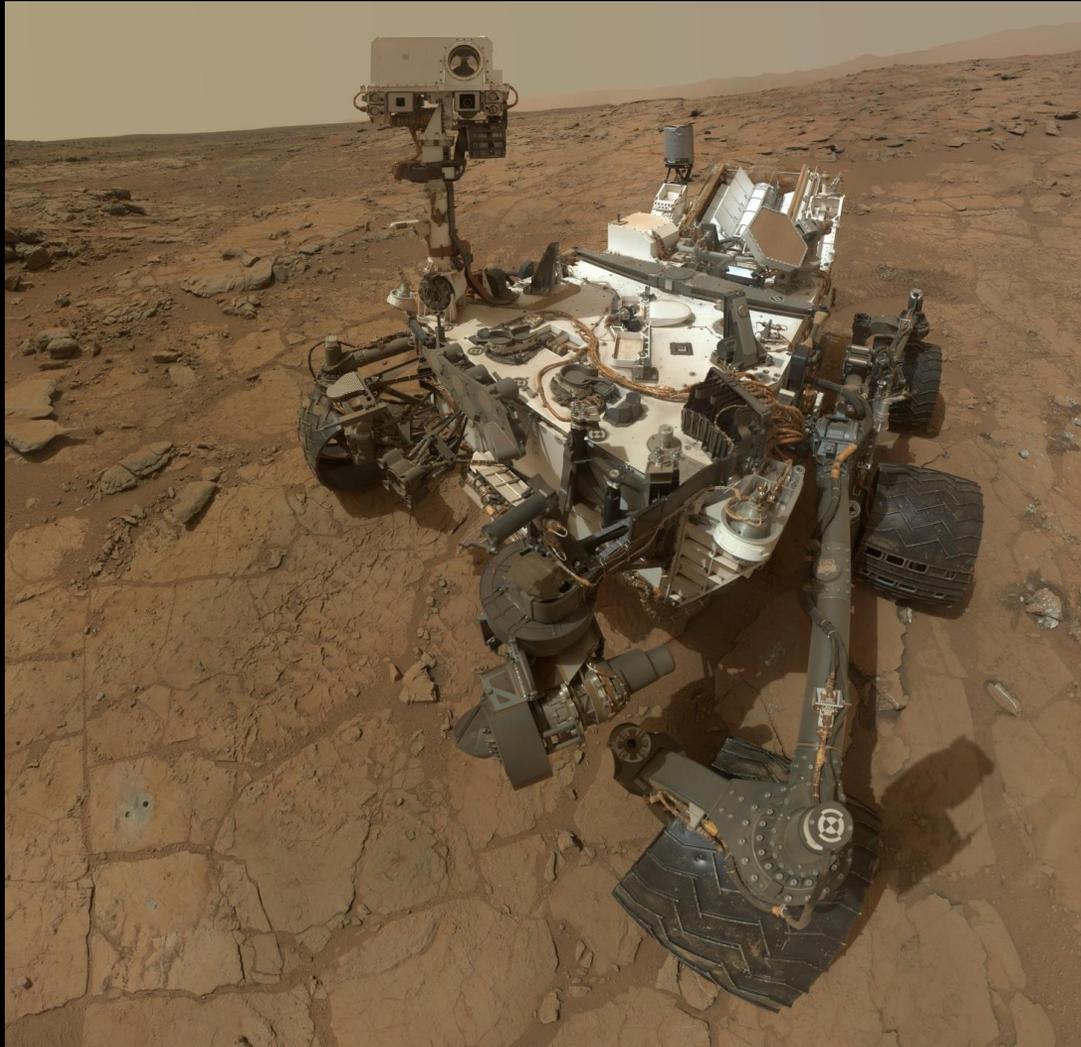


De Perseverance à Curiosity: 10 ans d'exploration de Mars

N. Mangold, LPG

Curiosity 2012



Perseverance 2021



Pourquoi aller sur Mars?



Calotte
glaciaire

L'eau aujourd'hui
est sous forme de glace

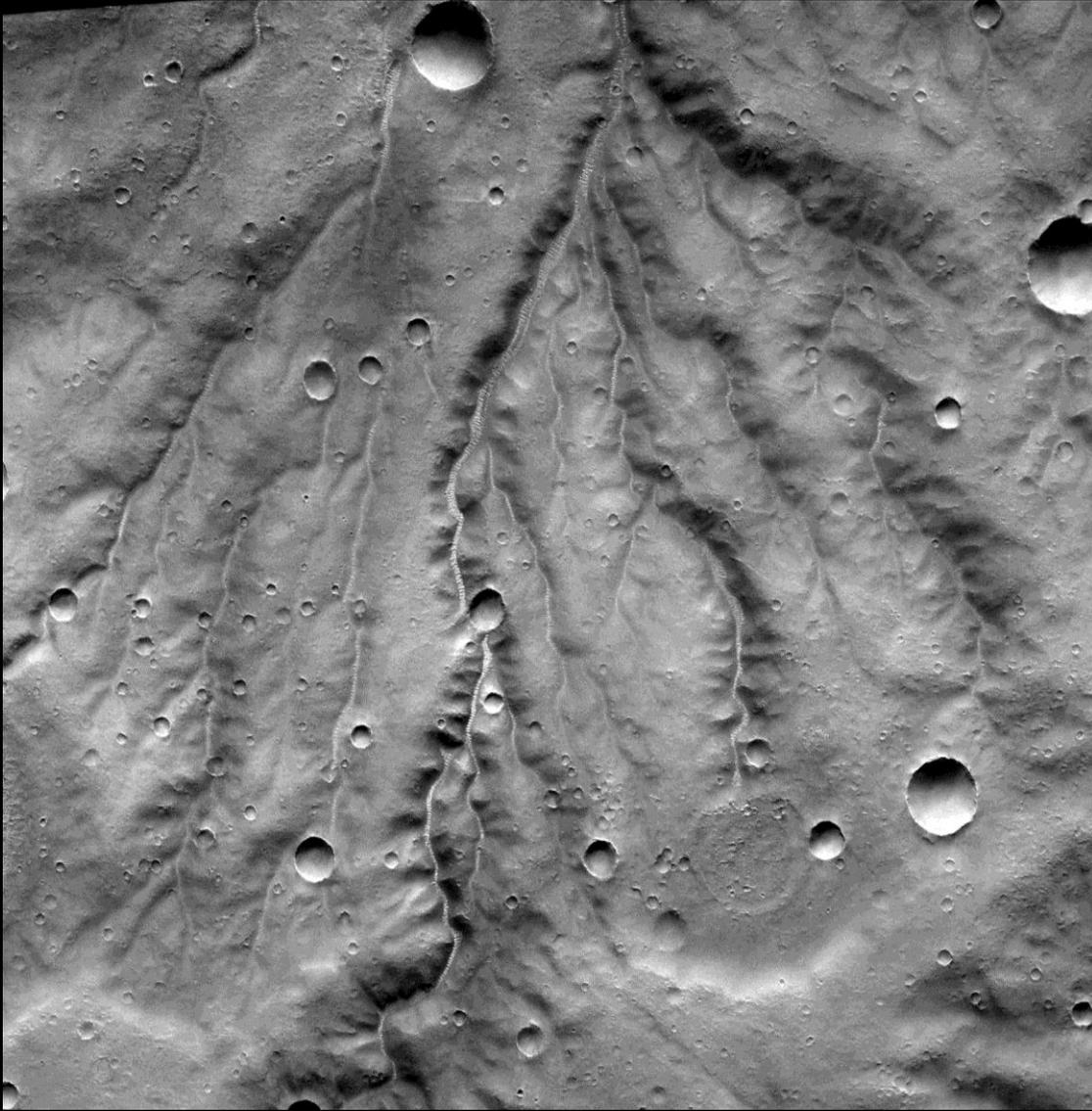
Les températures descendent à -130°C aux pôles en hiver

La pression atmosphérique est de 6 hPa

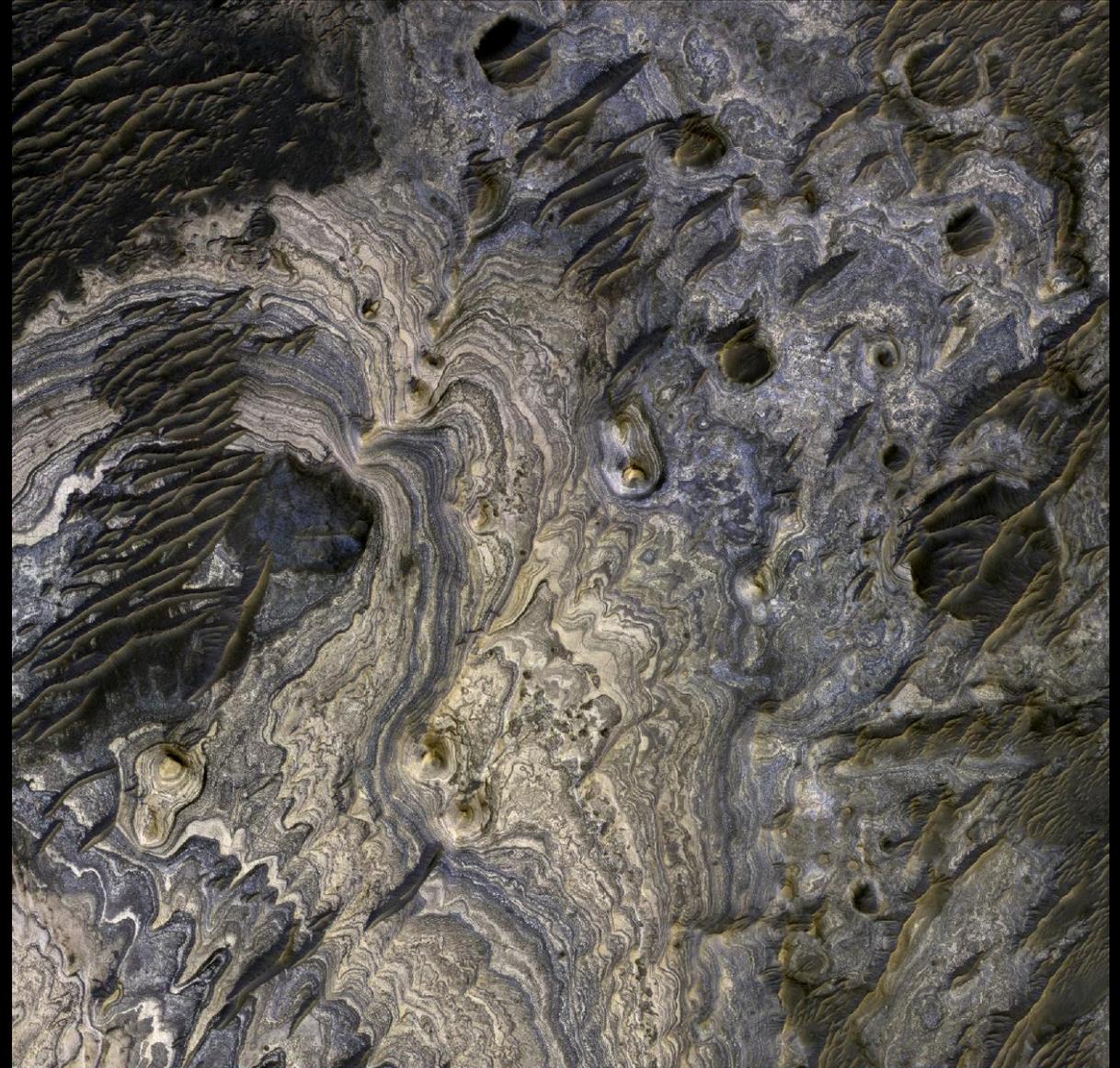
L'eau ne peut pas être liquide de manière permanente

Un passé lointain différent

Anciens réseaux fluviaux



Sédiments avec des minéraux hydratés (argiles, sels)





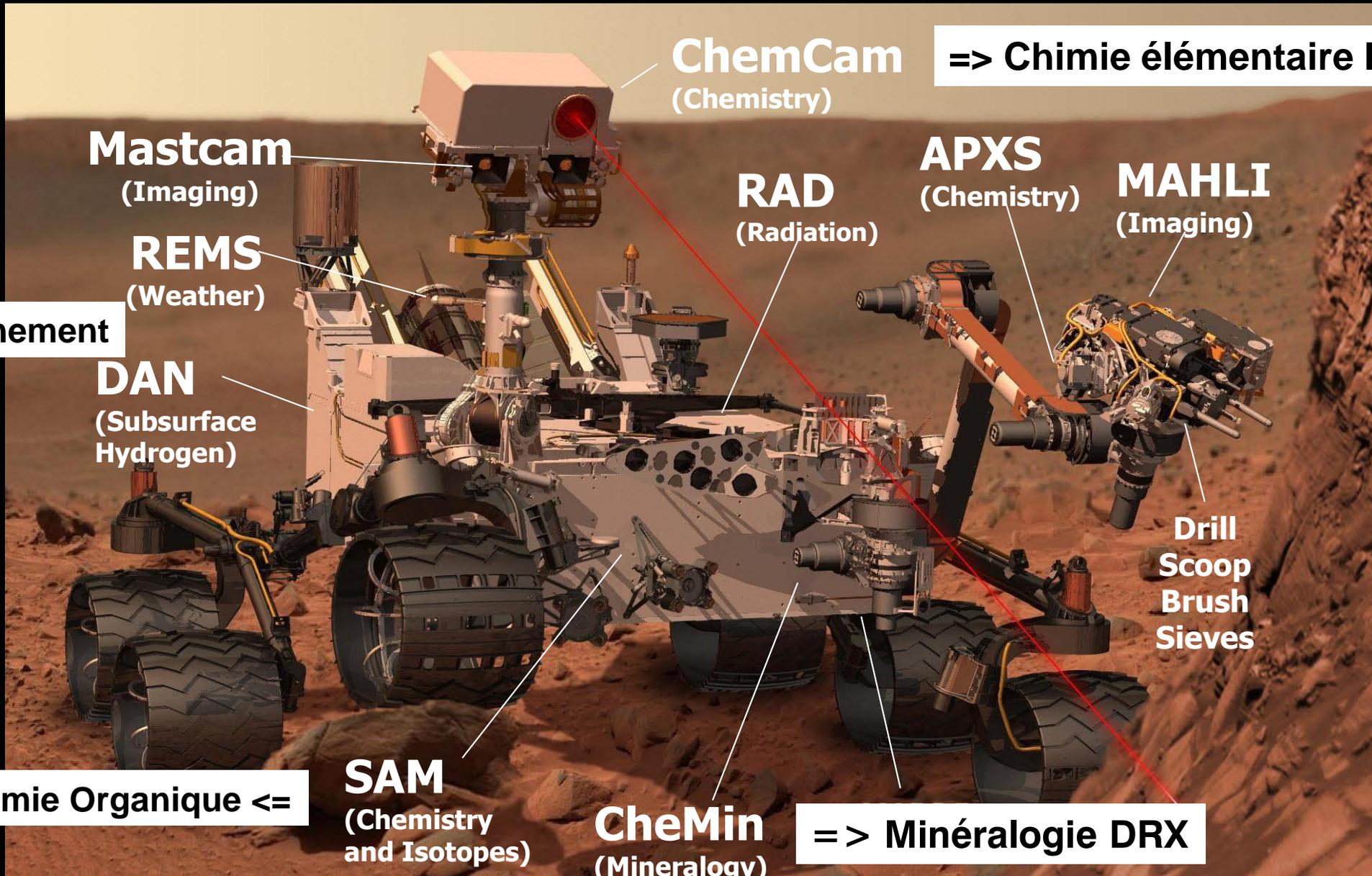
Mars aujourd'hui, un désert froid
avec de la glace d'eau dans le sol,
dans les glaciers et les calottes.

