



国家航天局

CNSA

China National Space Administration

Administration spatiale nationale chinoise

Chinese Lunar Exploration Program

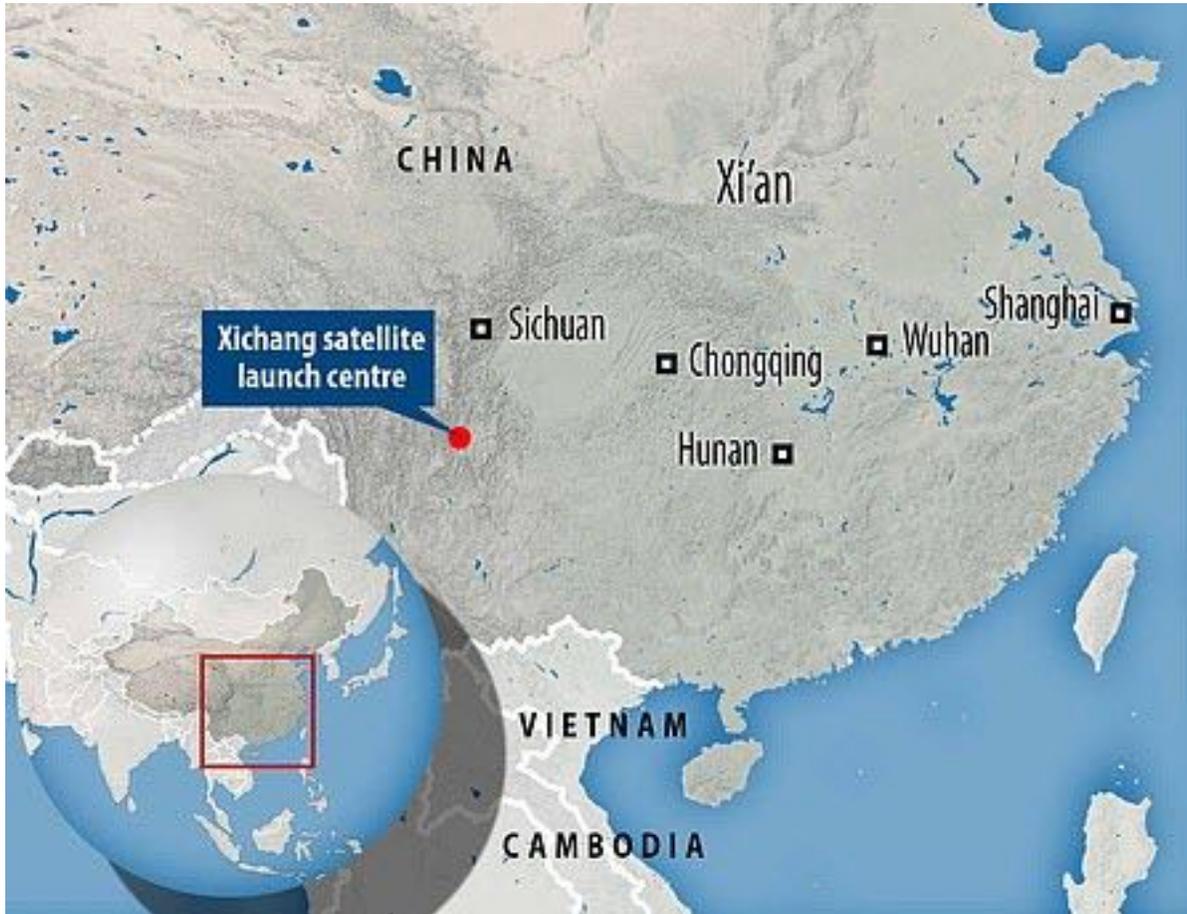
Programme chinois d'exploration lunaire

Chang'E

