



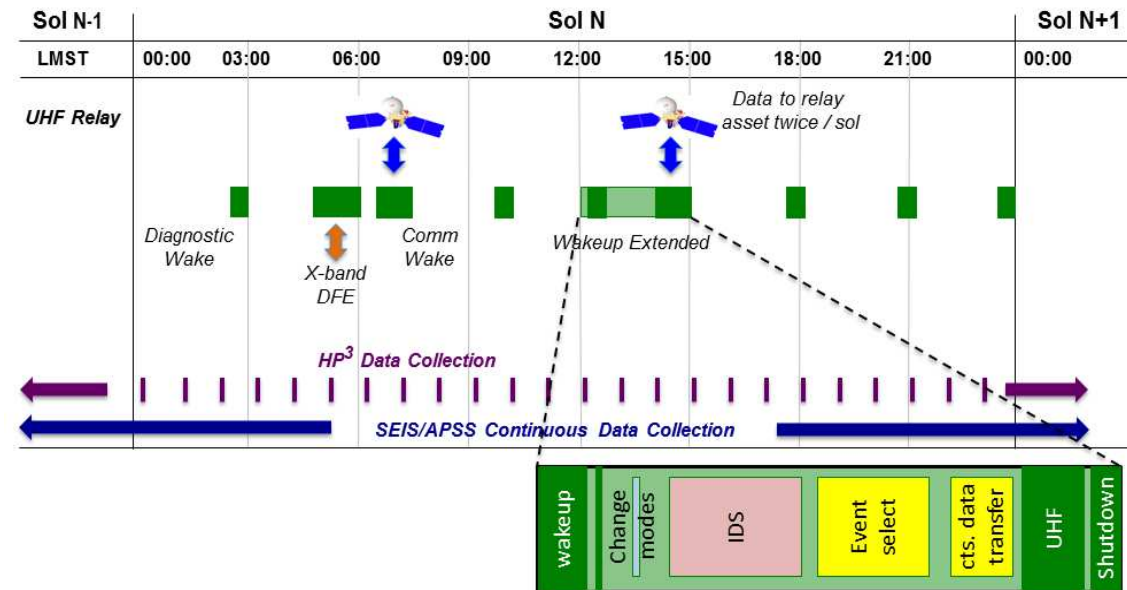
InSight

## COMET Opérations et Exploitations des Missions Spatiales

### Les Opérations de Déploiement et de Phase Scientifique

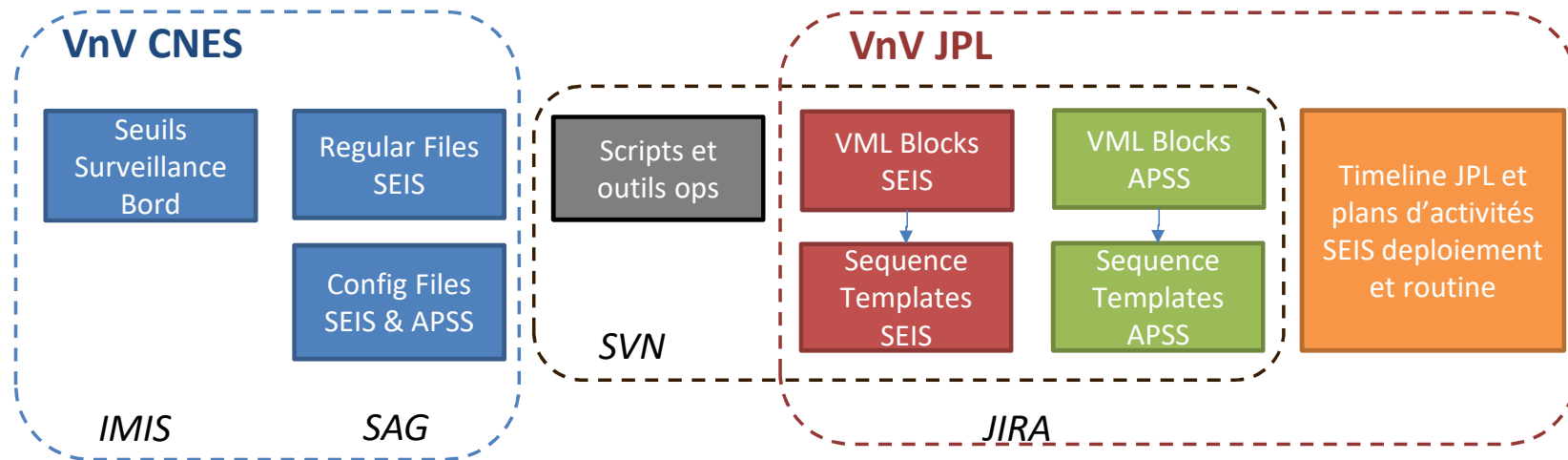
*This document has been reviewed and determined not to contain export-controlled data*

# Les contraintes opérationnelles



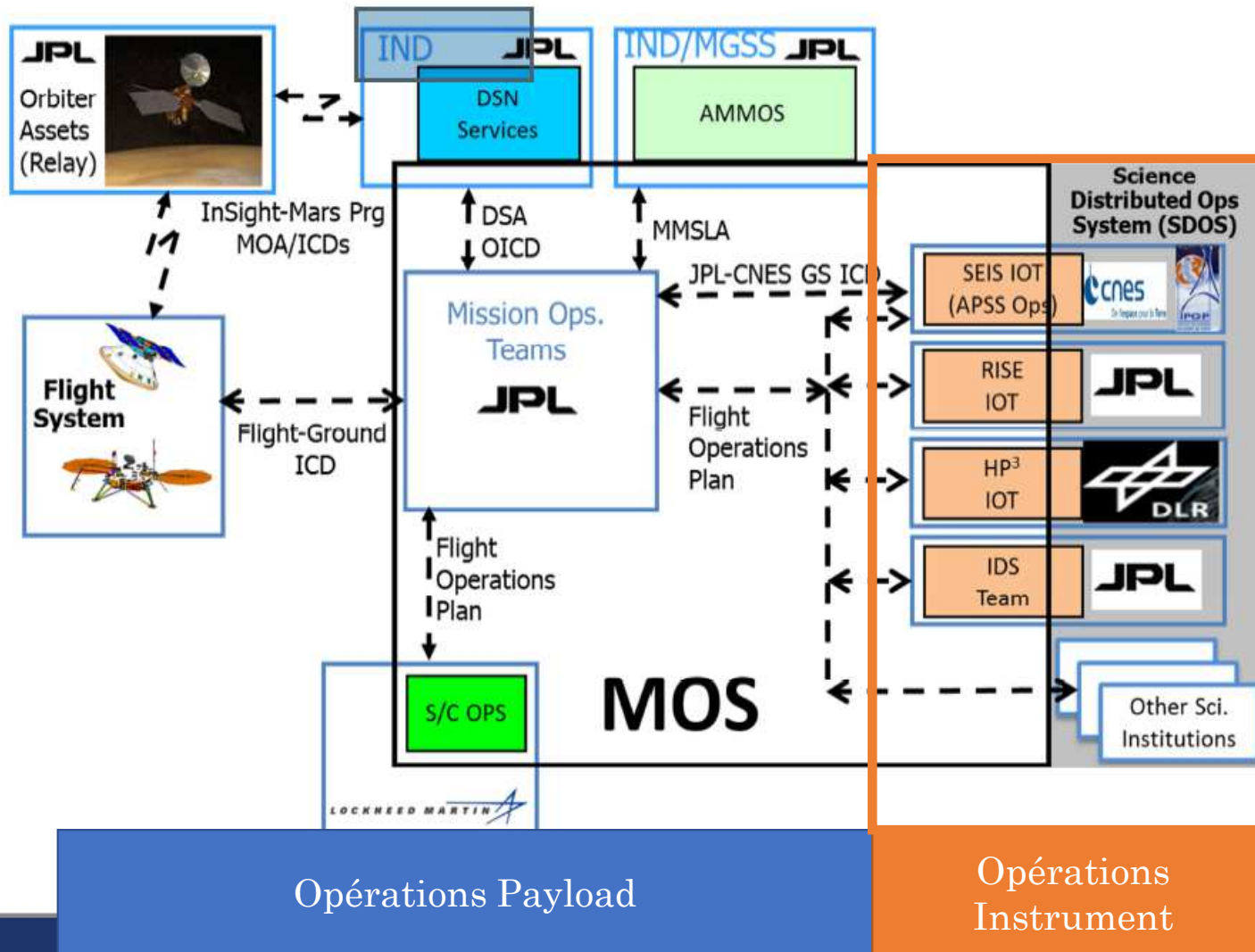


# Les Produits Opérationnels



Produit Opérationnel	SEIS	Statut	APSS	Statut
Procédures déploiement	Maitrisées		Maitrisées	
Procédures routine	Maitrisées		Maitrisées	
Blocs VML & Templates séquences	Maitrisées		Maitrisées	
Maitrise des outils	Maitrisés		N/A	
Operations routine hebdo, et interfaces sciences et JPL	Maitrisées		Maitrisées	
Interfaces Ops JPL	Maitrisées		Maitrisées	