Eau liquide absente



Mars il y a 3,5-4 milliards d'années...
des rivières, des lacs
et les roches argileuses,
...comme sur Terre ?
A une période où la vie se formait sur Terre

Curiosity: Un laboratoire mobile



ChemCam
(Chemistry)

=> Chimie élémentaire LIBS

Mastcam
(Imaging)

REMS
(Weather)

RAD
(Radiation)

APXS
(Chemistry)

MAHLI
(Imaging)

Environnement

DAN
(Subsurface Hydrogen)

**Drill
Scoop
Brush
Sieves**

Chimie Organique <=

SAM
(Chemistry and Isotopes)

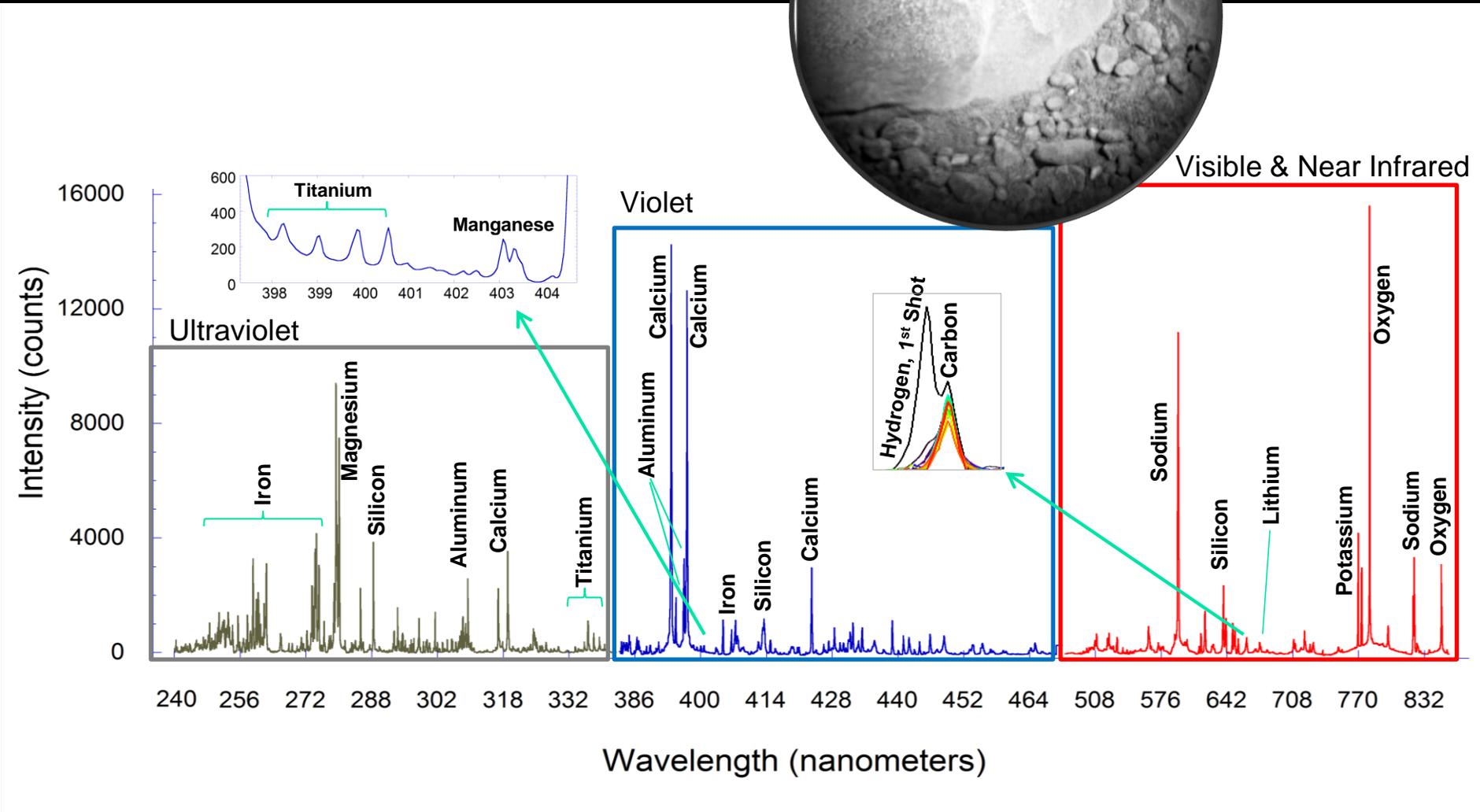
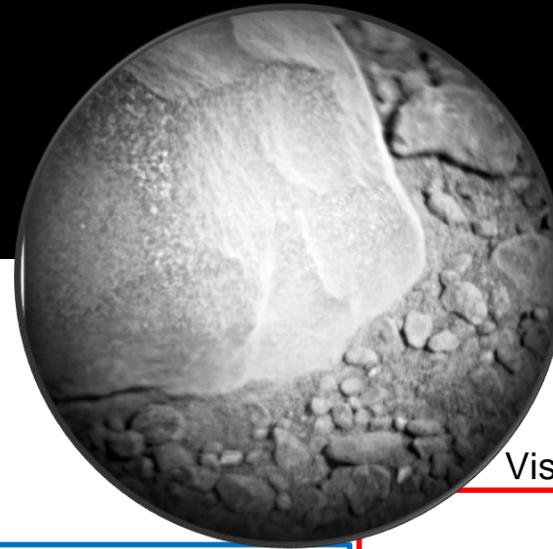
CheMin
(Mineralogy)

=> Minéralogie DRX

ChemCam

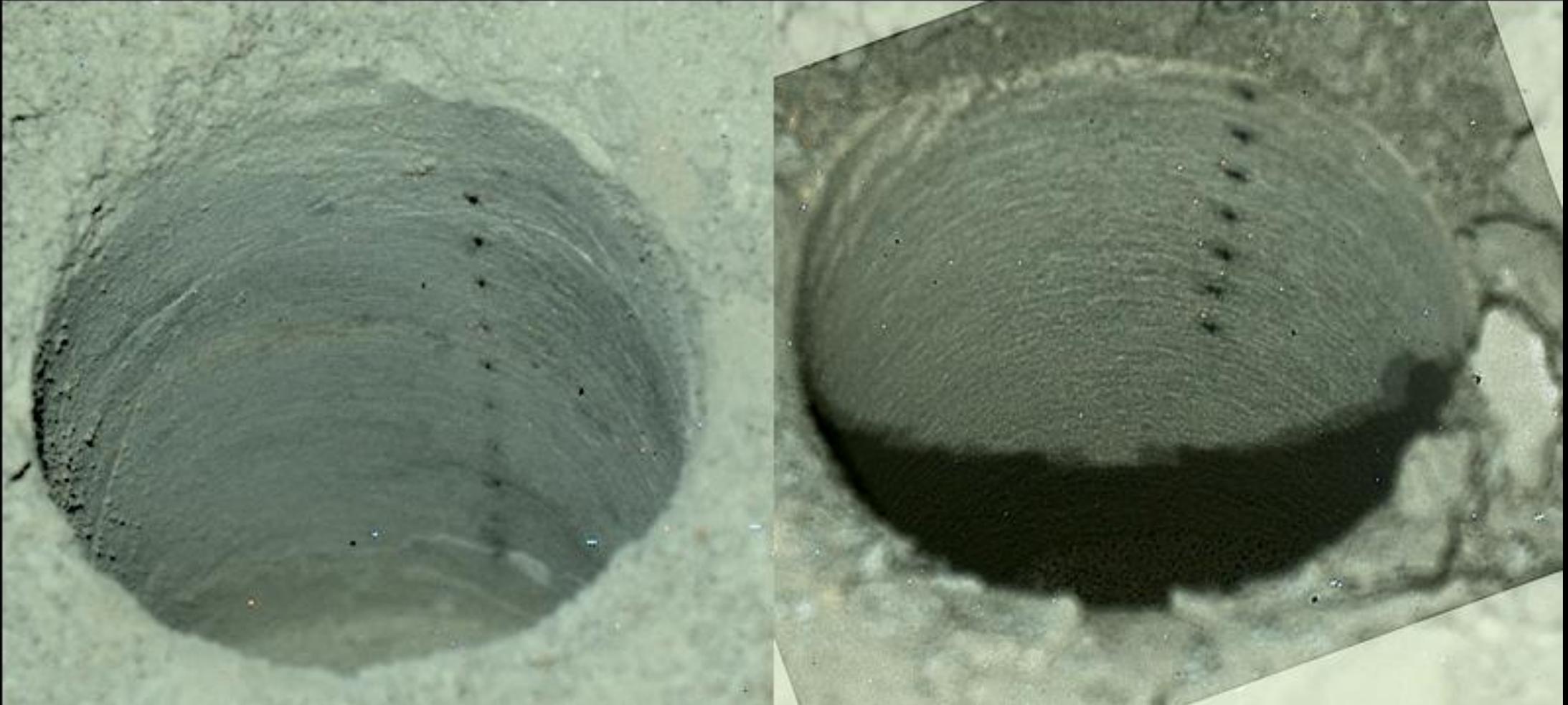
Coronation

Environ 20-25 éléments détectés,
dont l'hydrogène

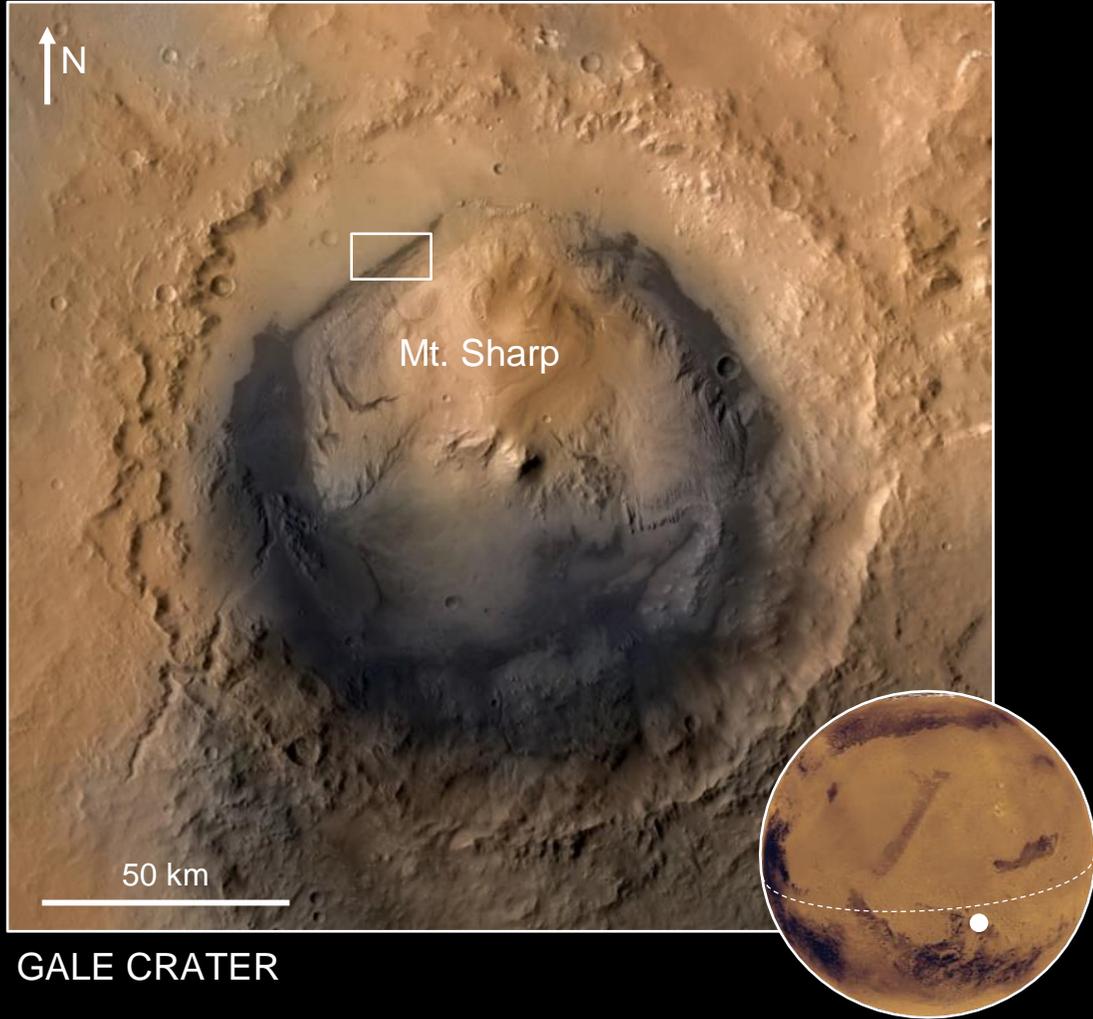


A ce jour, ChemCam a tiré plus de 890 000 tirs à la surface de Mars, sur plus de 4000 cibles

Tirs laser dans les cavités de carottage

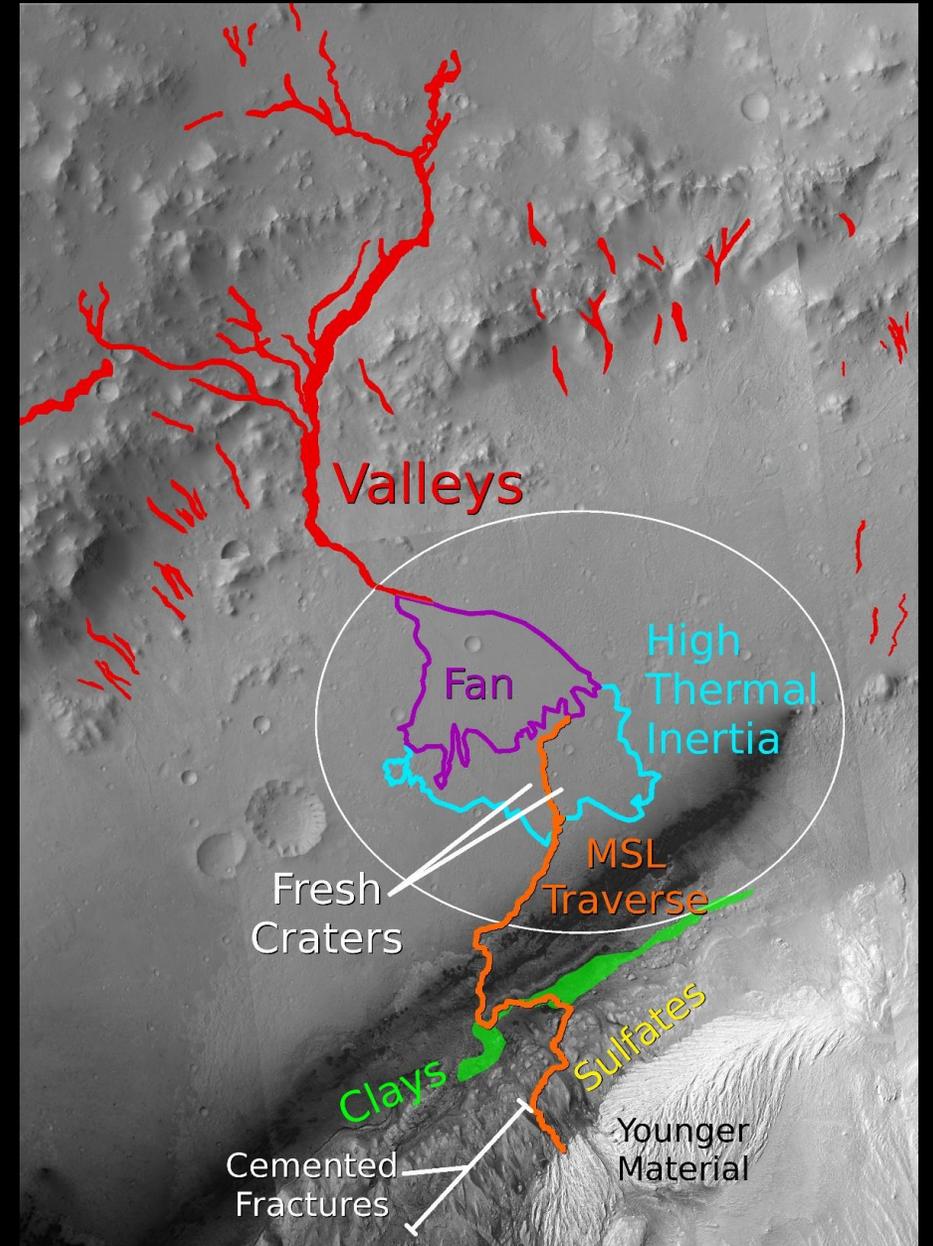


Le site de Gale crater



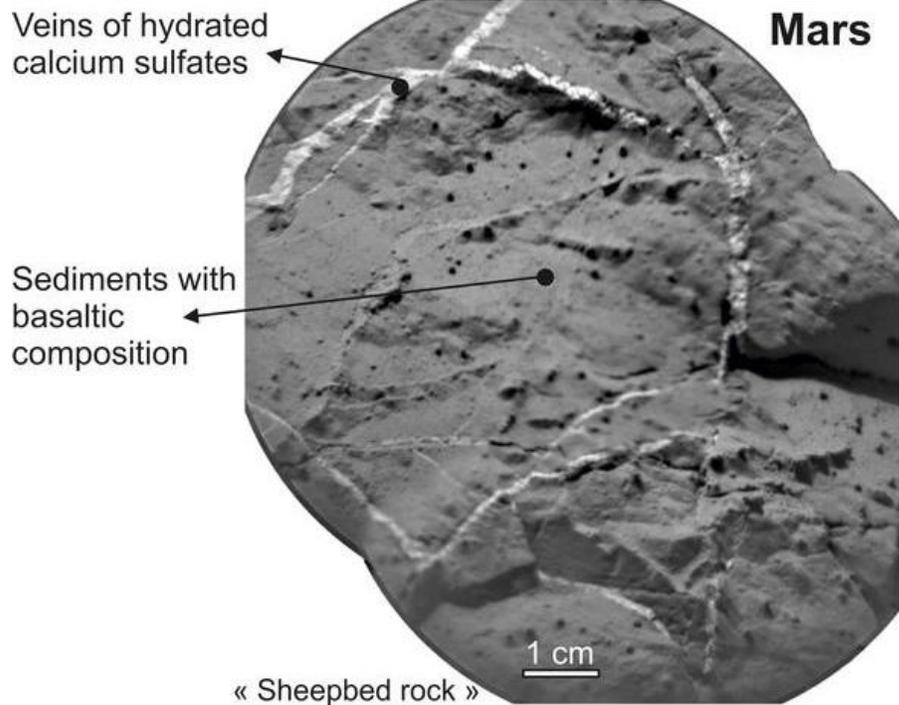
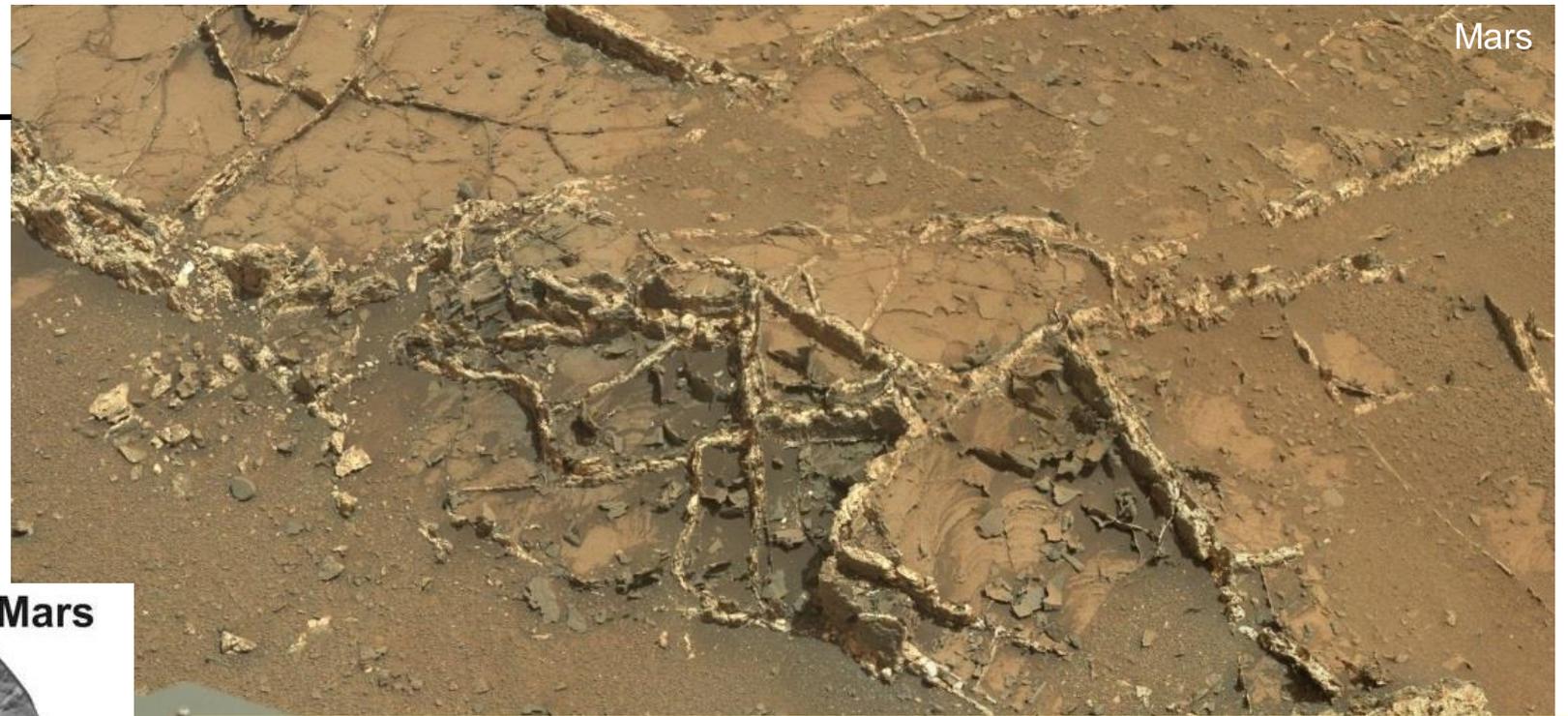
GALE CRATER

Gale crater
Site de Curiosity



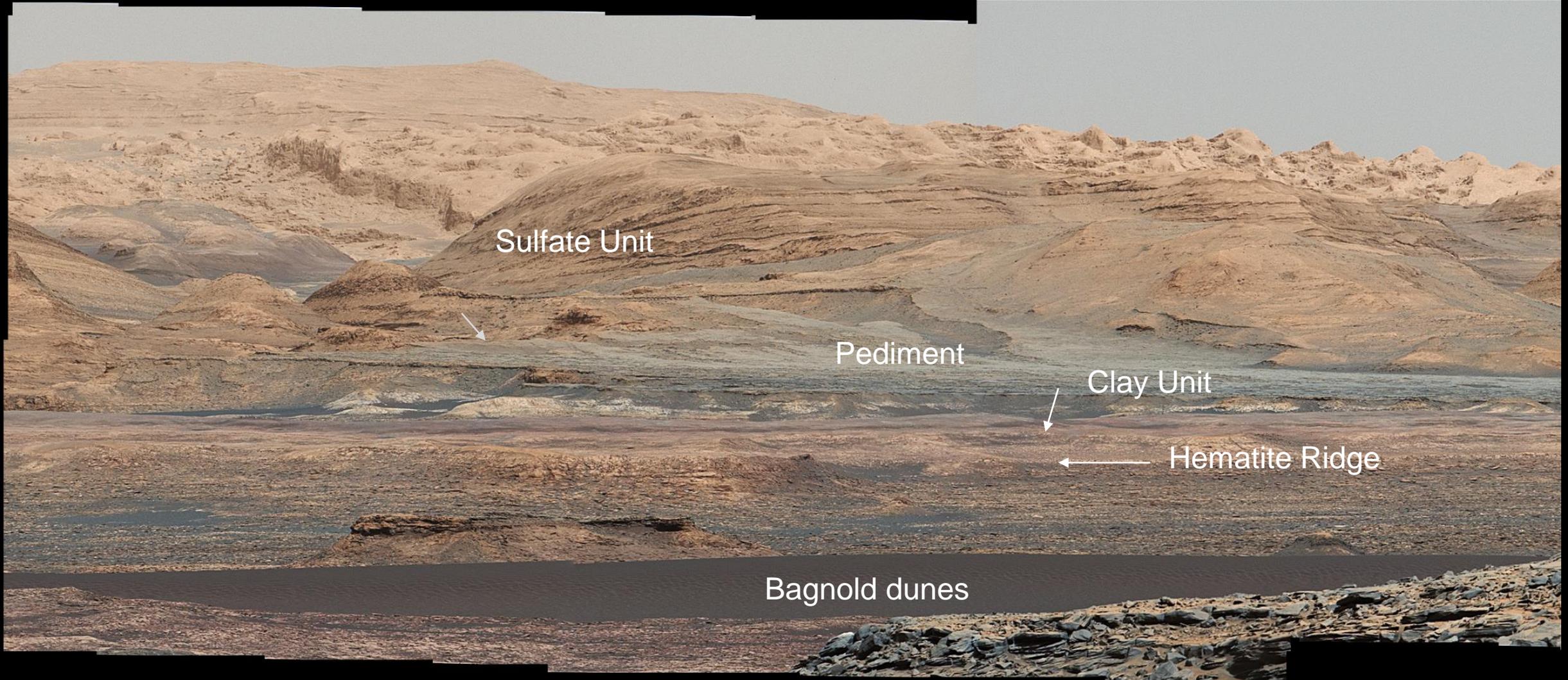
Figures diagénétiques

Dues à des fluides souterrains
Présence de soufre (gypse)
Formation après la cimentation
du sédiment



Nachon et al., 2014, 2017

Le Mont Sharp



Sulfate Unit

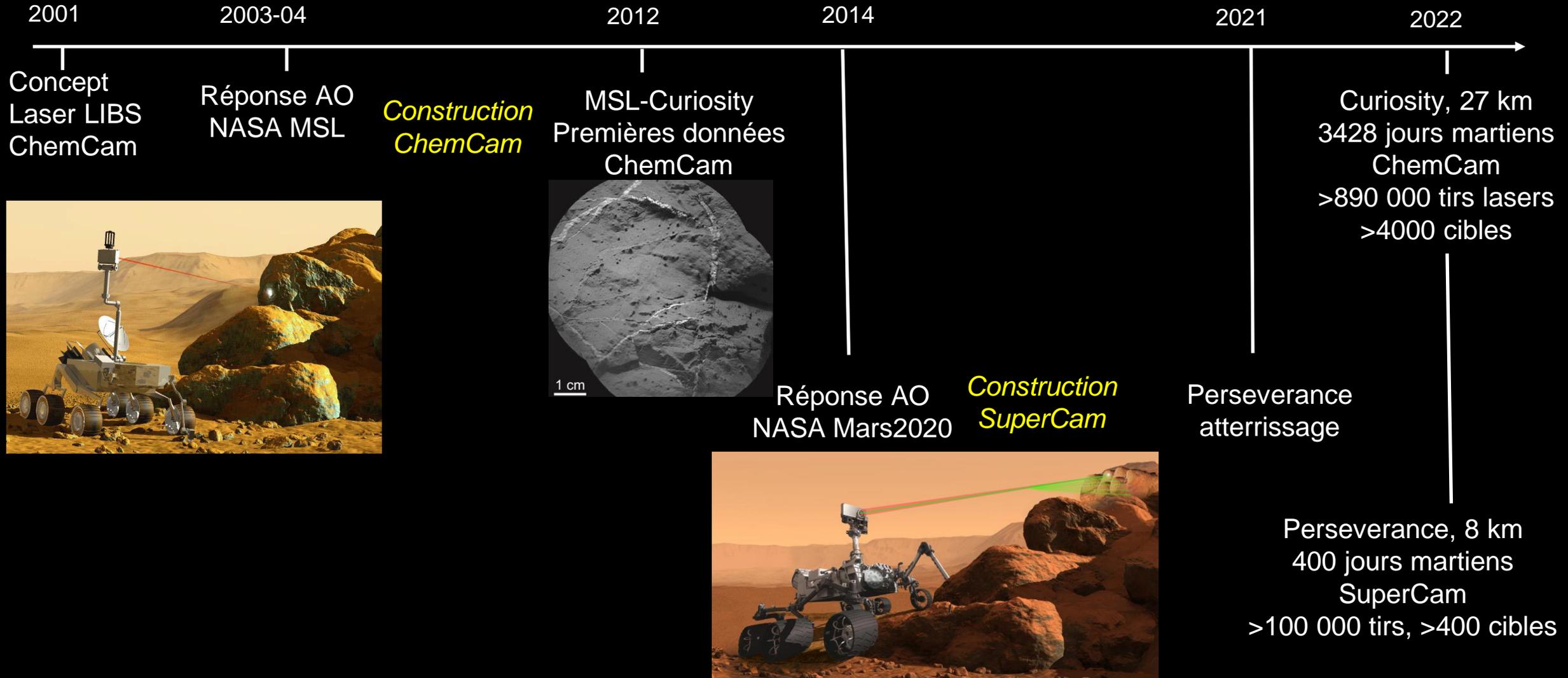
Pediment

Clay Unit

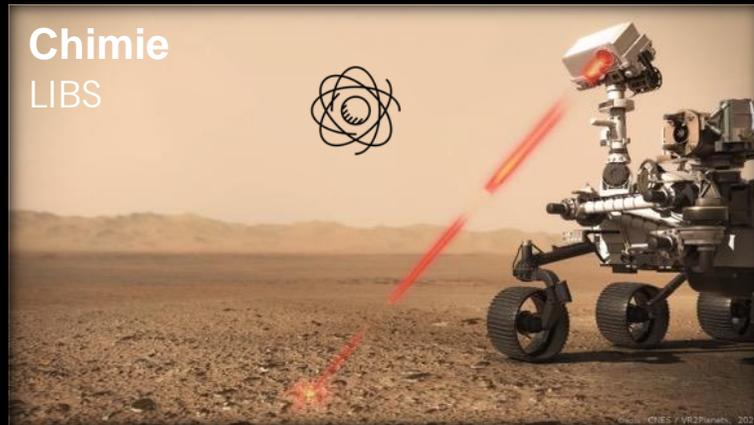
Hematite Ridge

Bagnold dunes

De ChemCam à SuperCam

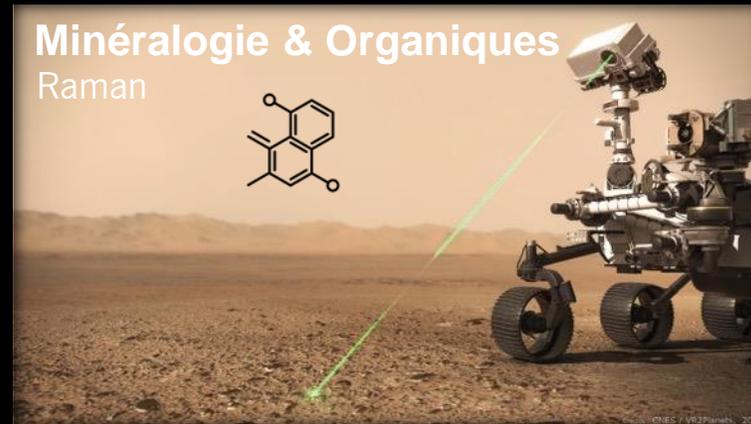
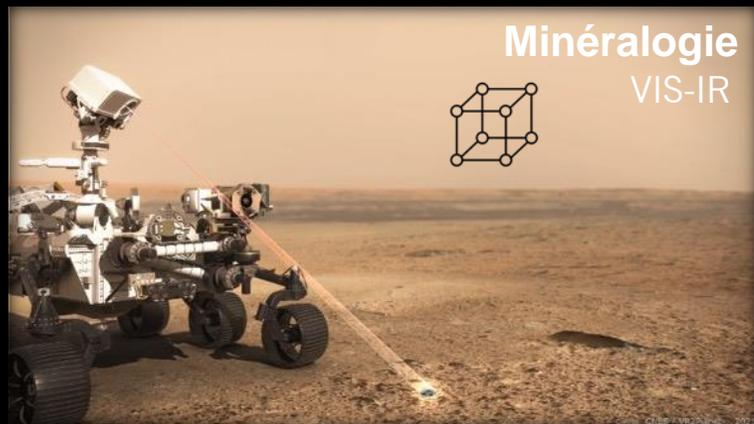