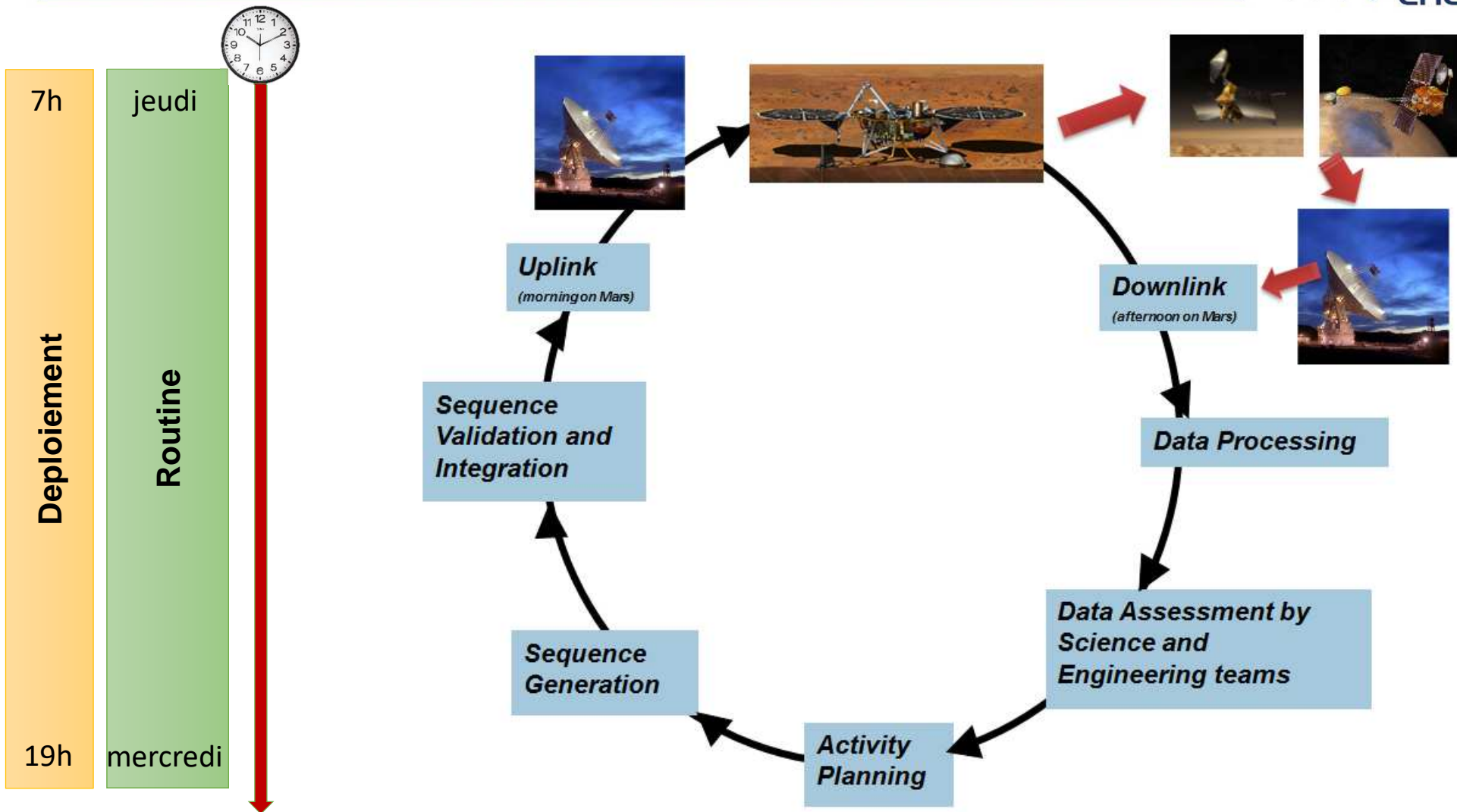
# Les rôles opérationnels



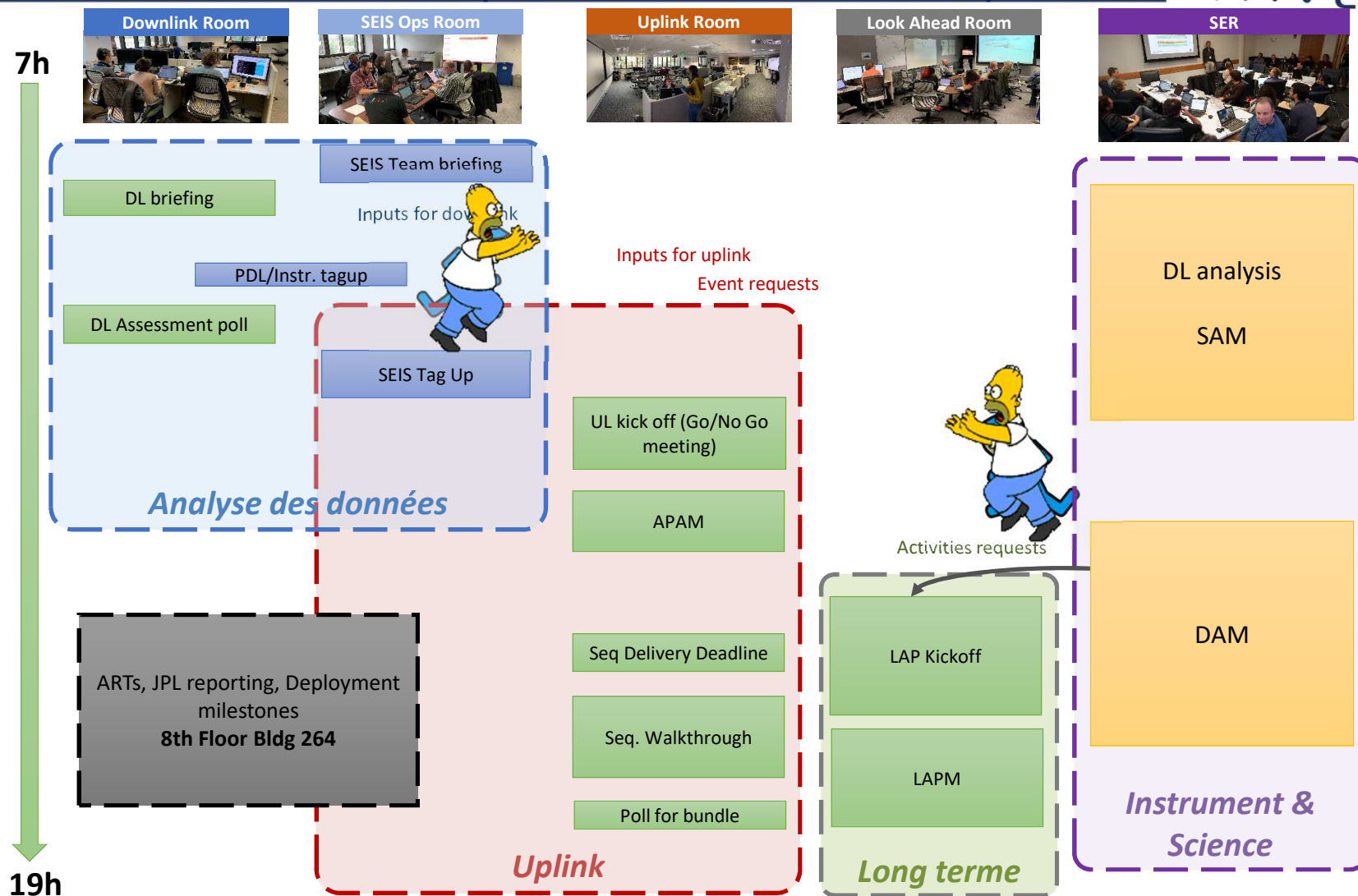
- Le JPL **dirige** la mission
- Lockheed Martin opère l'atterrisseur
- Les équipes instrument opèrent leur payload:
  - Le **PDL** (Payload Downlink Lead) surveille la bonne santé des instruments
  - Le **PUL** (Payload Uplink Lead) est en charge de la programmation et de la commande des instruments

Le PDL et le PUL sont incorporés dans le schéma opérationnel du JPL... défini avec le CNES!

# Les Principe des Opérations



# Organisation des Opérations de Déploiement



# Organisation des Opérations de Routine

JPL (PT)	Europe (CET)	W	Th	F	Sat	Sun	M	T	W	Th	F	Sat	Sun	M	T	W	Th	F	Sat
06:00	15:00						Inst DL Reports Plan Feedback	Power Incon Due Sequences Due											
07:00	16:00						SWIM Data & Power	Event Selection		SEIS Ops Tagup									
08:00	17:00	Strategic Science	UL Kickoff				SC & Inst DL Status	Event seqs due	Strategic Science	UL Kickoff									
09:00	18:00	Seq Reiew					APAM	Sim Report	Seq Review										
10:00	19:00		CAM (backup)							CAM (backup)									
11:00	20:00	Comm Inputs Mtg							Comm Inputs Mtg										
12:00	21:00																		
13:00	22:00		Mission Planning Mtg							Mission Planning Mtg									
14:00	23:00	CAM					Detailed S/C Status	Integrated products (SIE)	CAM										
15:00	00:00																		
16:00	01:00																		
17:00	02:00	Comm Inputs Due	Prelim Plan (SPI)				APAM Delivery (SPI)		Comm Inputs Due	Prelim Plan (SPI)									

Instrument / Science  
Activities and Events  
execute on Mars  
this week





# Les difficultés rencontrées 1/2

- Les contraintes temporelles de livraison des séquences de SEIS pour un uplink vers Mars, et globalement **la pression du JPL**. Mais revers de la médaille d'être **l'instrument principal de la mission**