L'instrument SuperCam : 5 techniques d'observation à distance



Sols • Roches • Atmosphère

5 techniques



Objectifs scientifiques

- Caractériser l'habitabilité
- Recherche de traces de vie passée

Support au retour d'échantillons

- Identifier les meilleurs échantillons
- Documenter le contexte géologique

Mastcam-Z
Zoomable Panoramic Cameras

SuperCam
Laser Micro-Imager

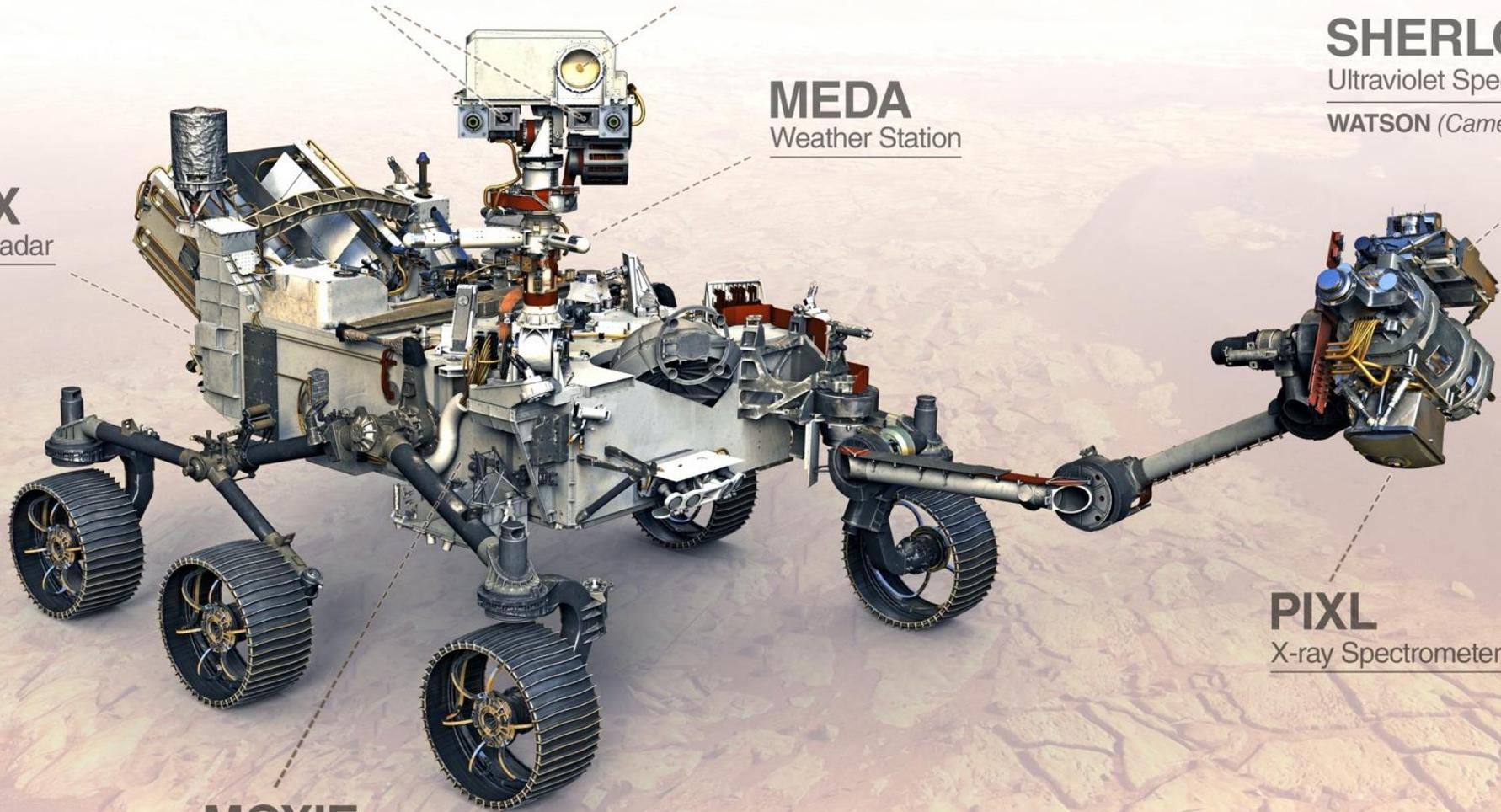
MEDA
Weather Station

SHERLOC
Ultraviolet Spectrometer
WATSON (Camera)

RIMFAX
Subsurface Radar

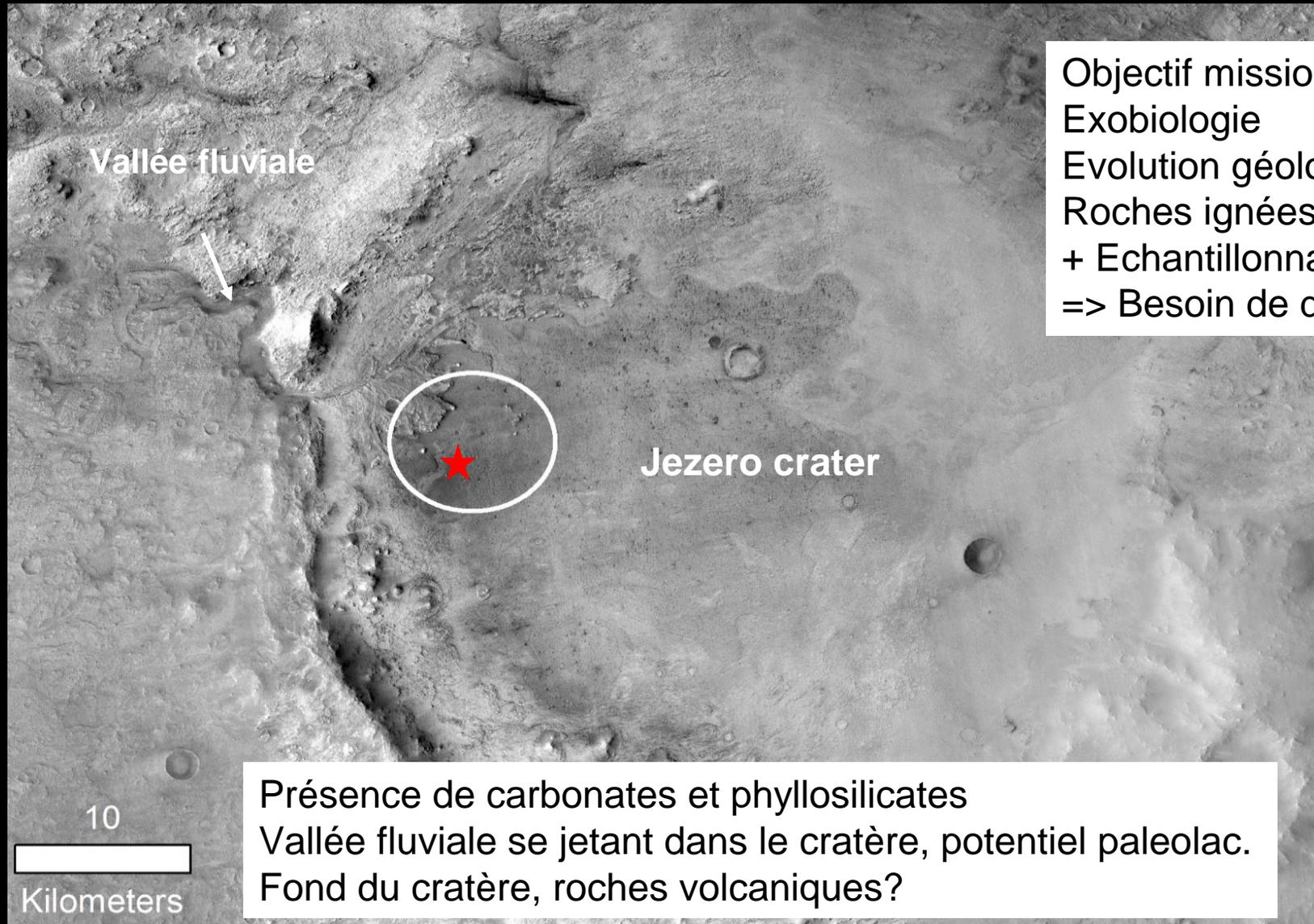
PIXL
X-ray Spectrometer

MOXIE
Produces Oxygen from Martian CO₂



Le site de Jezero crater

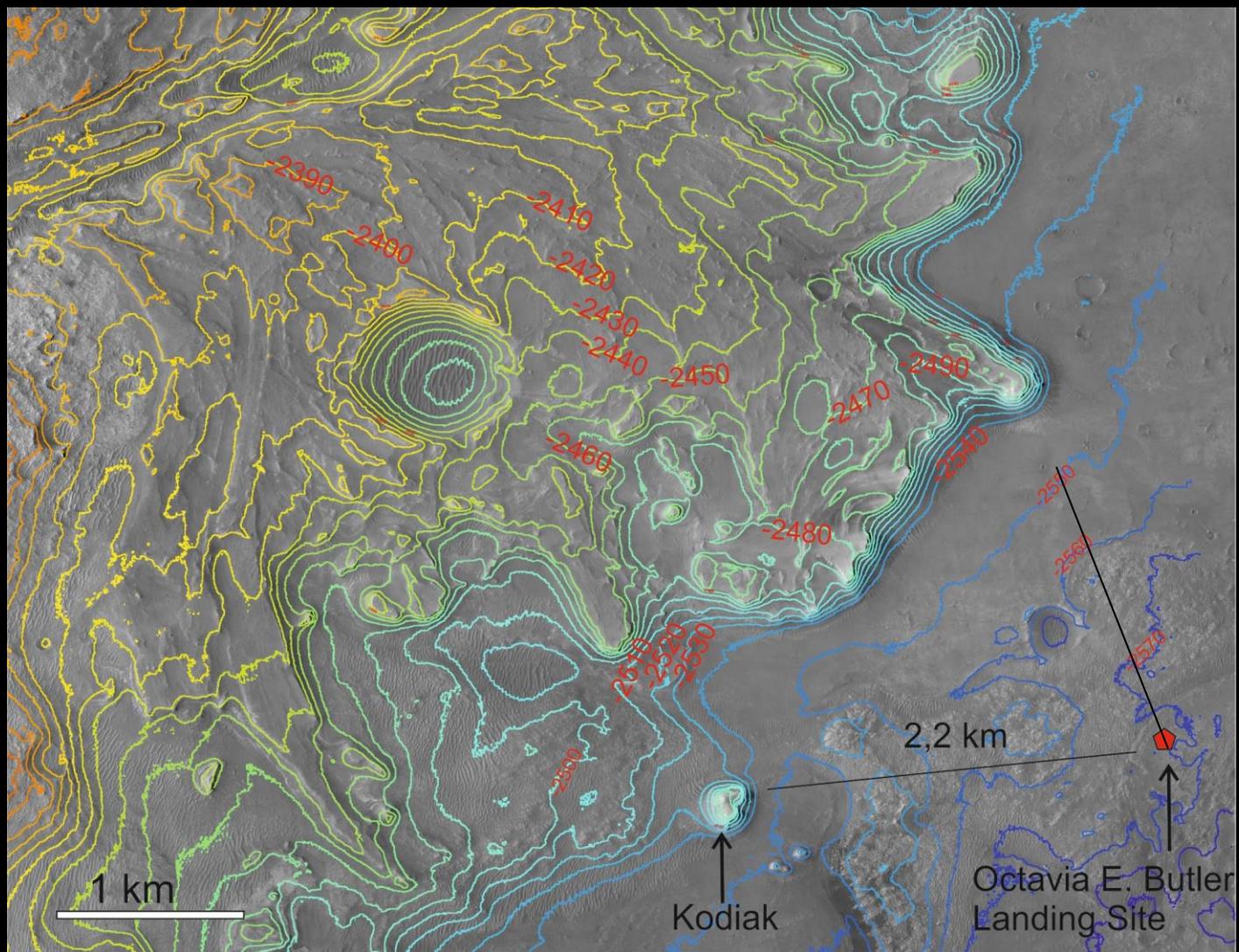
Perseverance



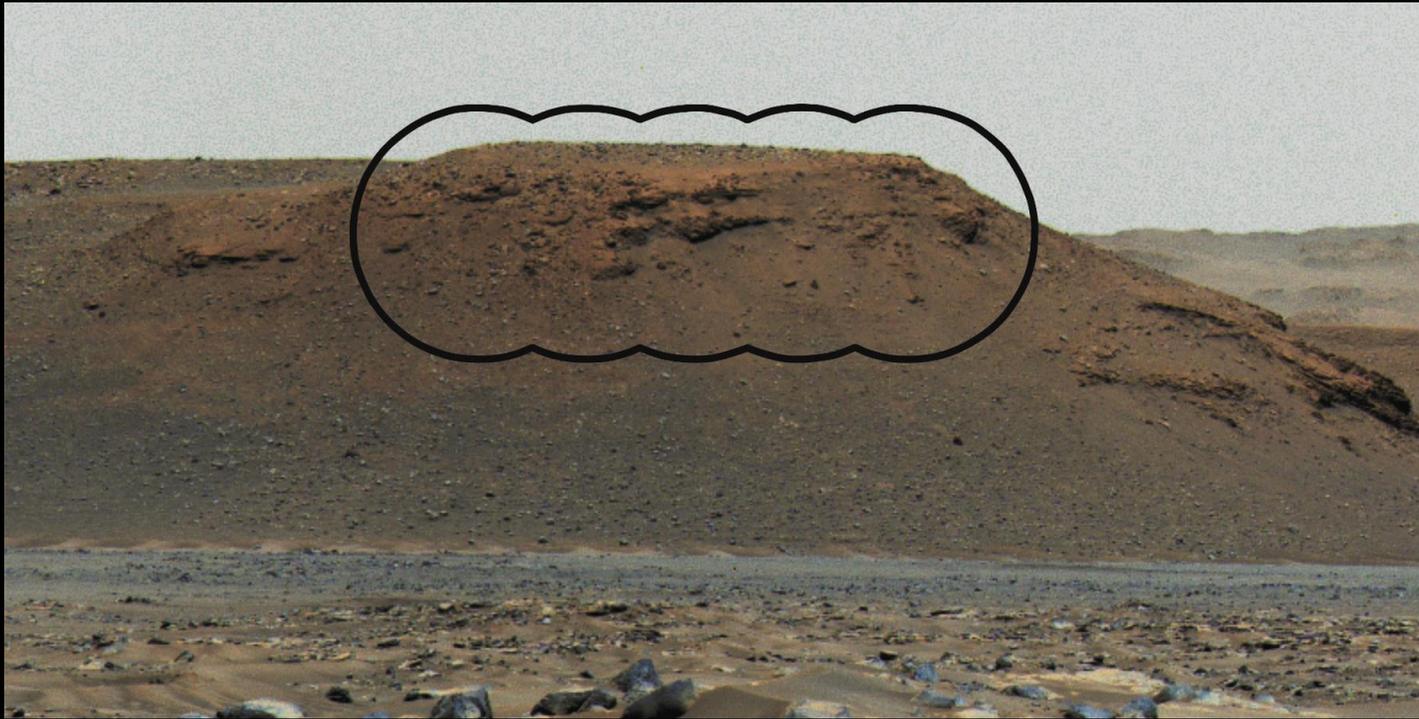
Objectif mission Mars 2020:
Exobiologie
Evolution géologique
Roches ignées
+ Echantillonnage des roches pour MSR
=> Besoin de diversité géologique

Présence de carbonates et phyllosilicates
Vallée fluviale se jetant dans le cratère, potentiel paleolac.
Fond du cratère, roches volcaniques?





Matscam-Z



SuperCam/RMI

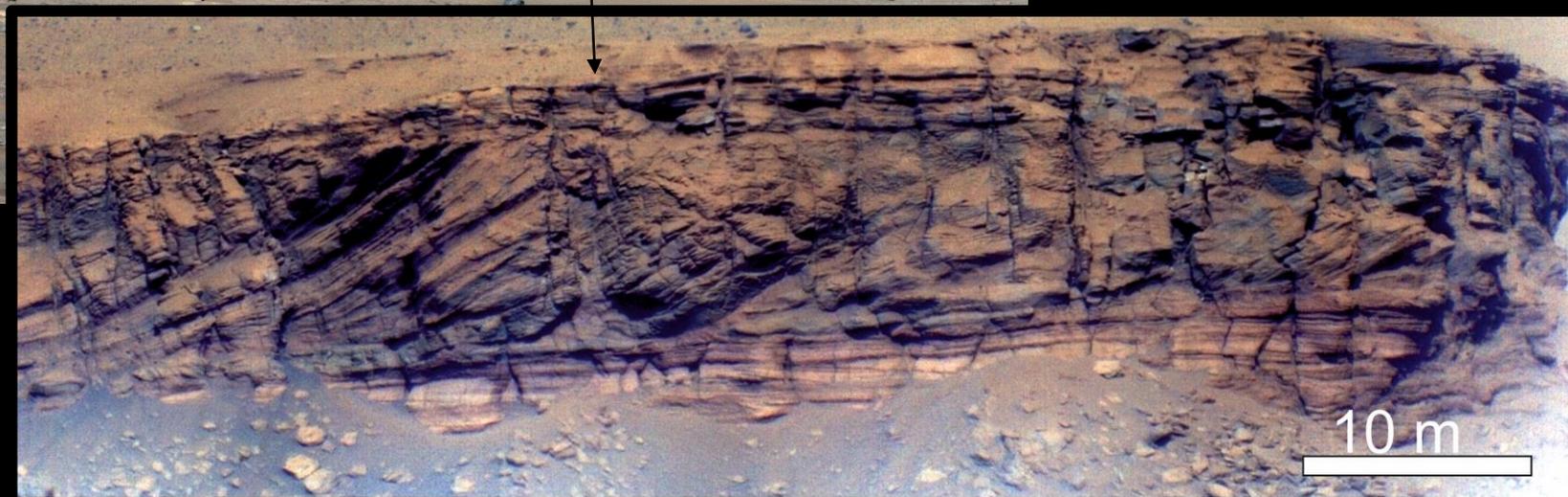
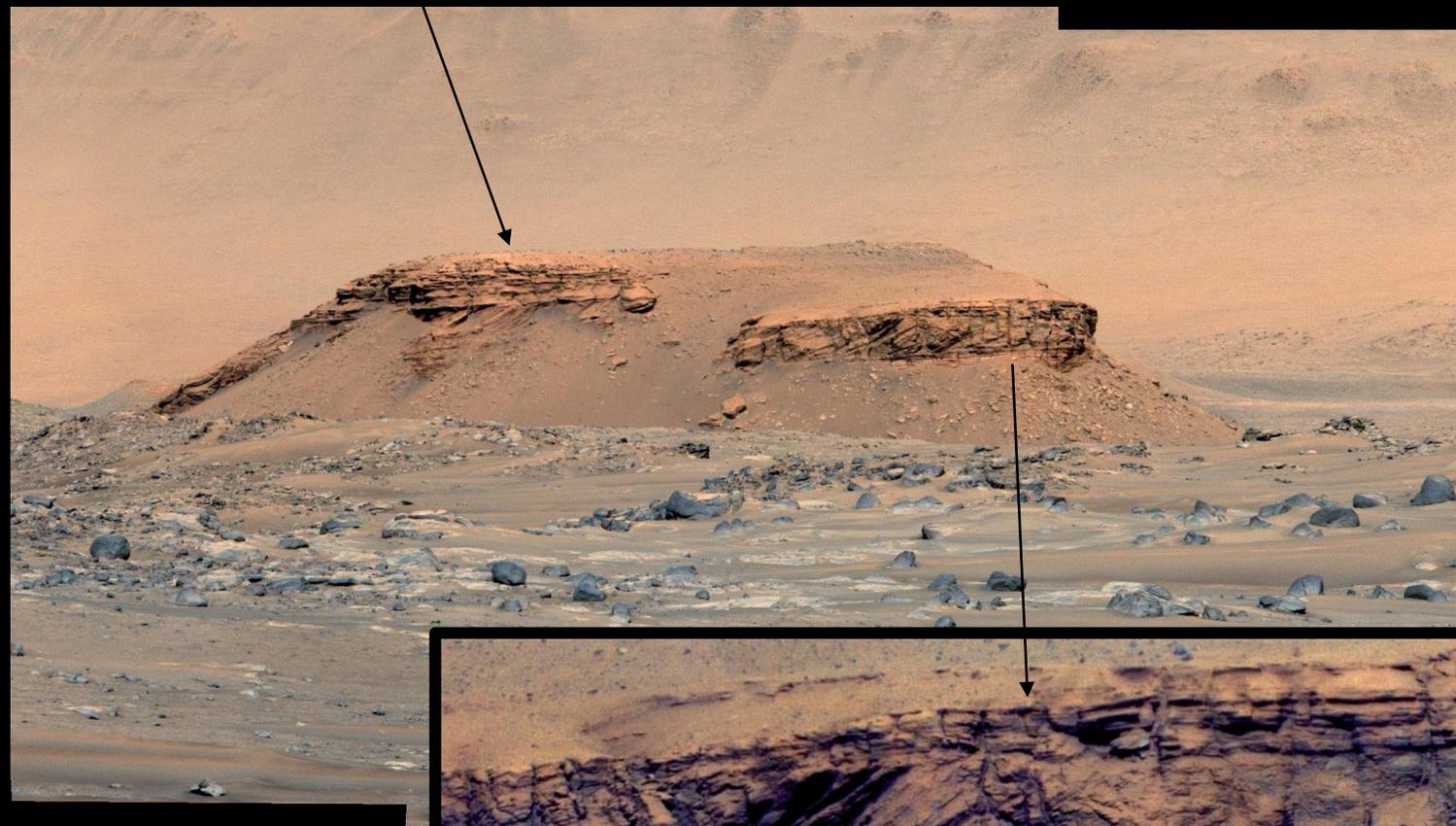
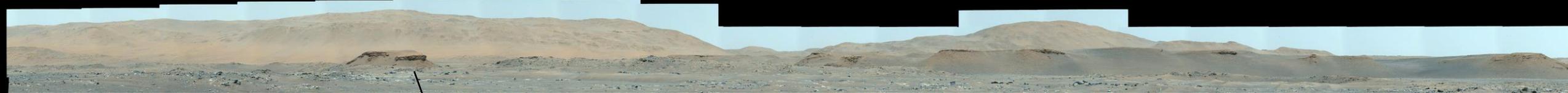


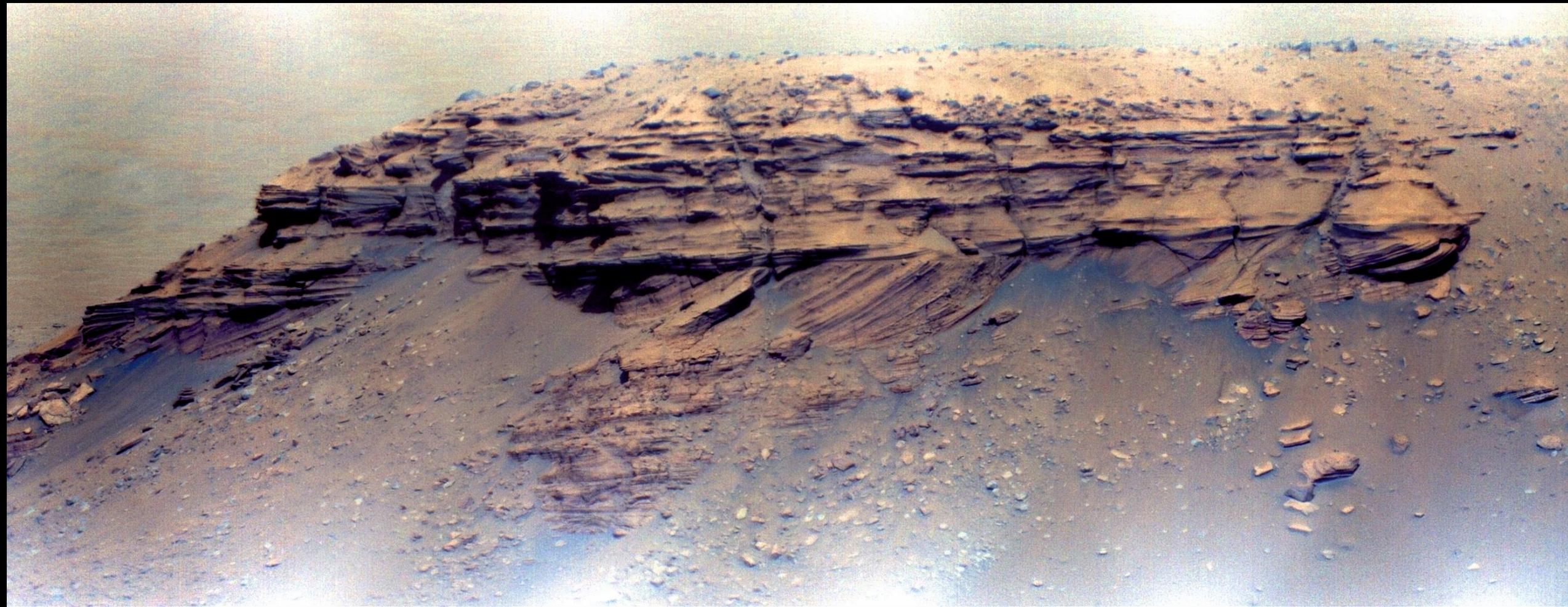
Image mars 2021



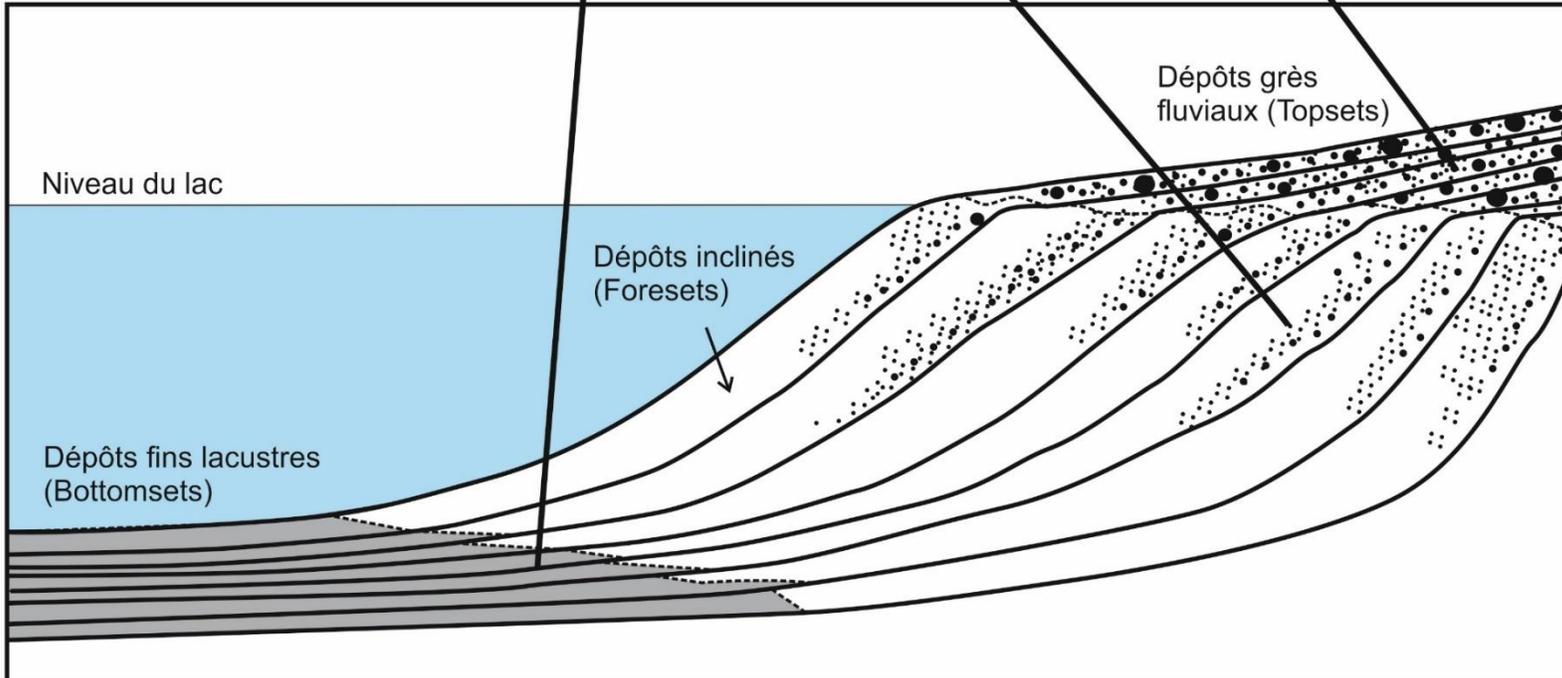
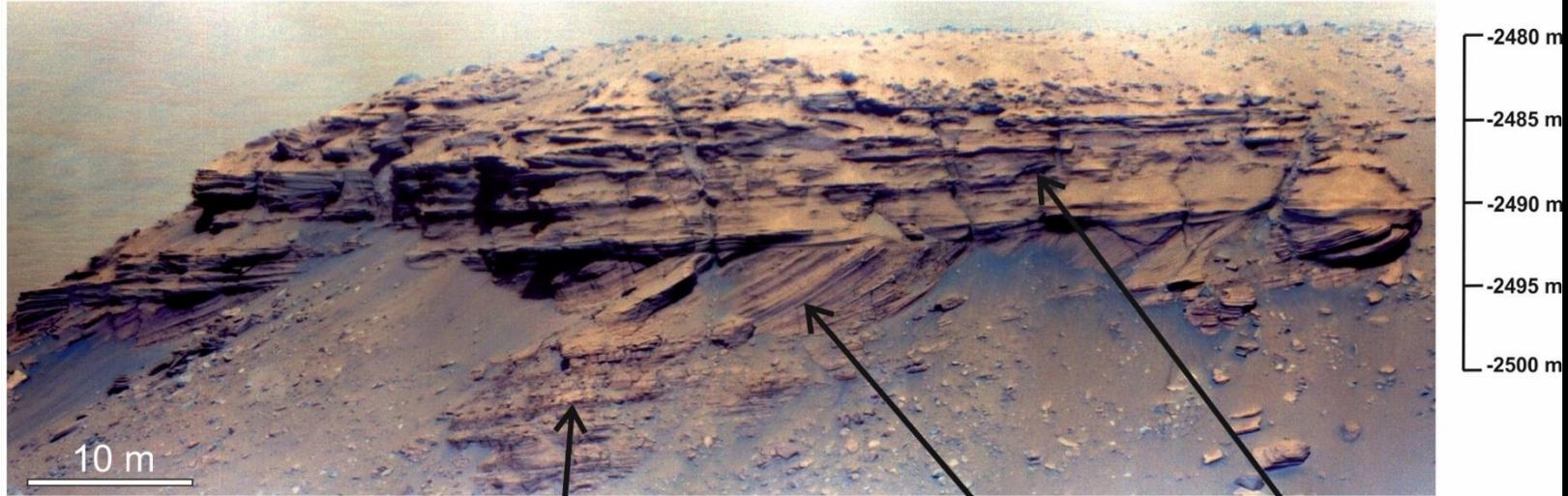
Image du 2 avril 2022