# Les difficultés rencontrées 2/2

---



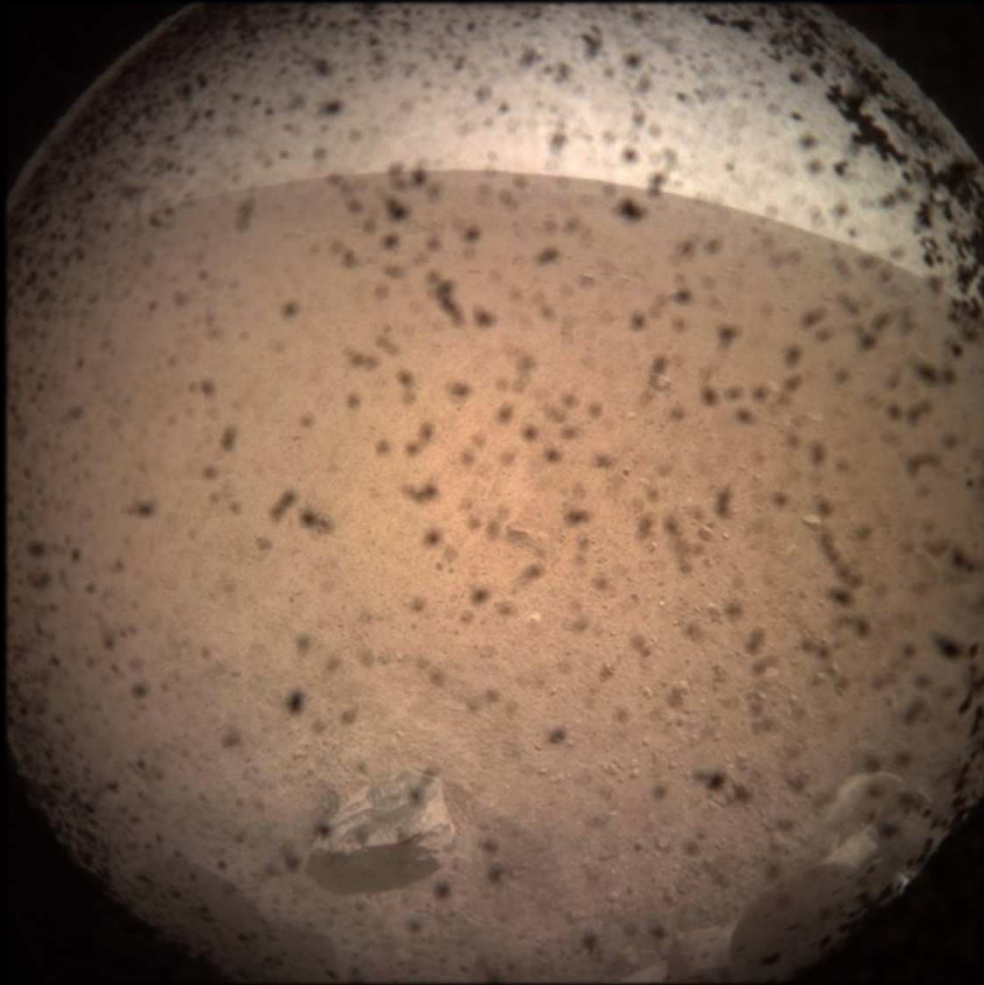
- Opérations de déploiement longues et loin du CNES: 3 mois délocalisés au JPL pendant les fêtes de Noël
- Il est pris pour acquis que les opérations et les outils sol **doivent** marcher, ce qui peut s'avérer parfois ingrat
- Opérations de routine: nécessité de tenir sur la longueur et de maintenir les compétences et la motivation des équipes ops
  - Les erreurs opérationnelles arrivent quand la confiance et/ou la lassitude s'installent
  - On n'y est pas encore sur InSight mais on y arrive
  - Renouvellement des équipes ops tous les ~3 ans
- Le café!

# Le retour d'expérience sur les opérations

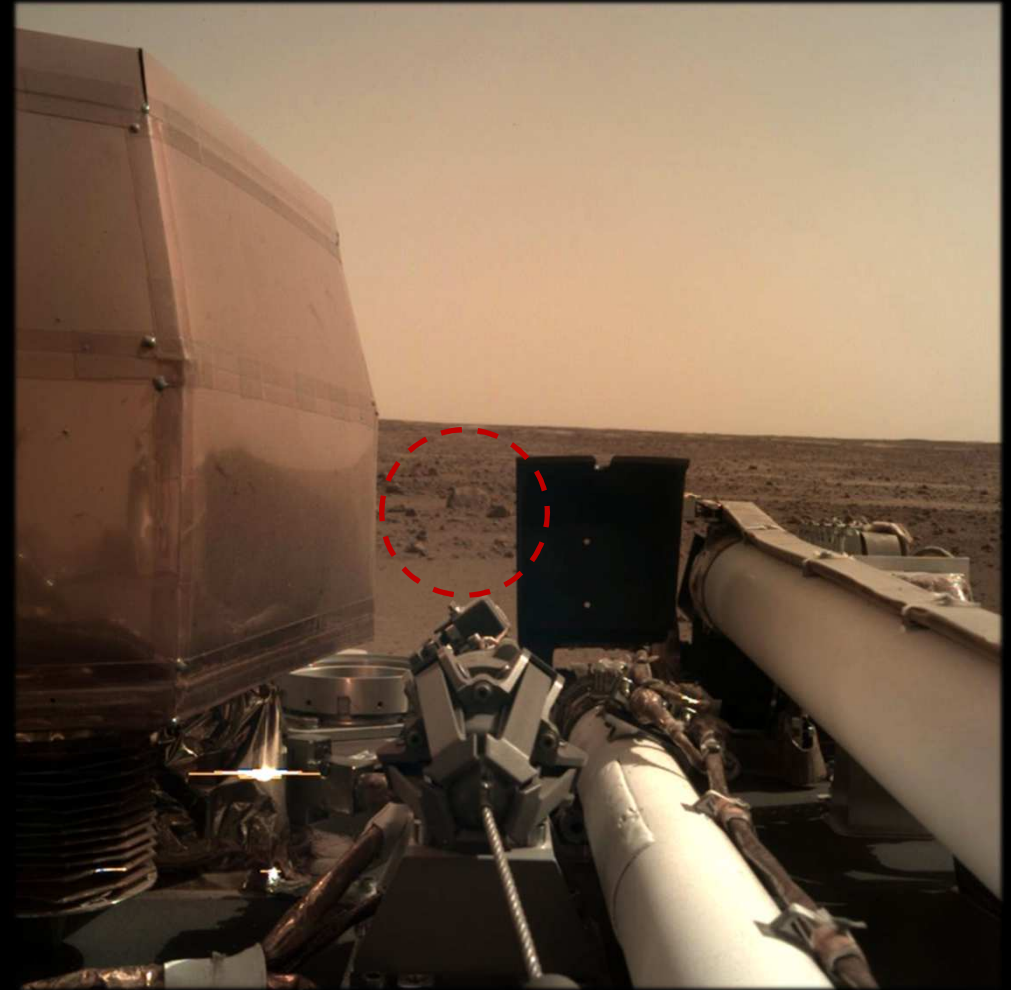


- *The Human factor is the KEY!*
  - ❖ Réduire au maximum le stress des opérateurs:
    - bonne connaissance de l'instrument indispensable
    - Implication tôt dans le développement des équipes ops
  - ❖ « *Friends dont let friends ruin a 2B\$ project* » => vigilance et entraide au sein de l'équipe ops
- Probablement intéressant de pérenniser des membres de l'équipe de développement pendant la phase opérationnelle
- Tout le monde fait des erreurs... mais **personne** n'aime les reconnaître!
  - ❖ Derrière chaque erreur opérationnelle, il y a des processus qui peuvent être améliorés
- Garder de la souplesse en fin de développement pour les développements d'outils sol, pour lesquels les besoins apparaissent pendant la QO
- Des simulateurs pertinents et représentatifs permettent de grandement fiabiliser les opérations et les produits opérationnels