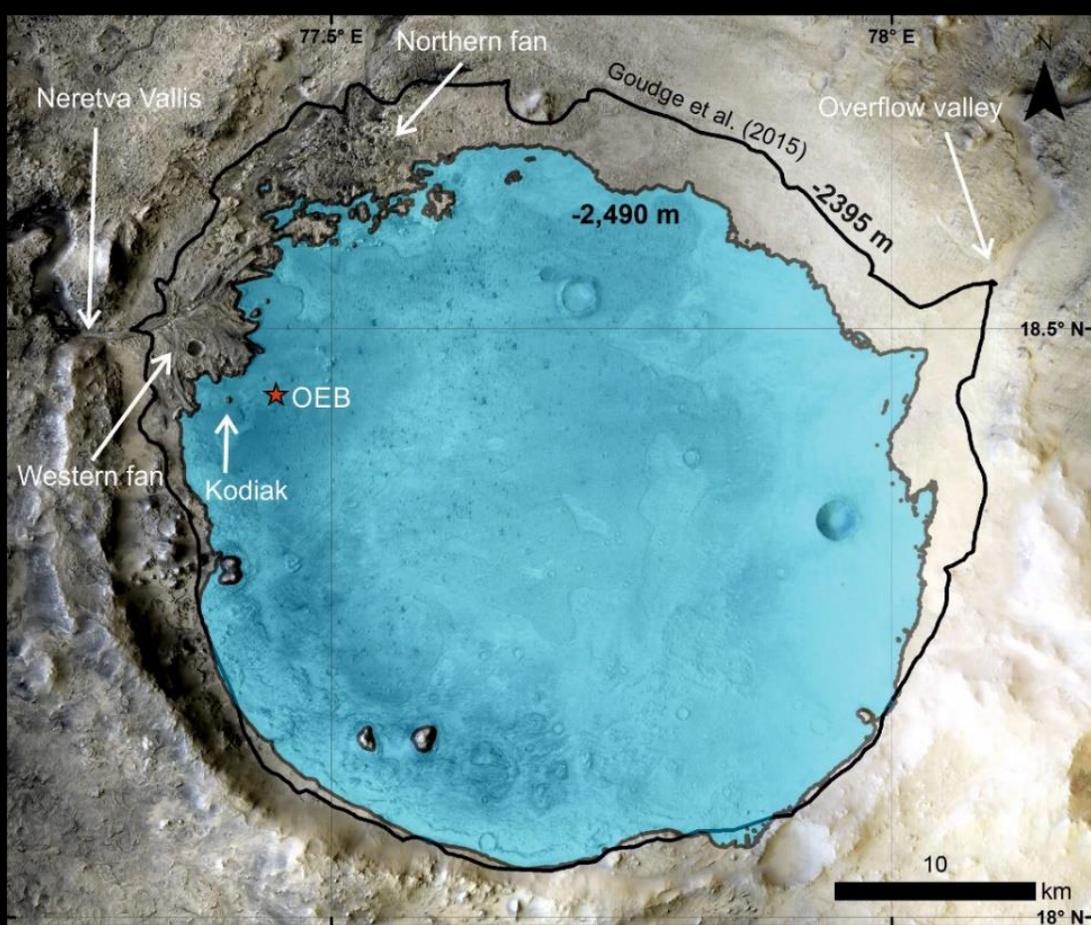
Falaise de la butte Kodiak



Coupe stratigraphique du front d'un delta comme observé sur Terre

Un lac dans Jezero crater

Mangold et al., 2021



Lac de 35 km de diamètre, environ 900 km²

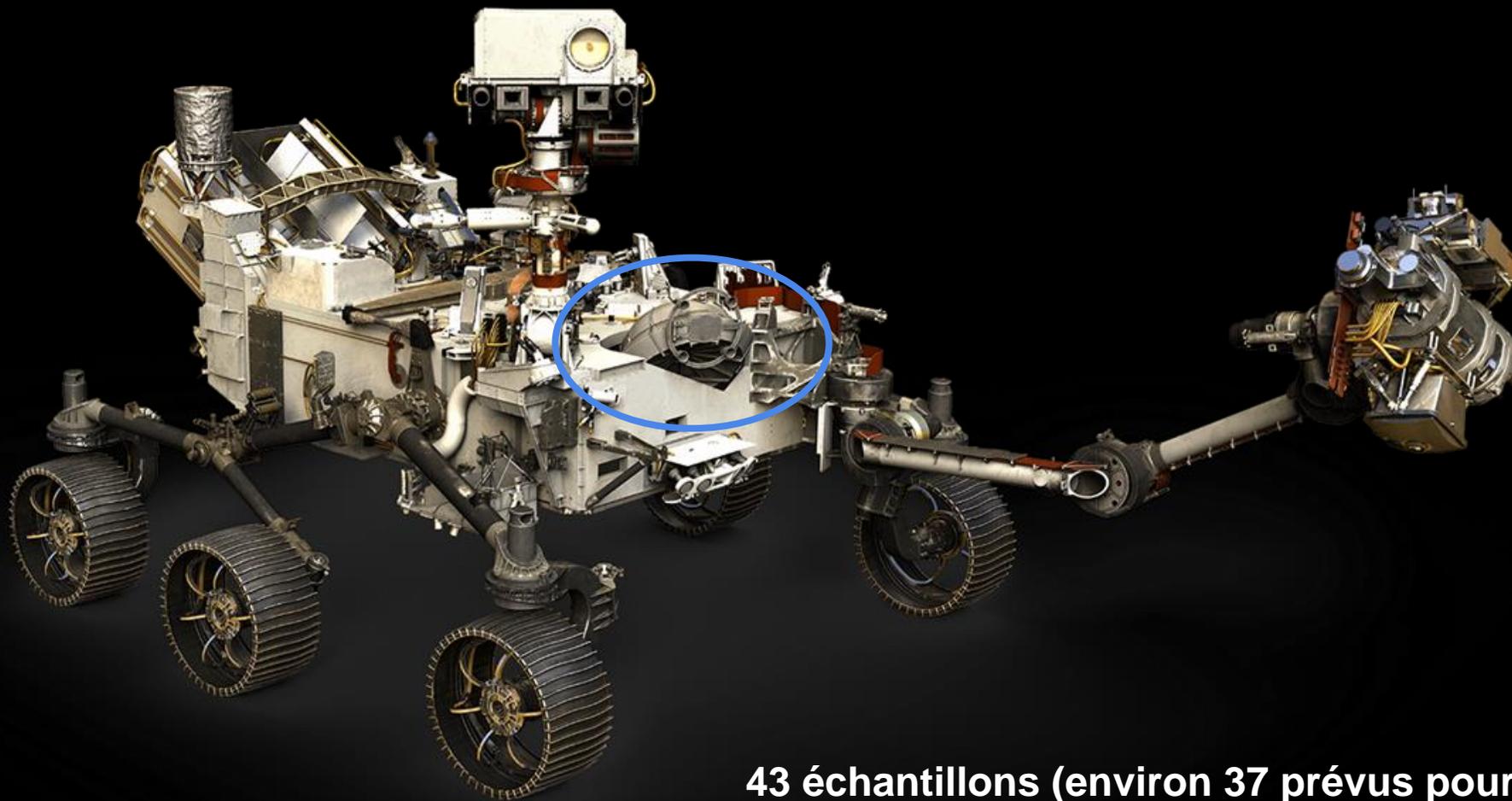
Différences avec les scénarios depuis l'orbite:

- Lac à une altitude 100 m plus basse que supposée
- Lac en système clos, et non pas ouvert vers une rivière qui ressort
- Fin de l'histoire lacustre marquée par les crues soudaines (les conglomérats à blocs)
=> Changement climatique

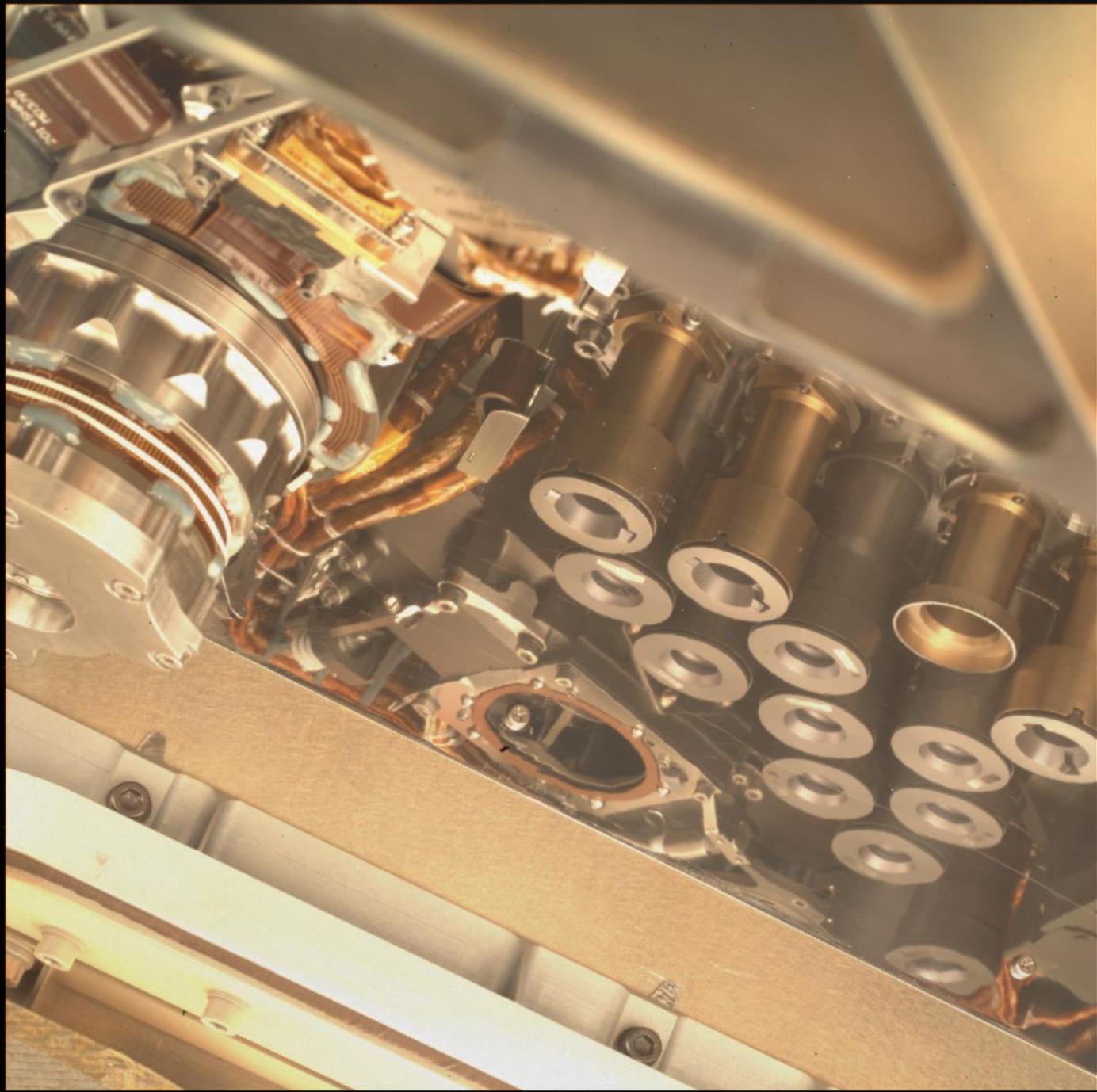


Lonar crater en Inde
(plus petit env. 5 km)
Mais clos et fluctuant
suivant les saisons

Le rover intègre un système d'échantillonnage

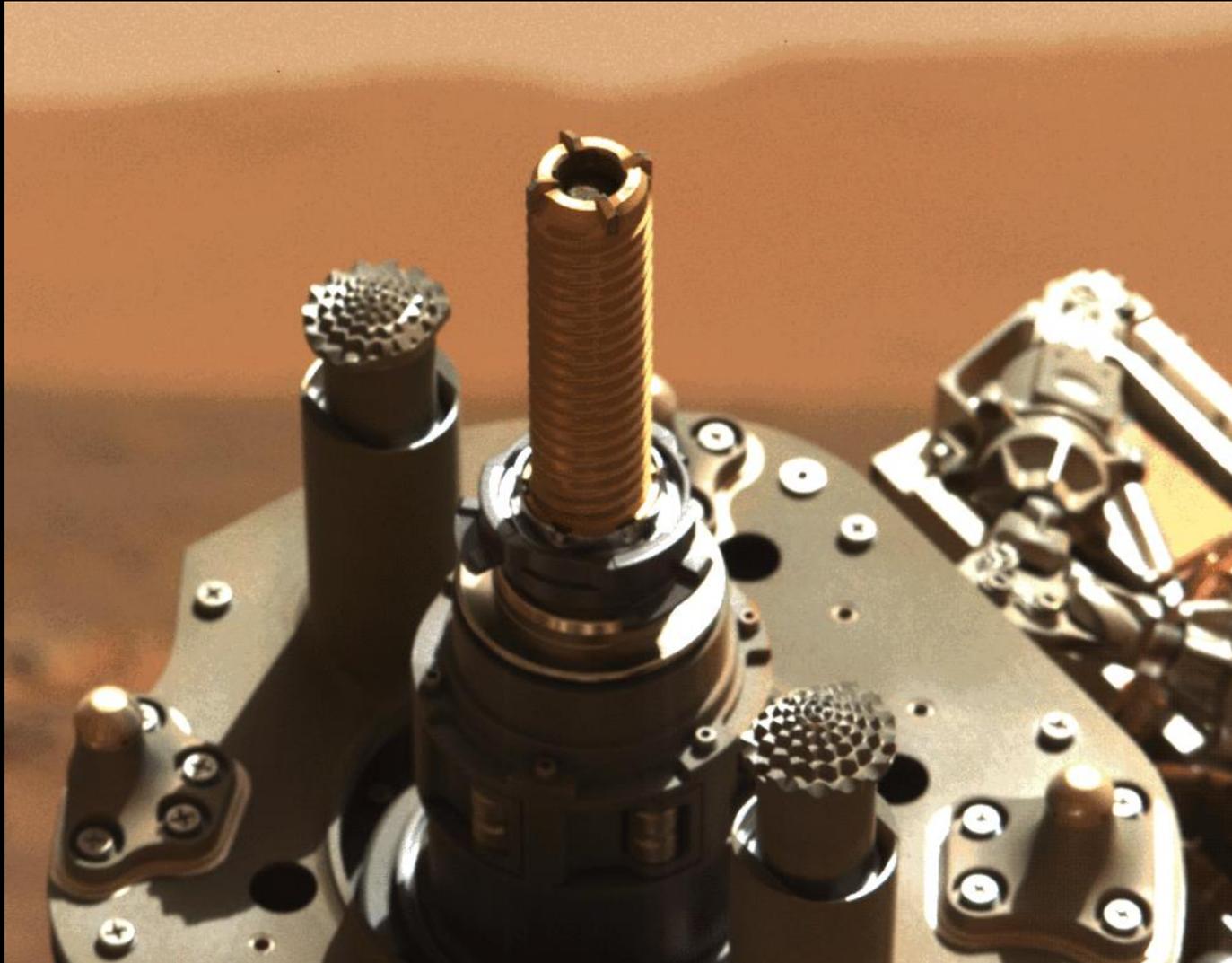


**43 échantillons (environ 37 prévus pour les roches)
Environ 10 cm³ / échantillon**

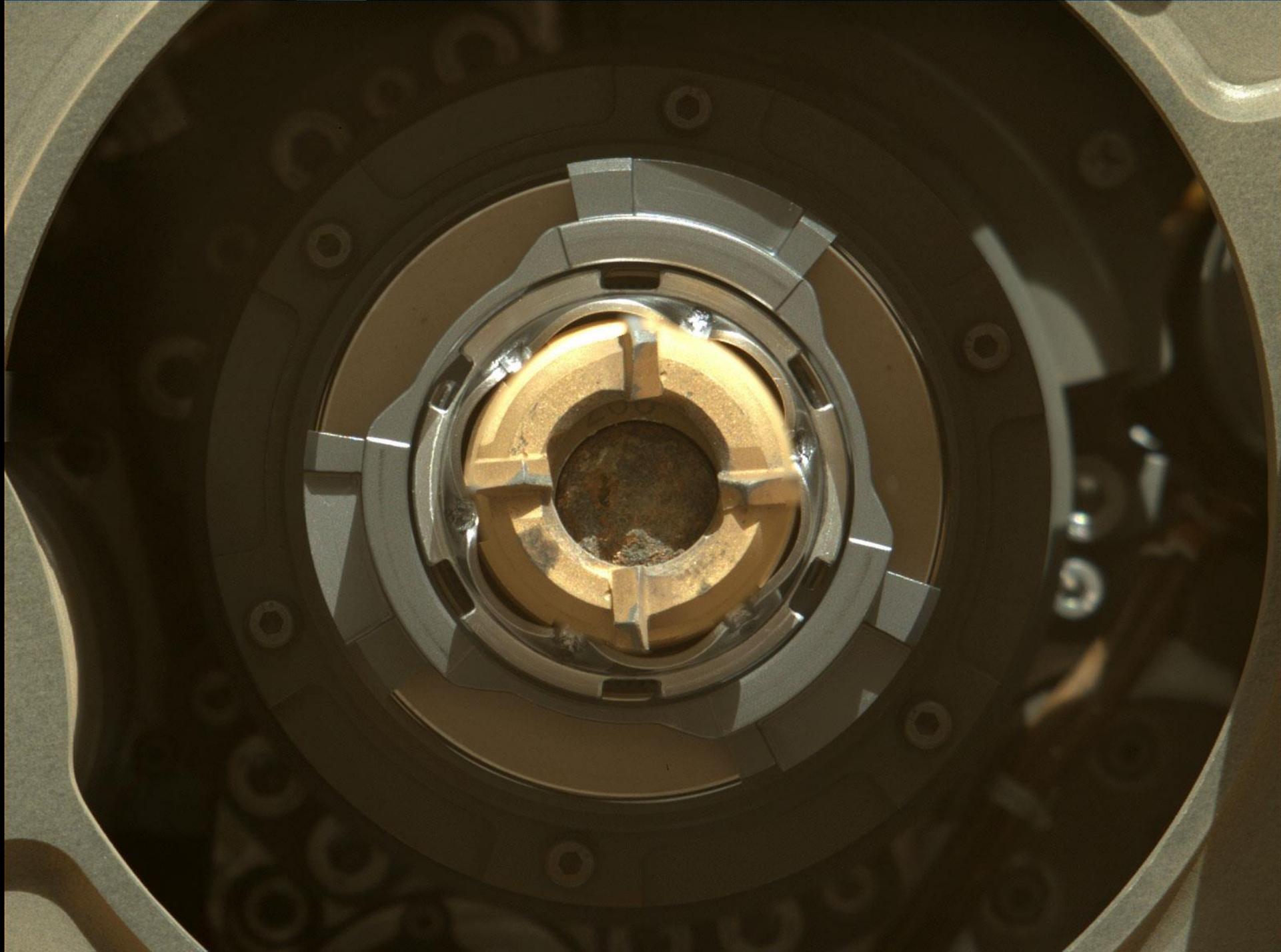


Echantillonner Mars

13 mm de diamètre et 60 mm de longueur.
10-15 grammes par échantillon













Octavia E. Butler
Landing Site

Adzili
Crater

Alk H. sikad

Danakilini

Fallettu

Village

Bastide

Vignois

Cailla

Martre

Bras

Val de Graves

Artuby West

Citadelle

Artuby East

Barras

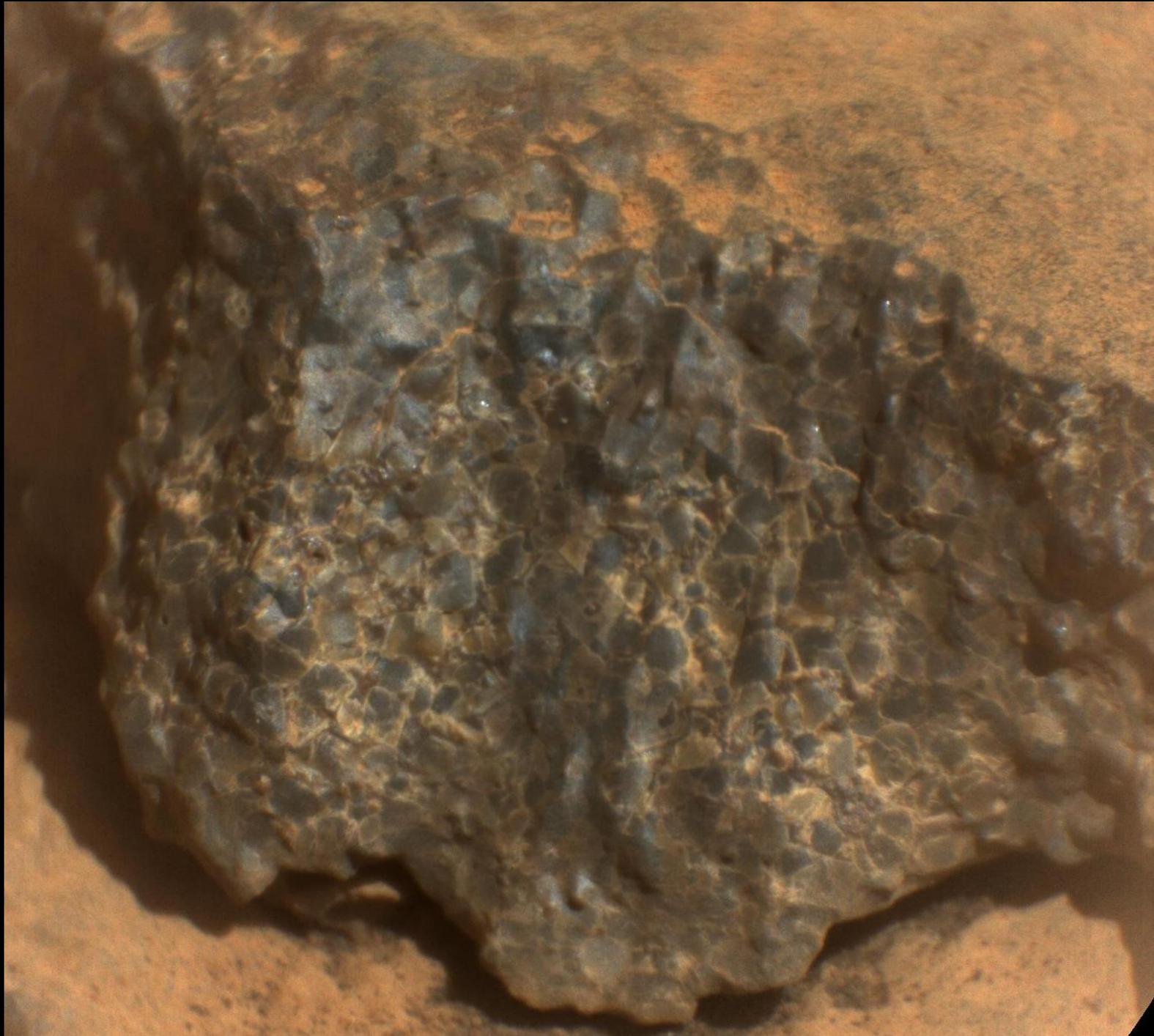
Cacia N.

Mont Rocheforte

Talon

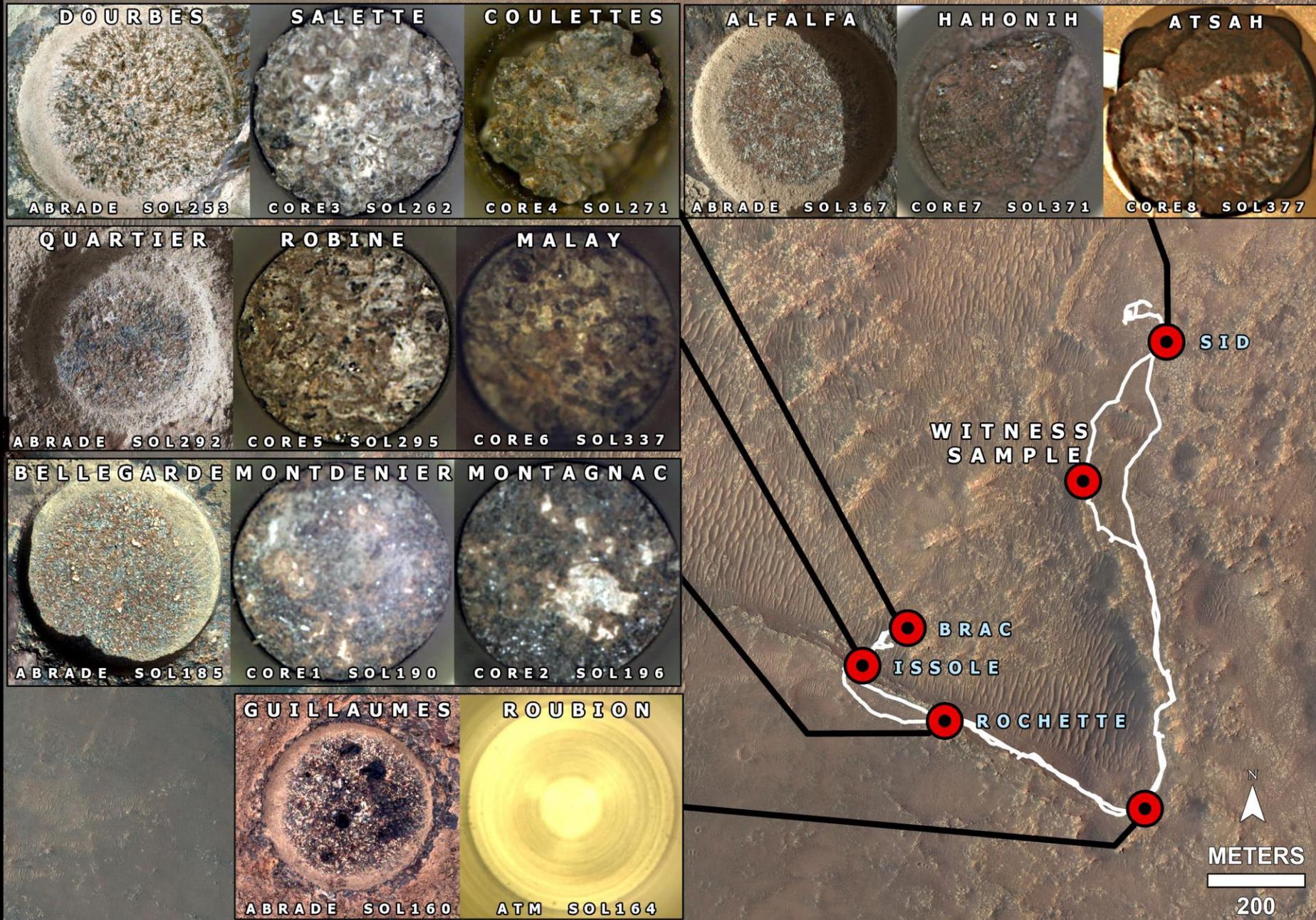
Map Scale 0 100m



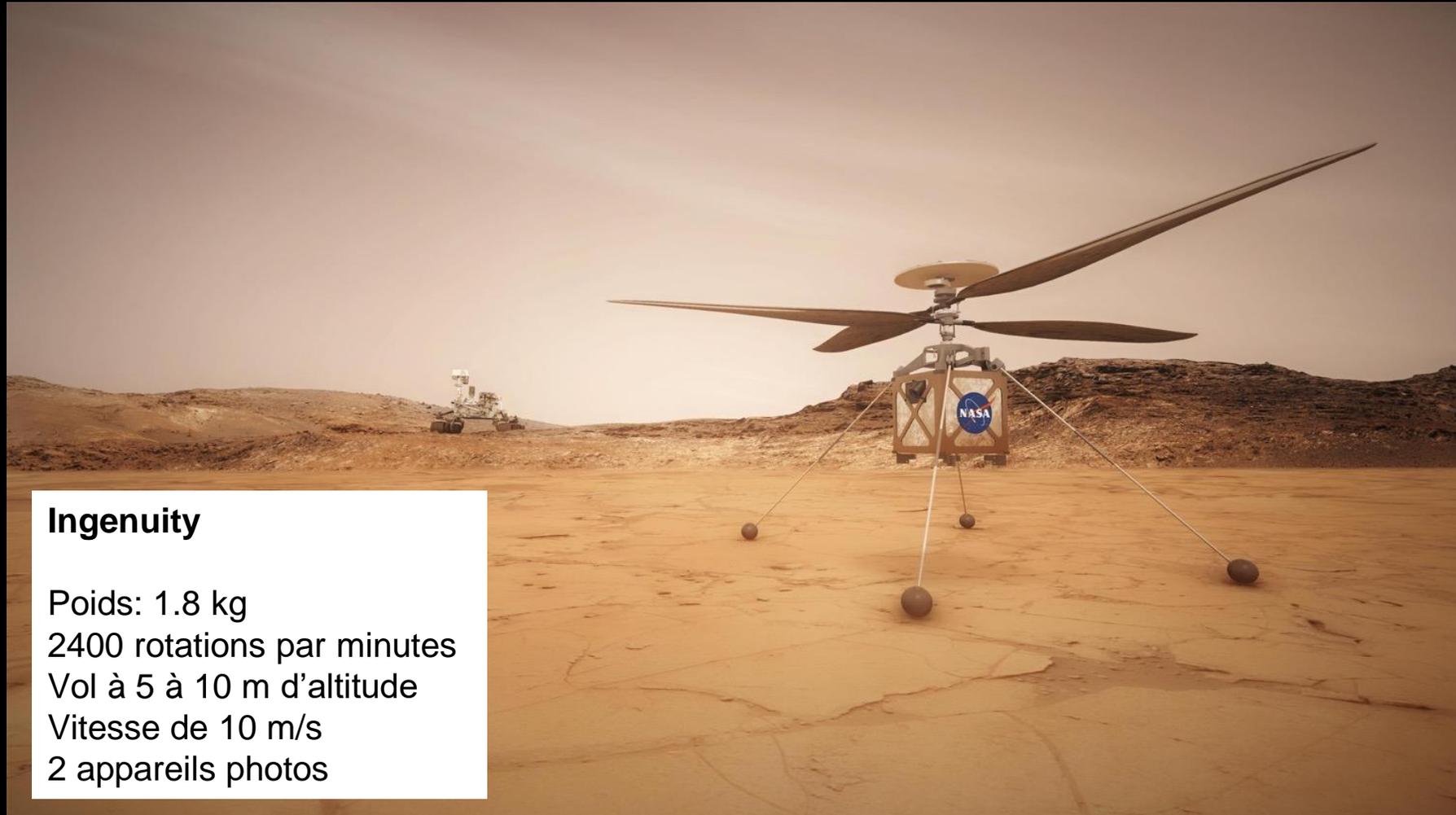


SuperCam

Sample Collection Map: Cores 1-8



Ingenuity



Ingenuity

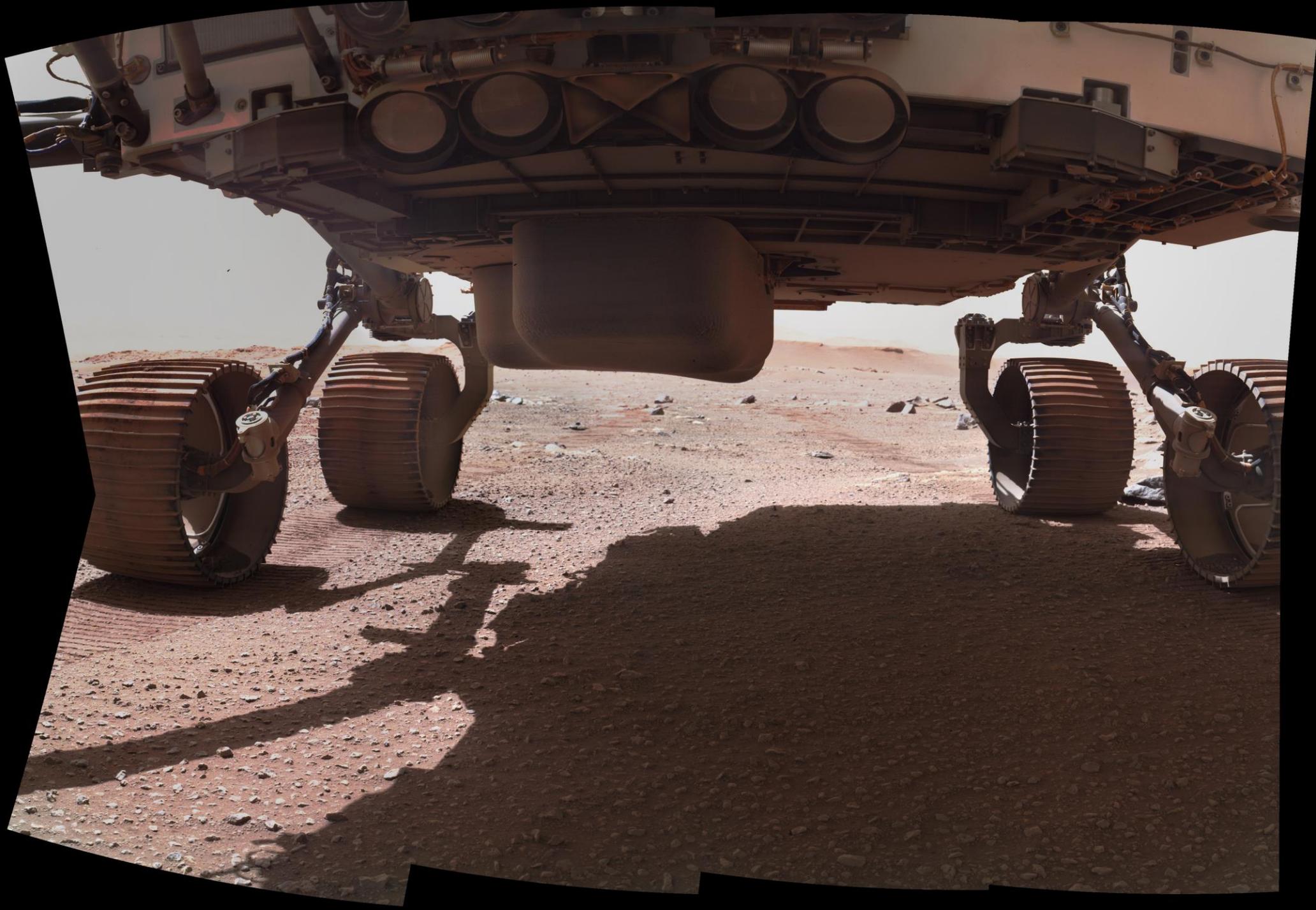
Poids: 1.8 kg

2400 rotations par minutes

Vol à 5 à 10 m d'altitude

Vitesse de 10 m/s

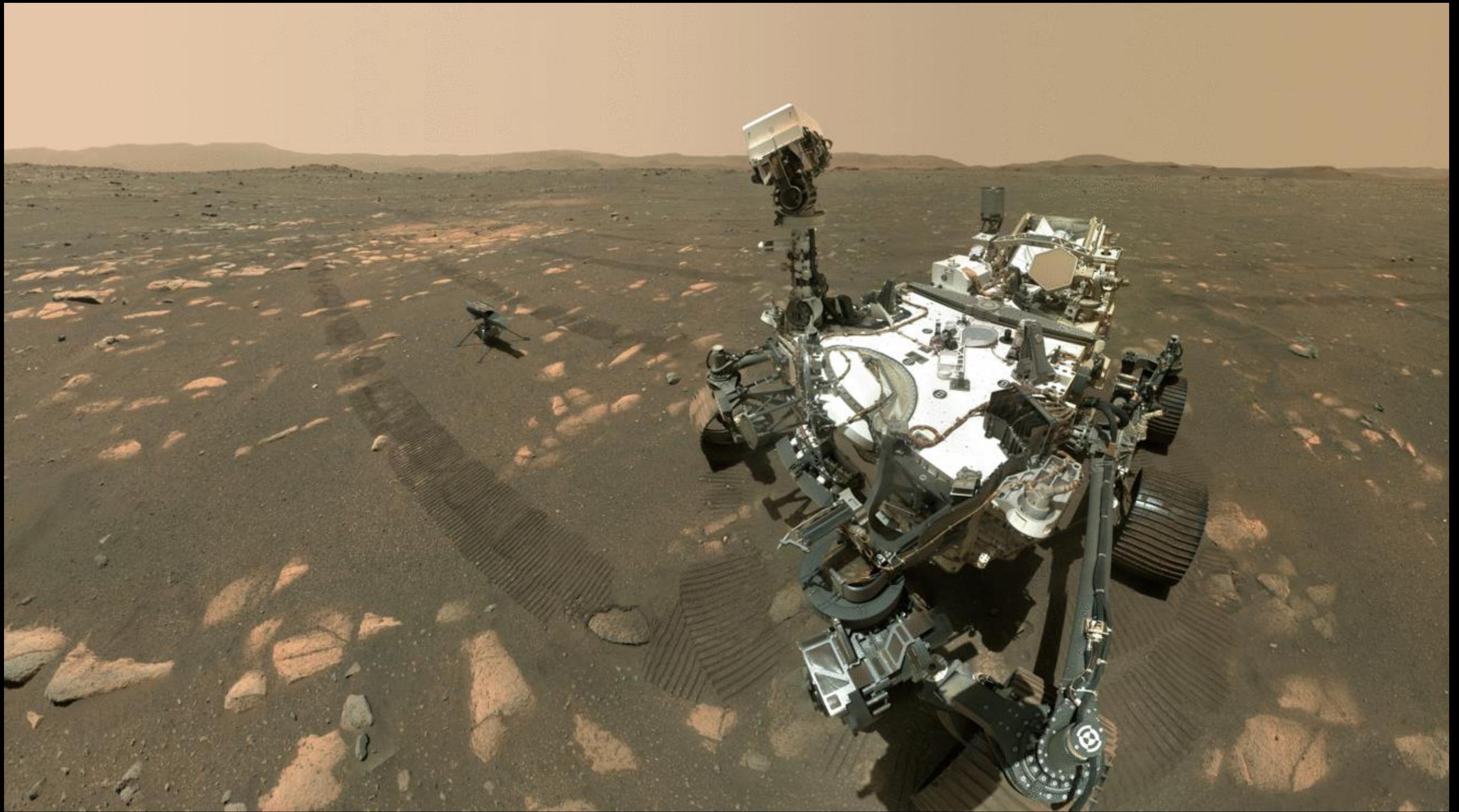
2 appareils photos

















Sol-64M12:34:00

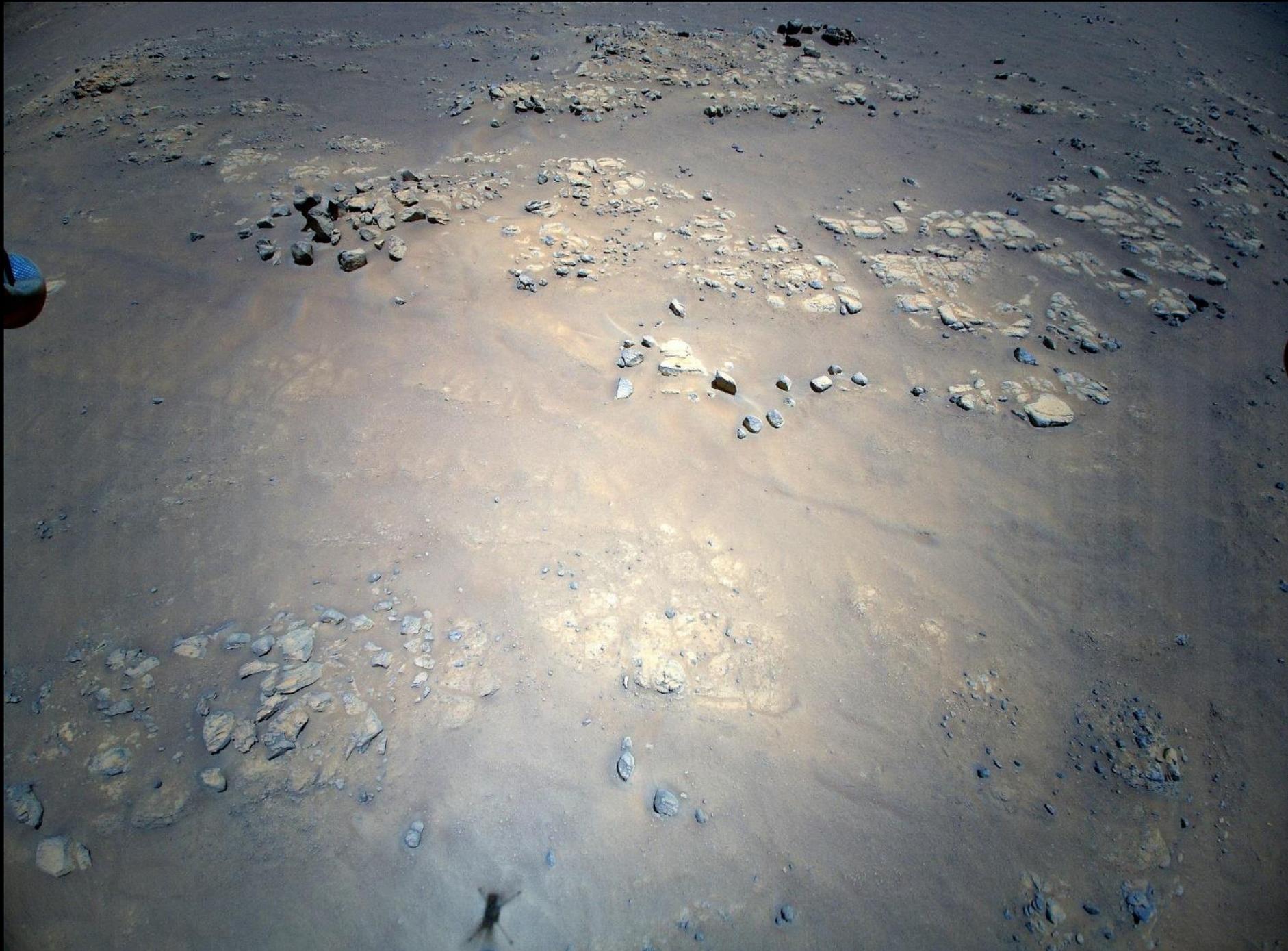
Ingenuity Flights



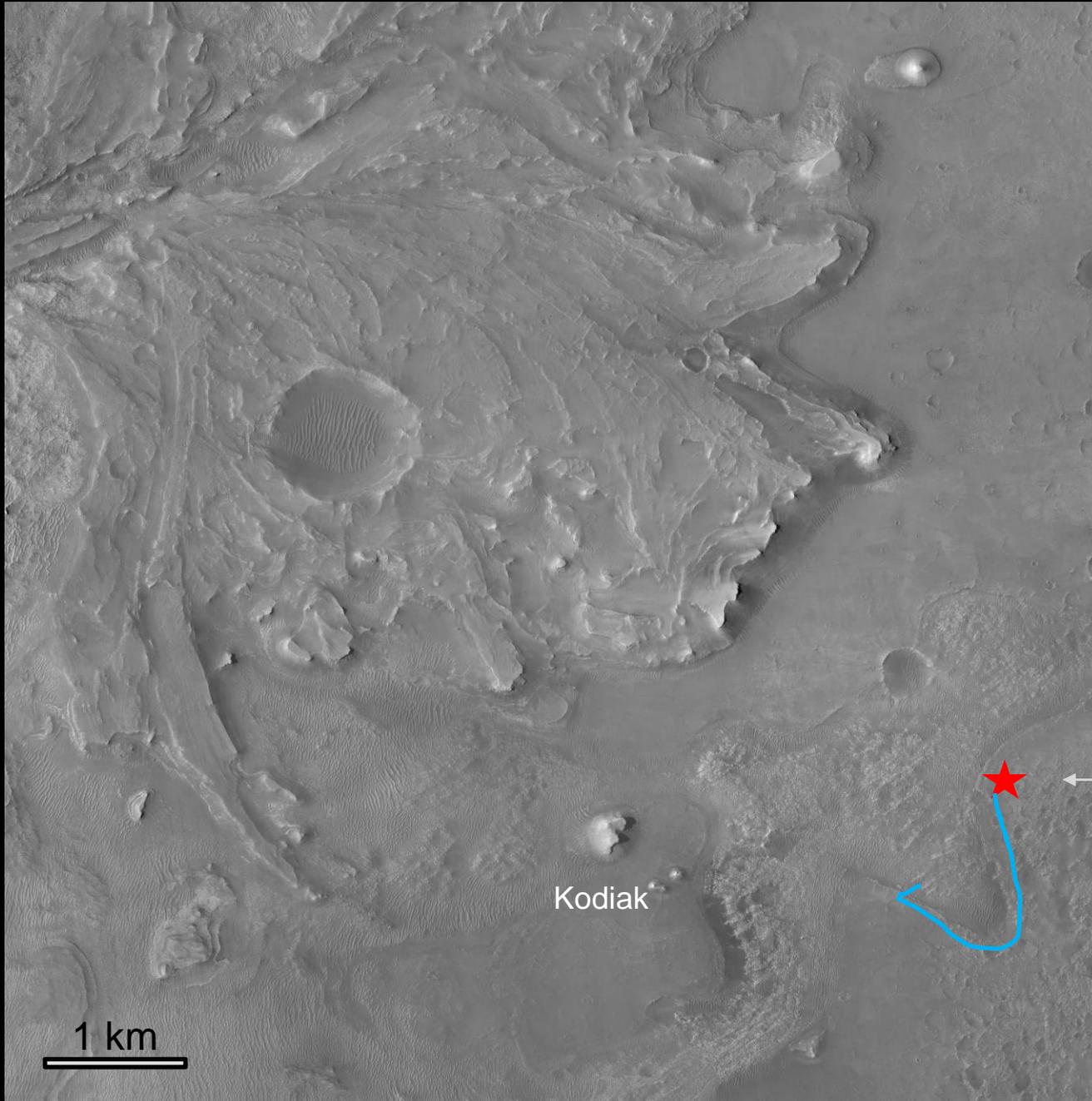
NASA/JPL-
Caltech/ASU/MSSS



NASA/JPL-
Caltech/UArizona