1<sup>ère</sup> Image Sol 0  
5min après l'atterrissage

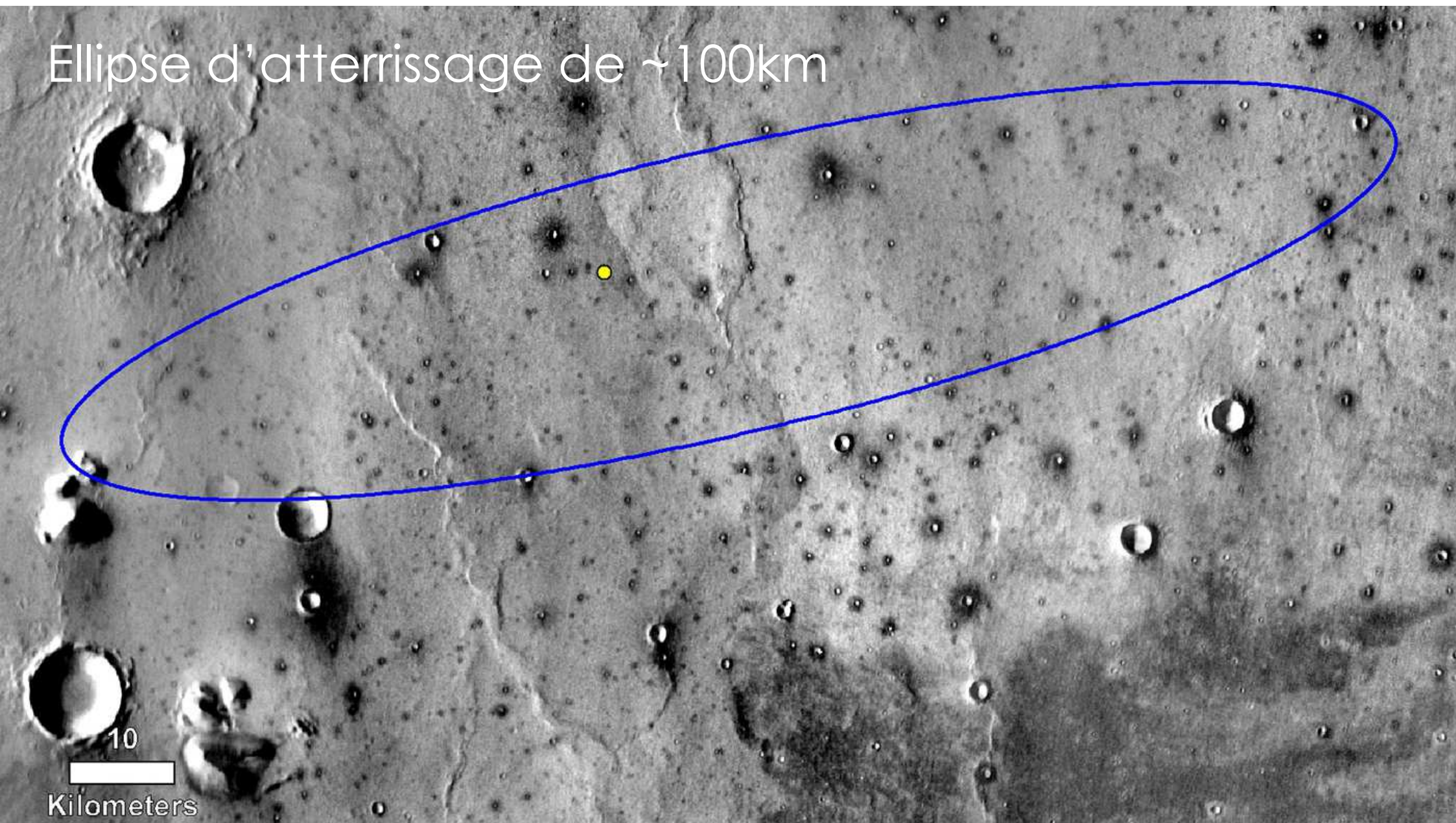


2<sup>ème</sup> Image Sol 0  
Bras replié





Ellipse d'atterrissage de ~100km



10

Kilometers



# Landing Location





# Images HiRise de la zone d'atterrissage

Back Shell

Parachute

InSight Lander

Heat shield





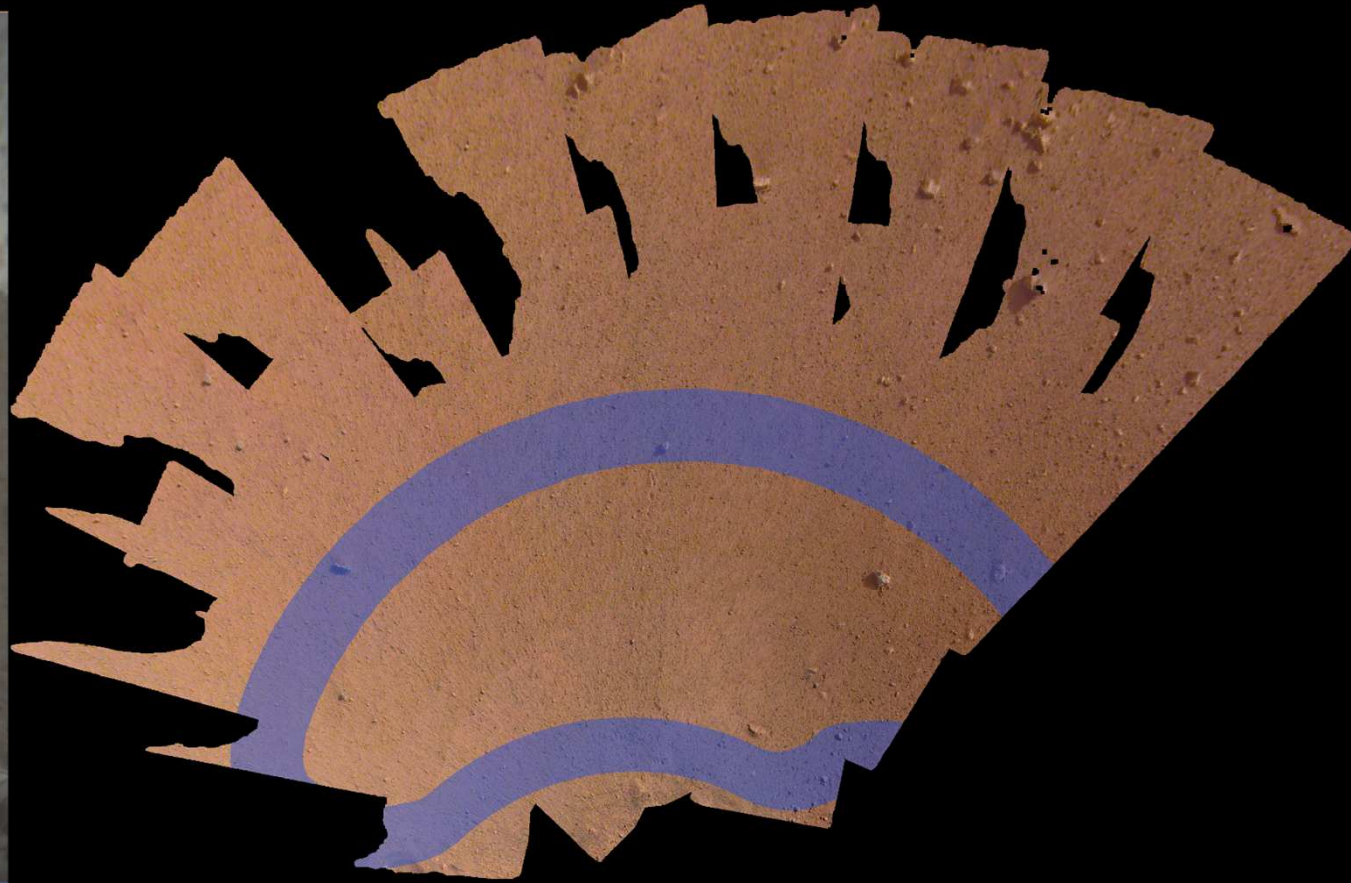
# Sol 14 Panorama



Ouverture du cache de la  
caméra

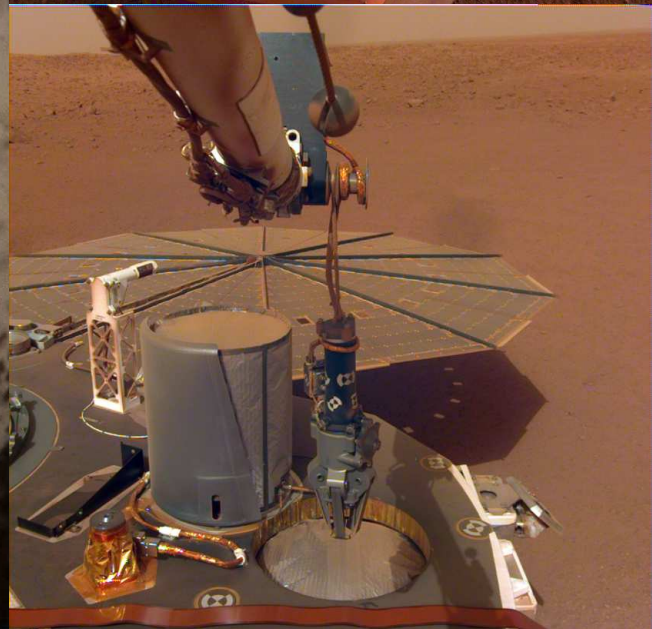
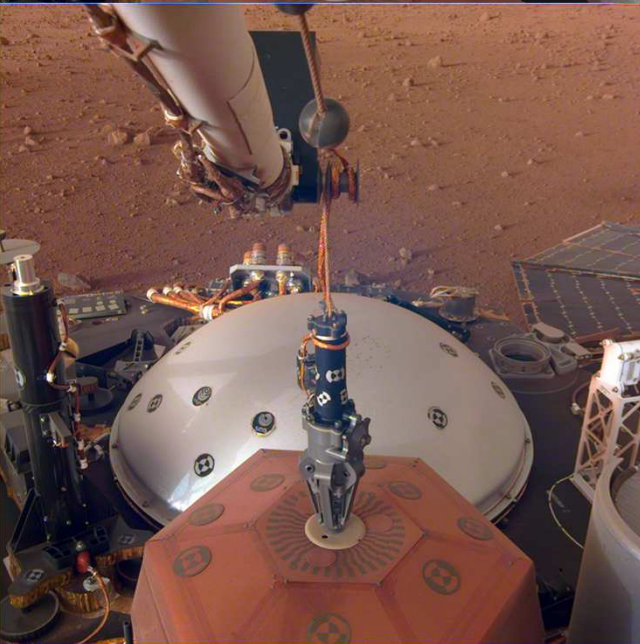
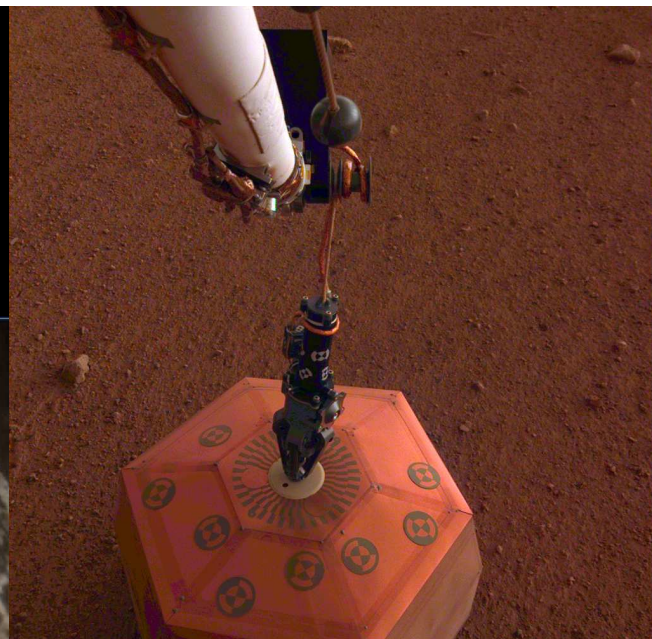


Selection du site de déploiement  
des instruments ~10 jours



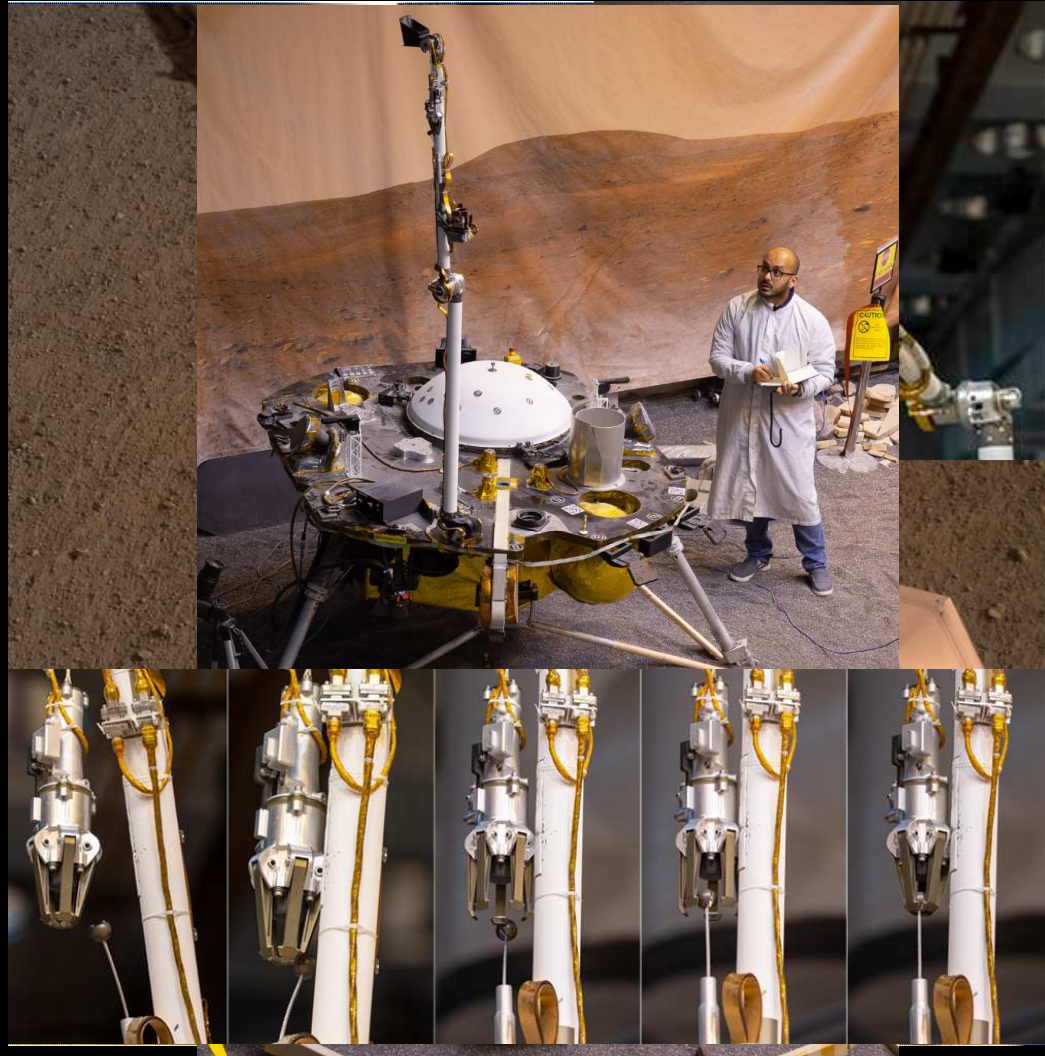


# Le déploiement de SEIS (19/12)





# Attraper le grappin

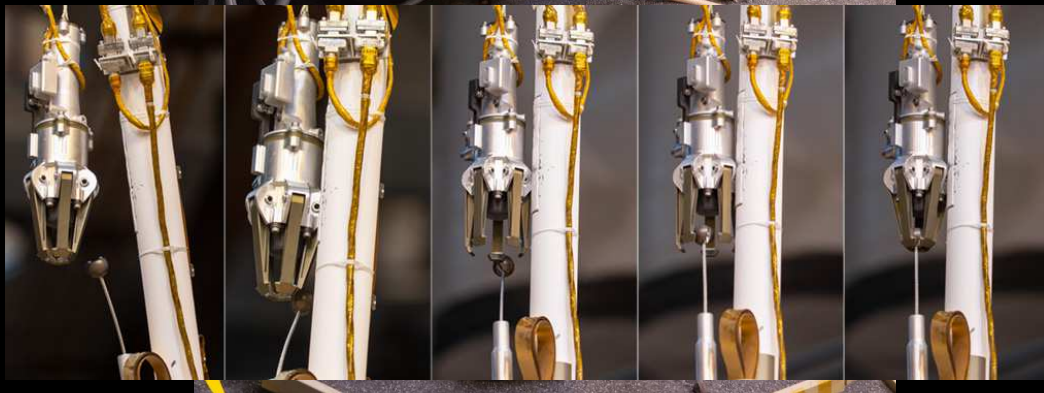
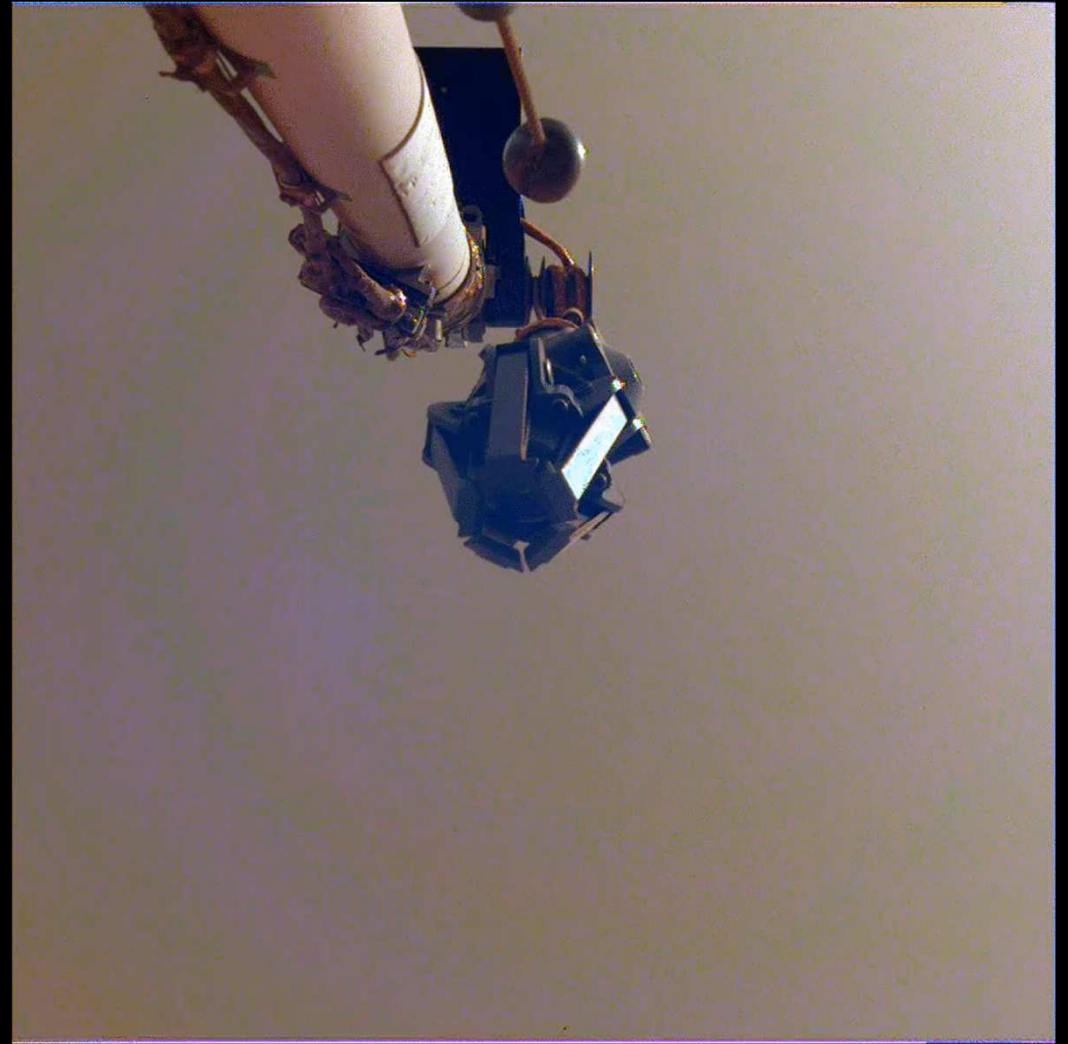


Grapple Stow (IOC camera)



Sol 46

# Attraper le grappin



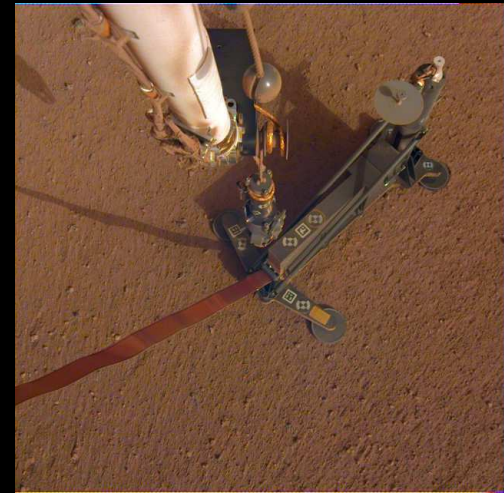
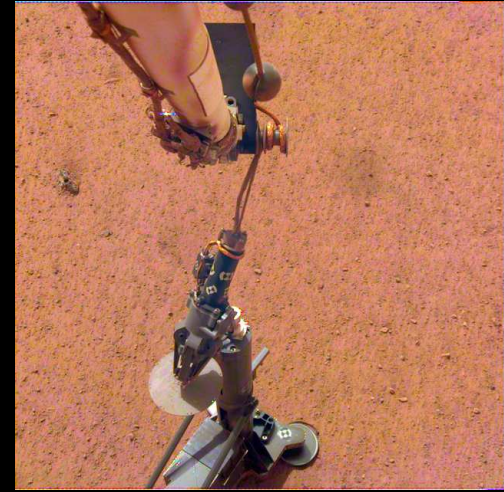
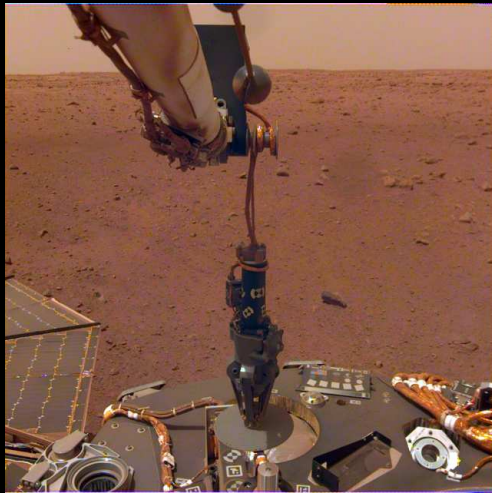
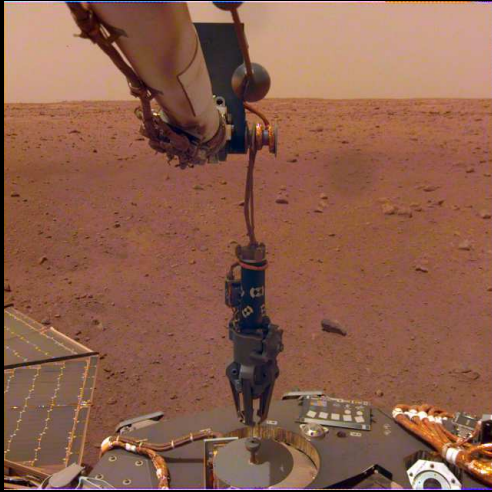