Progression du rover



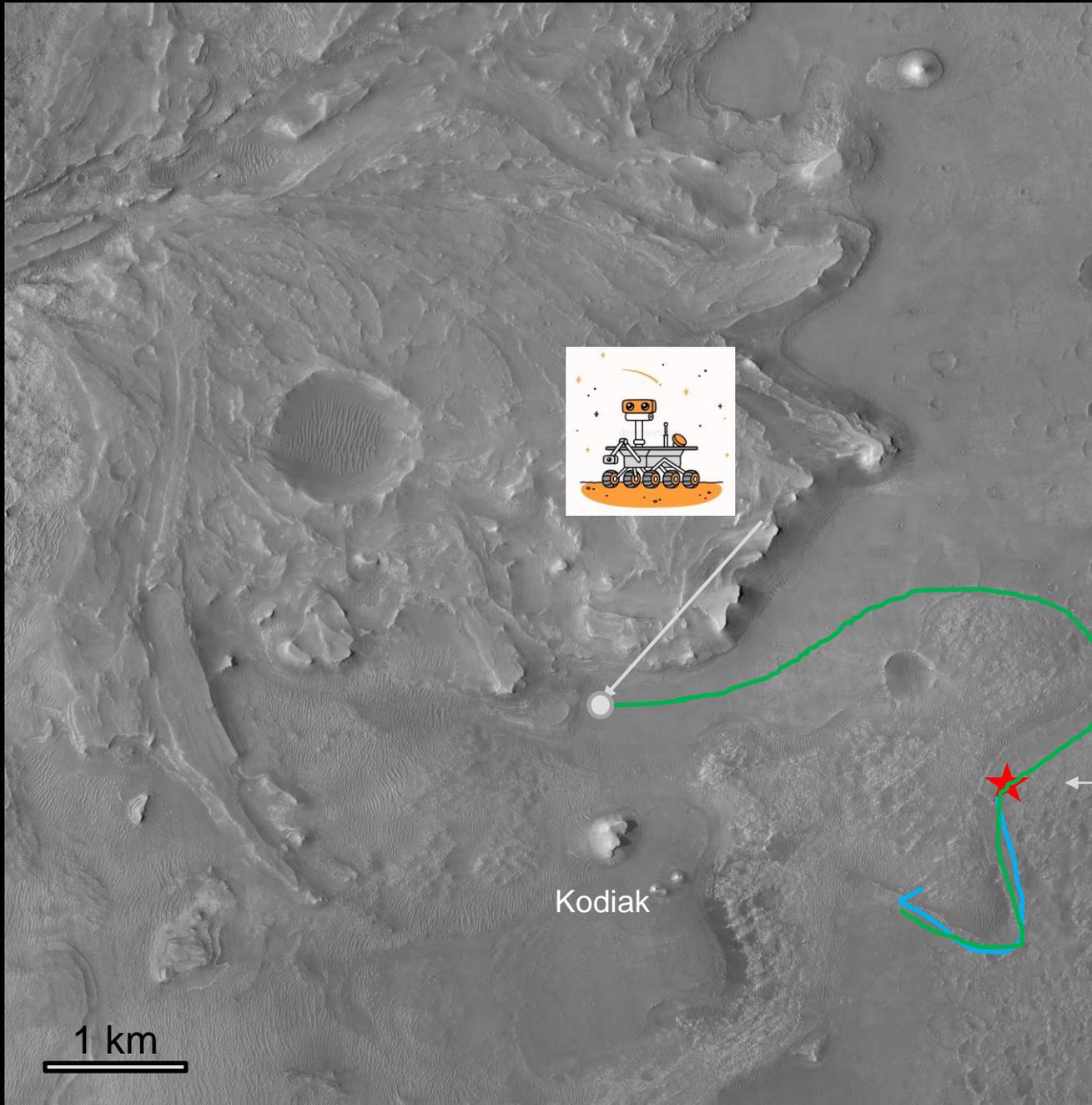
Kodiak

1 km

← Landing

2021: 2,5 km dans le fond de Jezero
8 échantillons de roches

Progression du rover



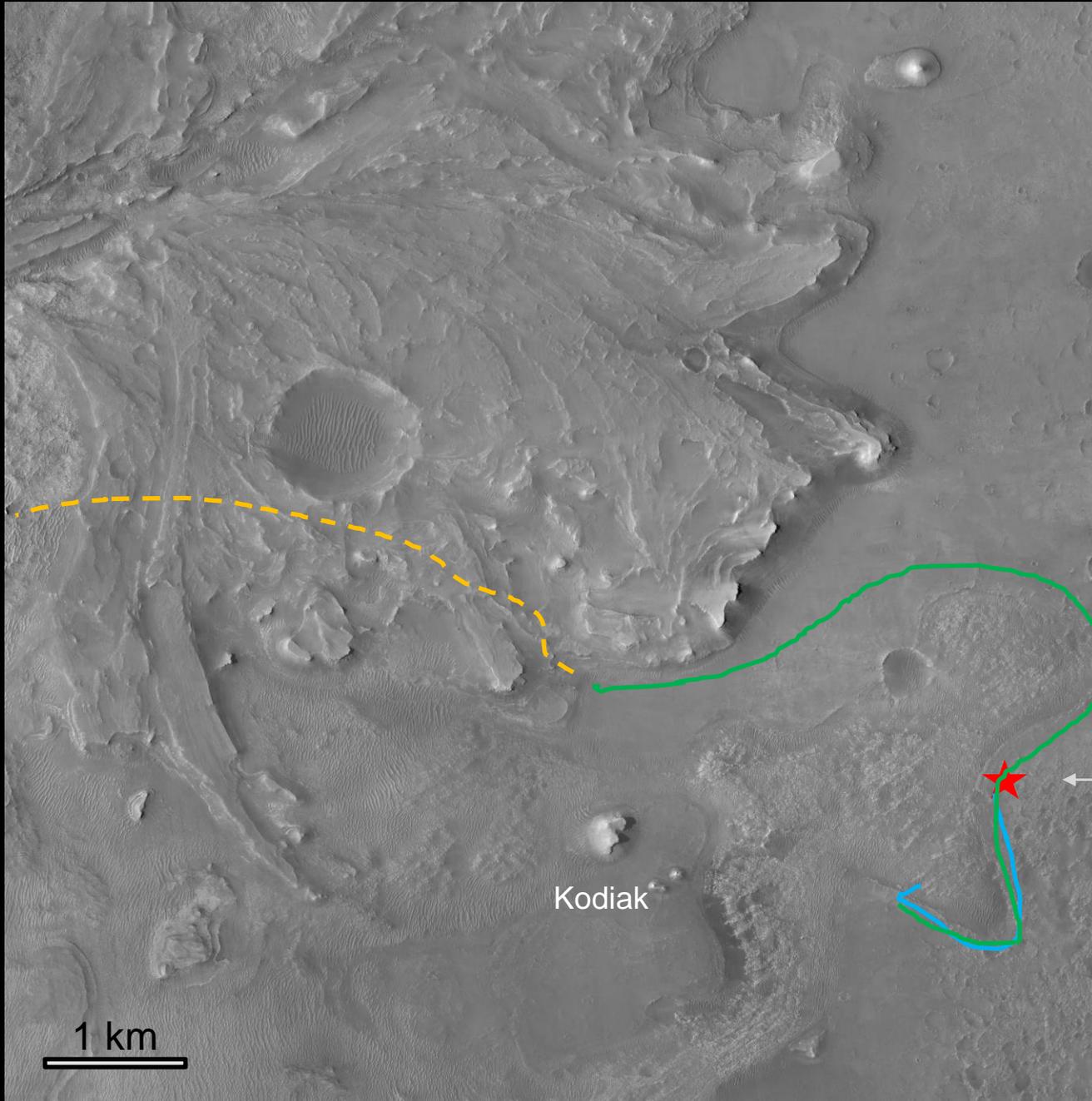
Mars-Avril 2022:
Trajet vers la base du delta
Etude du delta

Landing

2021: 2,5 km dans le fond de Jezero
8 échantillons de roches

1 km

Progression du rover



2022-2023: Remontée des strates du delta
Accès au dépôt de carbonates marginaux

Mars-Avril 2022:
Trajet vers la base du delta
Etude du delta

Landing

2021: 2,5 km dans le fond de Jezero
8 échantillons de roches