# Le déploiement du WTS (03/02)





# Le déploiement de HP3





# InSight a transmis plus de 3039 photos

*B.Banerdt, JPL*

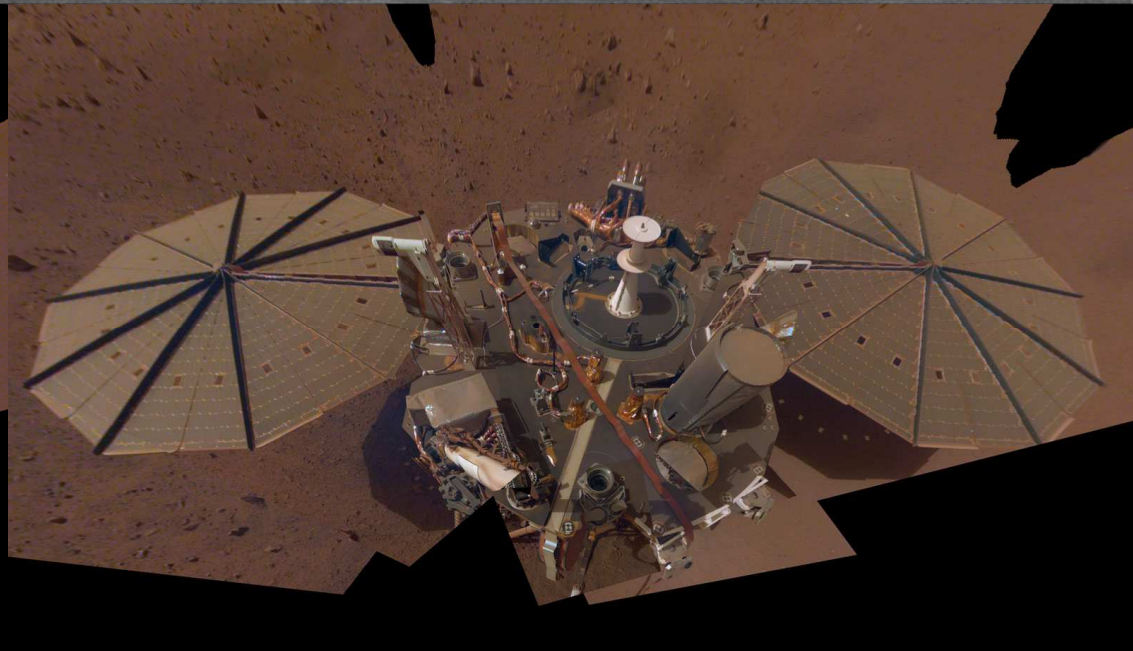
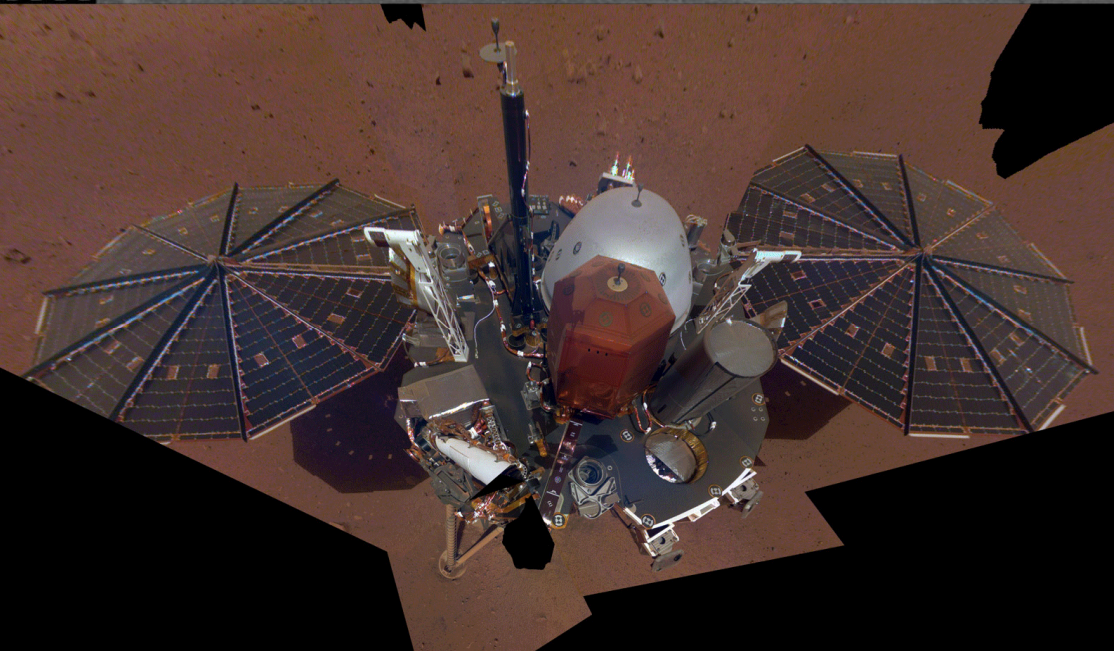


Et placé pour la première fois le  
drapeau français sur une autre planète !

<https://mars.nasa.gov/insight/multimedia/raw-images>



# Accumulation de la poussière sur les panneaux solaires







A photograph of the Mars InSight lander on the Martian surface. The lander is a small, white, dome-shaped robot with a long, thin arm extended towards the ground. The surface is reddish-brown and rocky. The sky is a hazy, light brown color. The text "Voici le premier son reconstitué d'un séisme martien" is overlaid in large, white, bold letters.

# Voici le premier son reconstitué d'un séisme martien

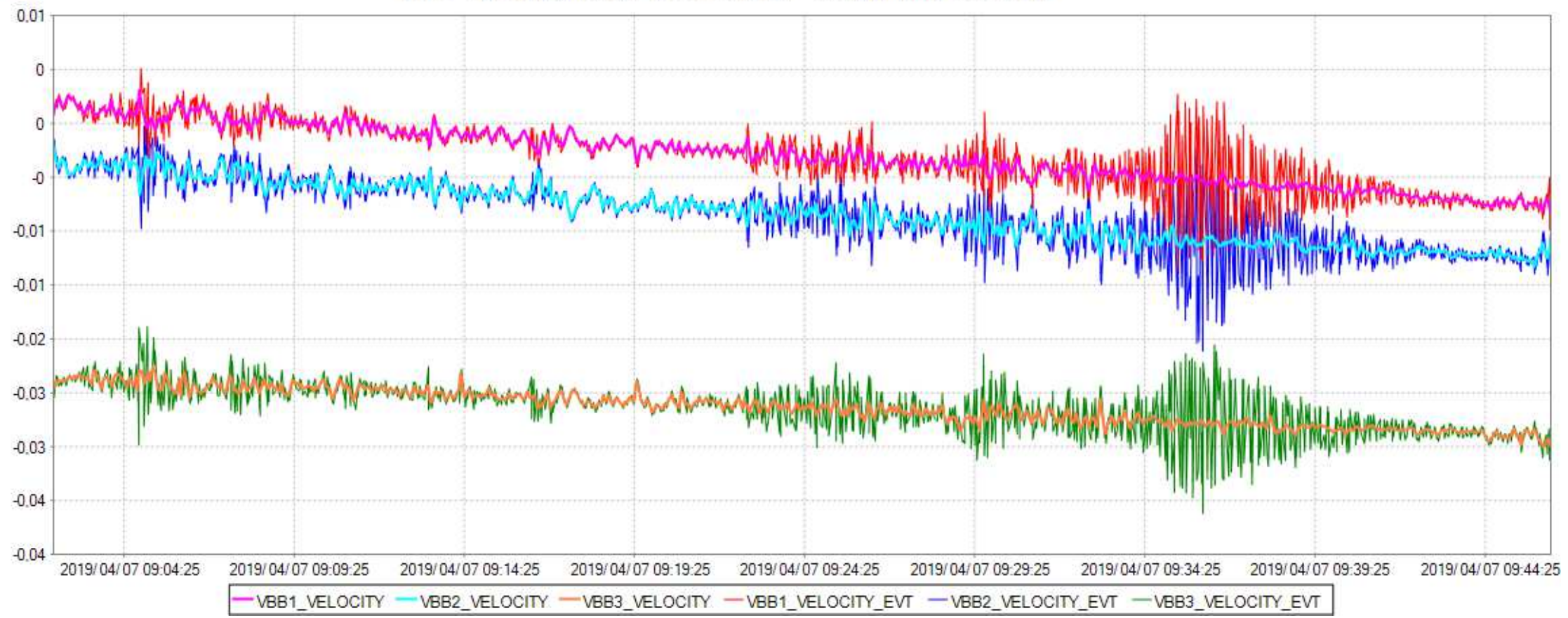
Crédits photo : NASA/JPL-Caltech  
Crédits son : NASA/JPL-Caltech/CNES/IPGP/Imperial College, London



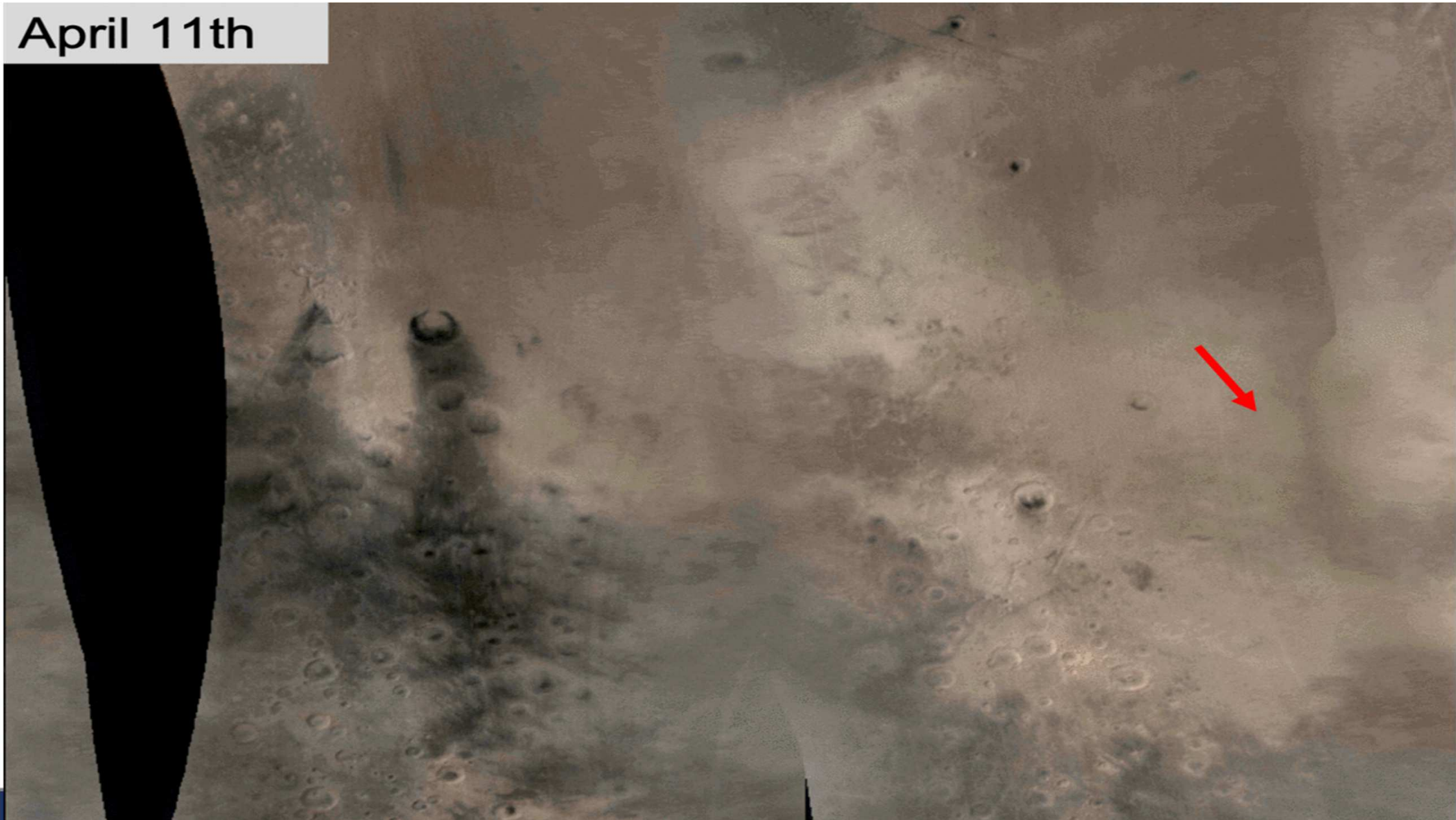
# Les premières mesures sismiques martiennes...



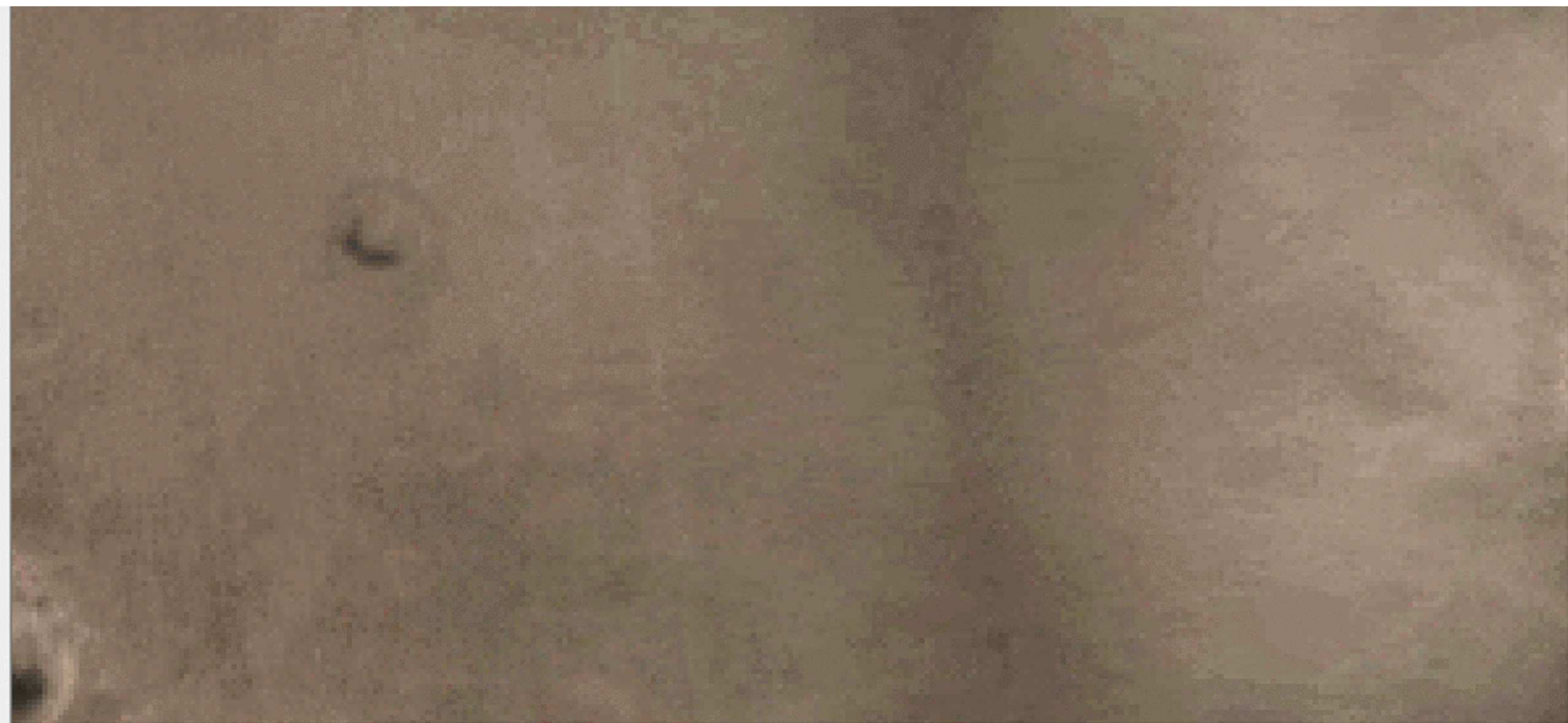
VBBs Velocity (2019/04/07 09:02:21 - 2019/04/07 09:46:21)



April 11th



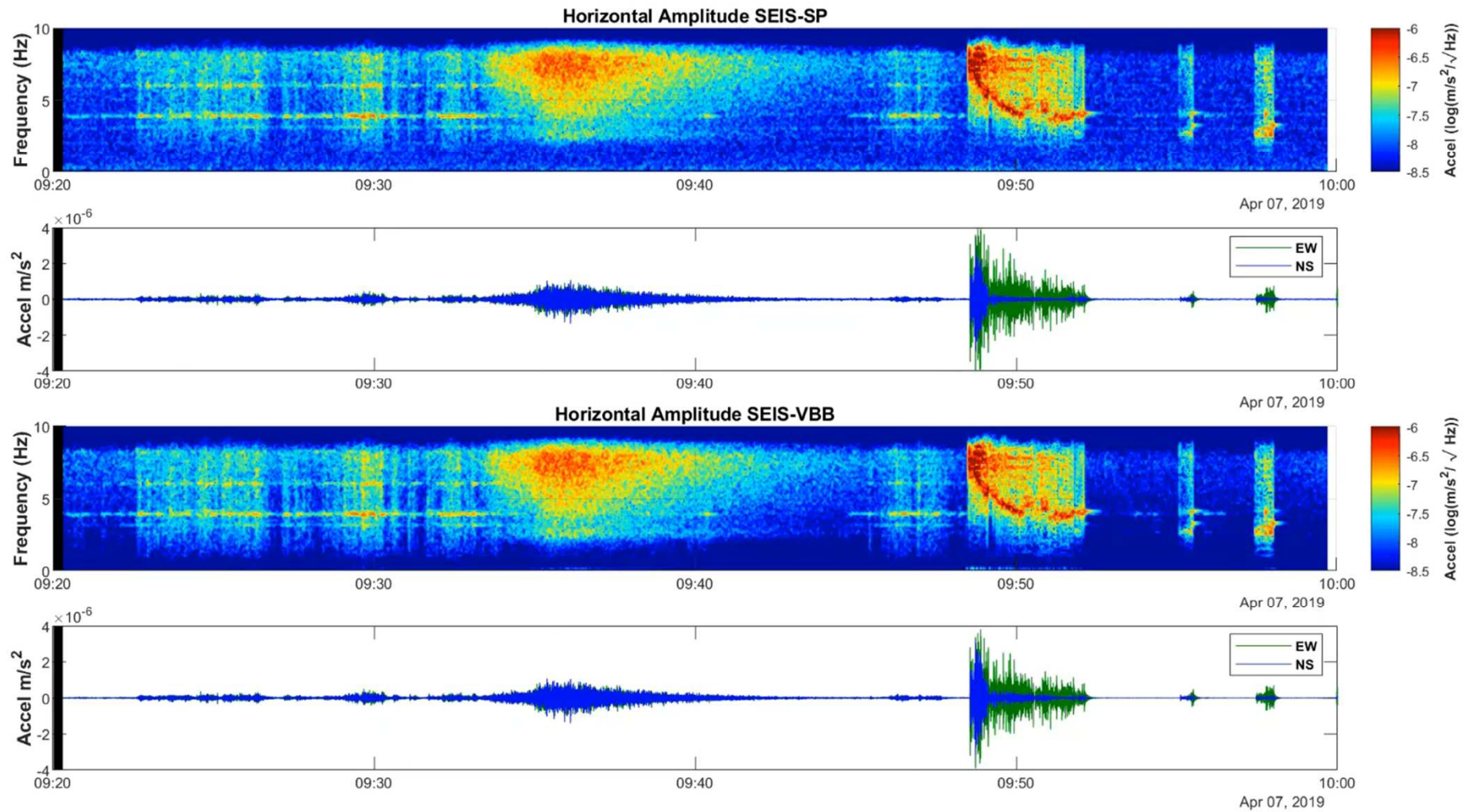




# ...exploitées par les scientifiques français !



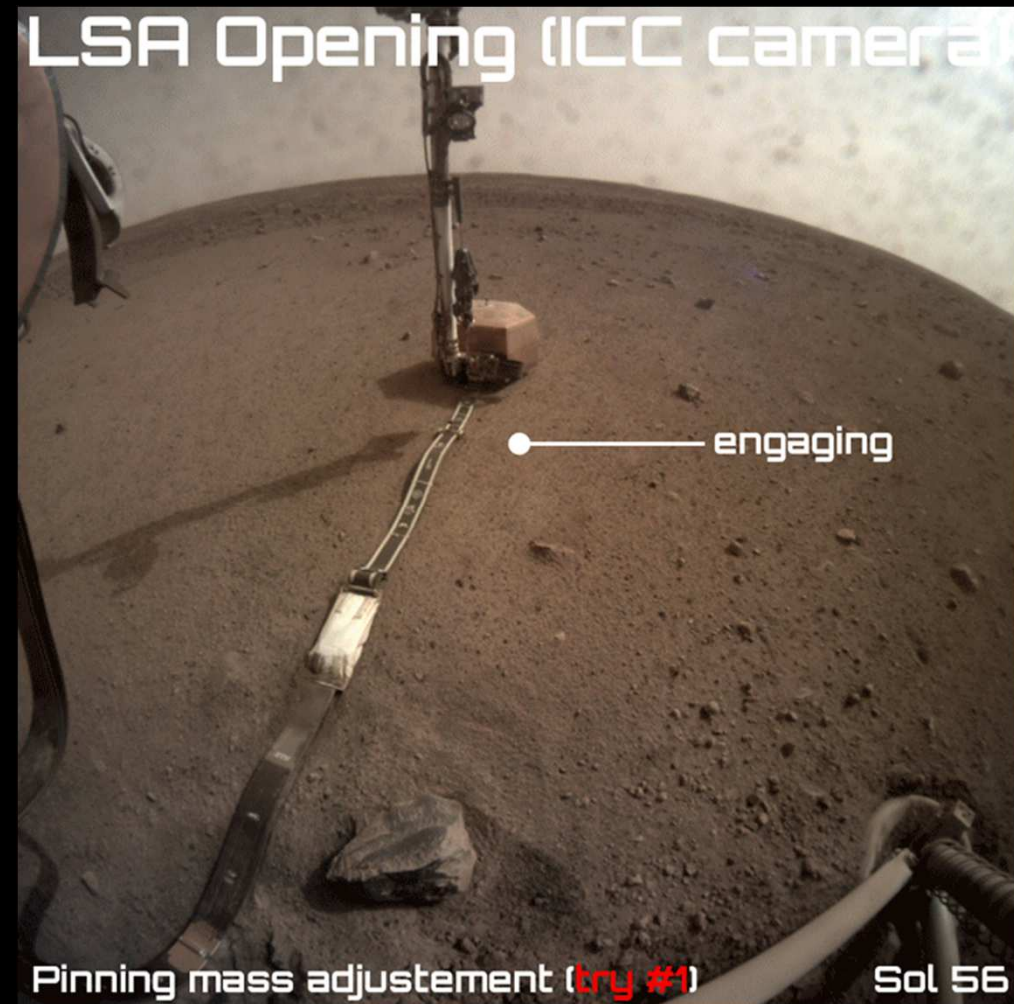
InSight





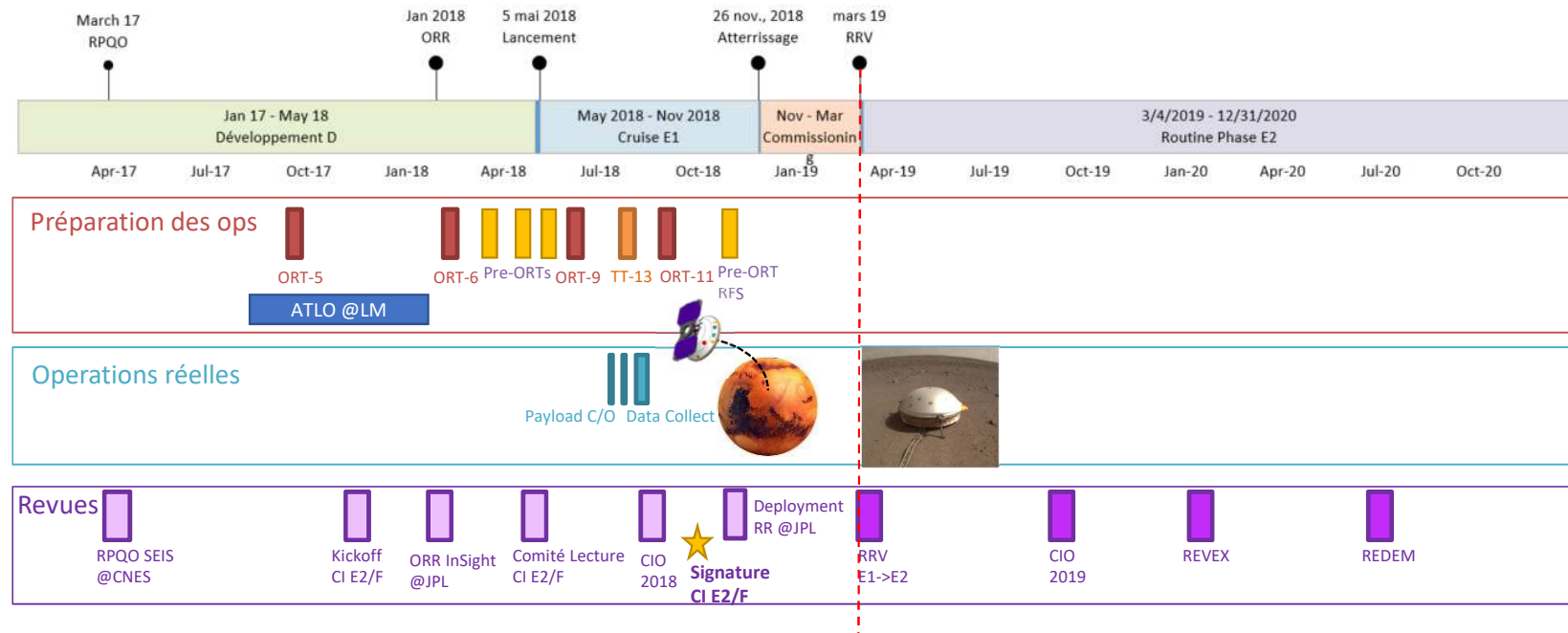
**Back Up**

# L'ouverture du LSA



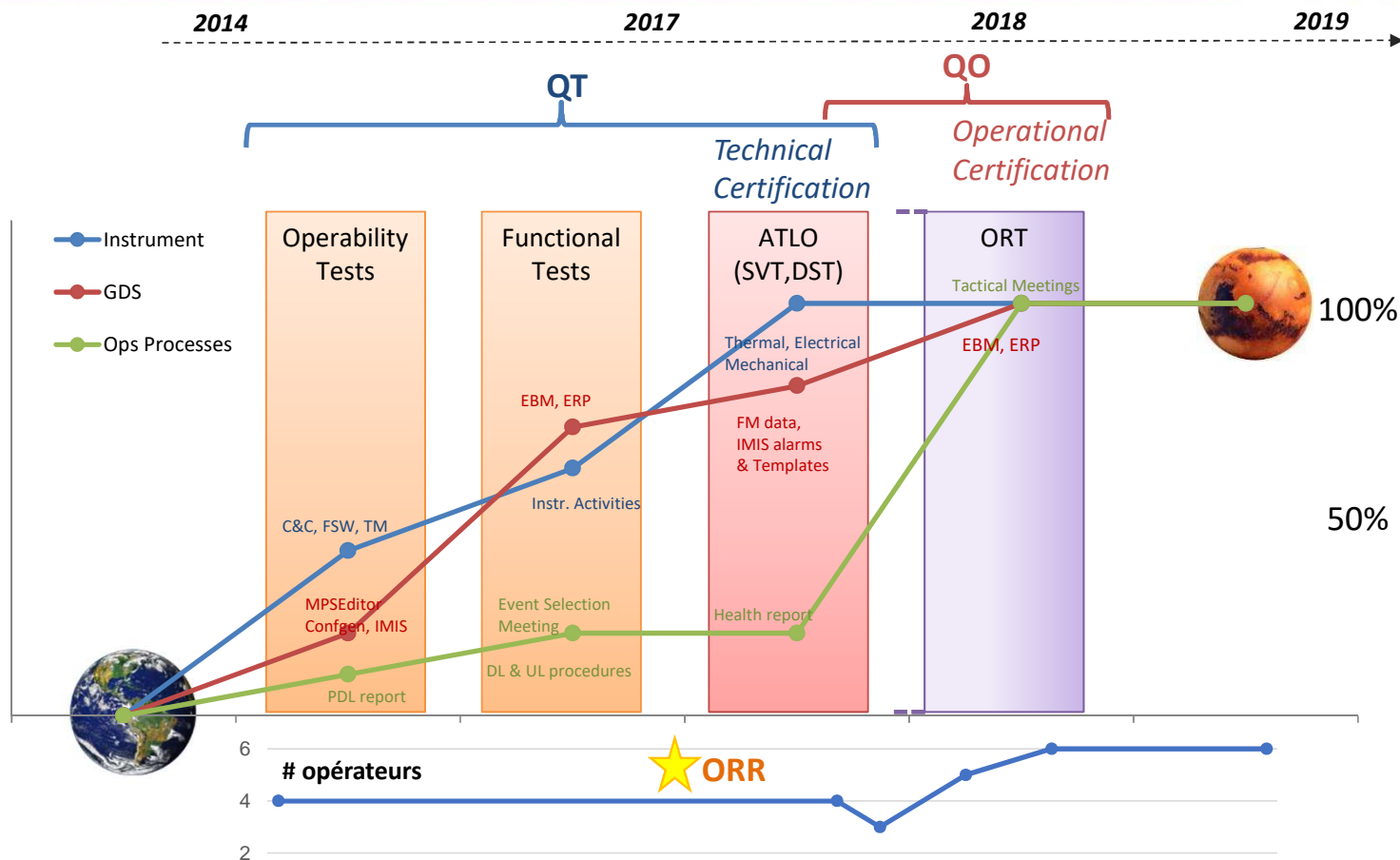


# La préparation aux Opérations



- Mars 2017: RPQO, qui a permis de valider le PGO et de statuer sur le nombre d'opérateurs nécessaires aux opérations => 6 personnes
- Sept. 2017 -> Oct 2018: Les ORTs @JPL et pre-ORTs @CNES qui ont permis de maîtriser les processus opérationnels et les interactions avec les équipes SEIS et JPL
- Jan 2018: L'ORR au JPL qui a permis de montrer au JPL notre niveau de préparation
- Sept. 2018: la RFS qui a permis de valider les produits opérationnels en complément des ORTs
- Oct. 2018: audit ISO, qui a permis de consolider le référentiel CNES à respecter et faire le point sur la préparation de la phase E2

# L'entrainement des équipes ops



- Processus de **certification JPL**
- S'appuie sur un **Training Plan**, matrice de certification maintenue
- Valide les **procédures et produits opérationnels**