Base de lancement de Xichang



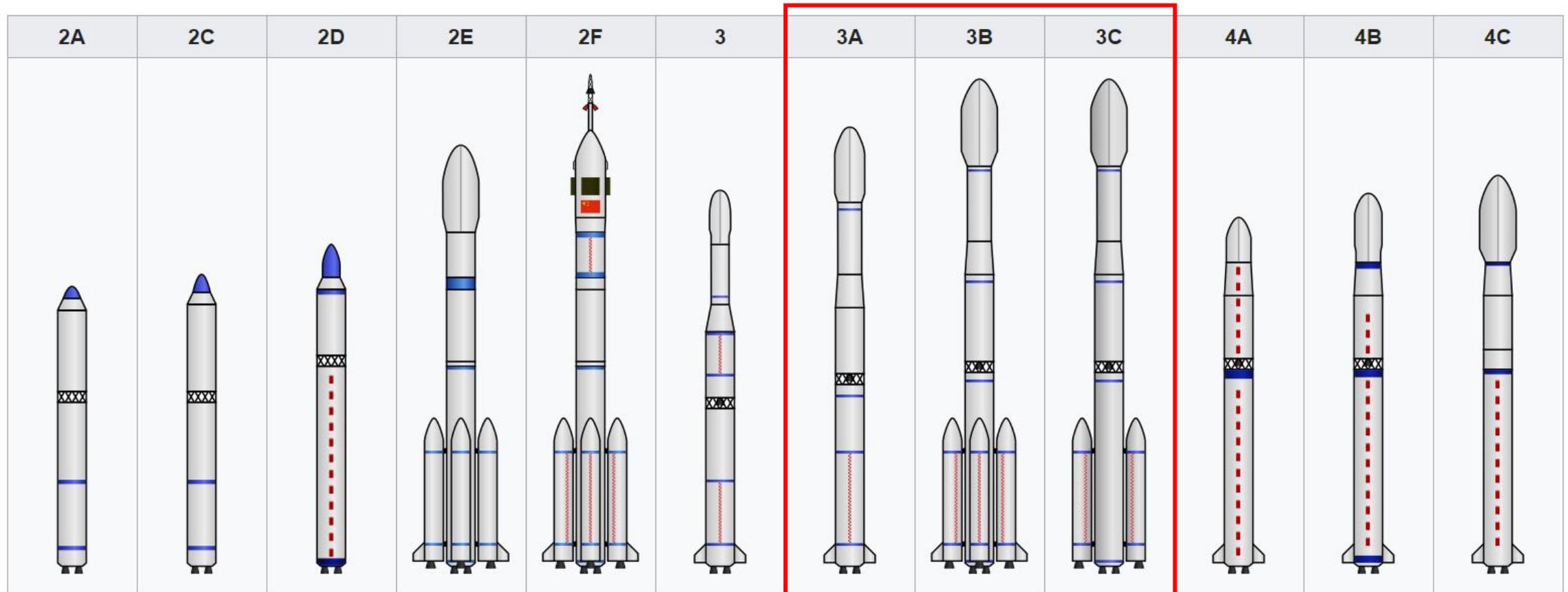
Base de lancement de Xichang

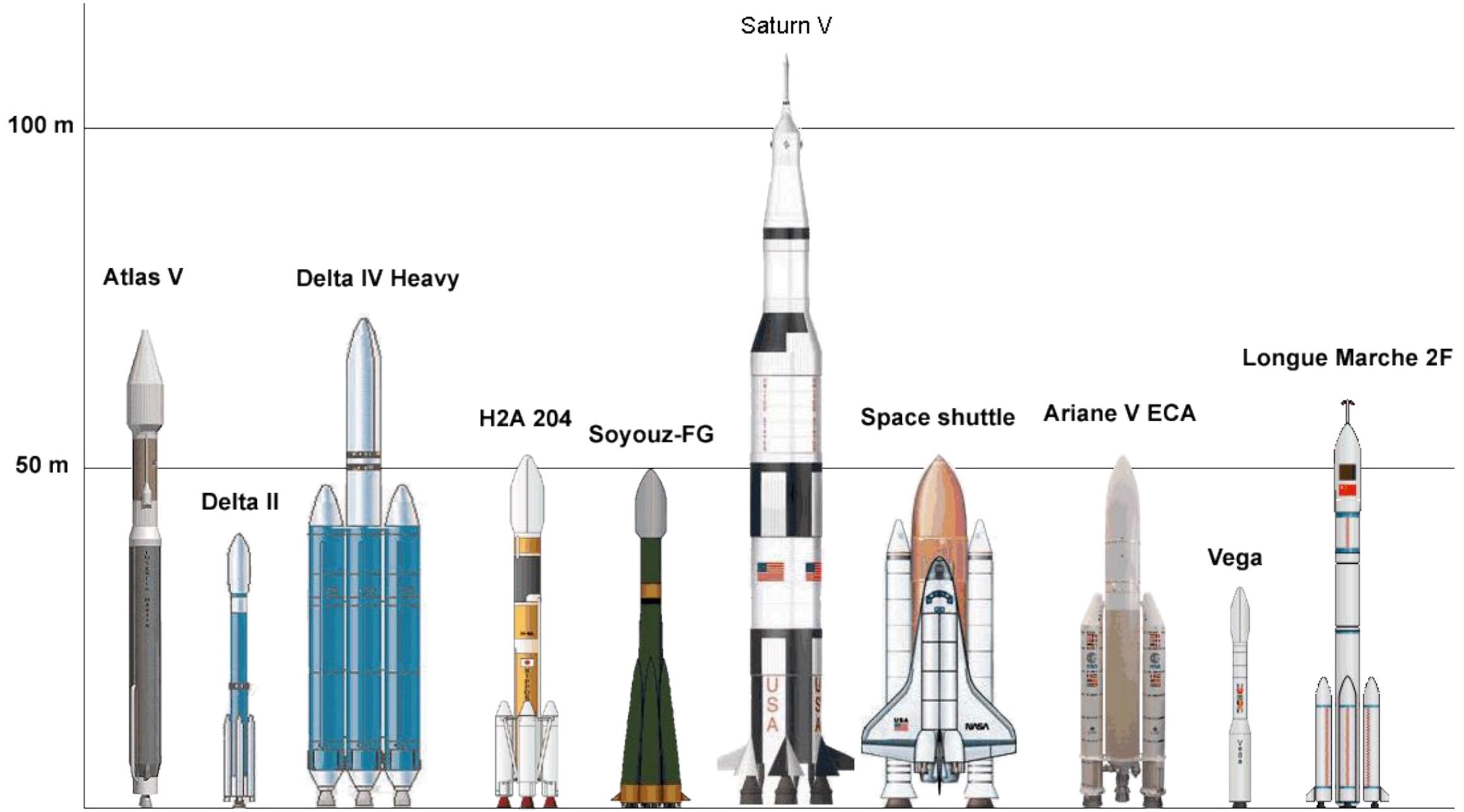


Province de Sichuan. Construction en 1970, secrète jusqu'en 1984. Administrée par les militaires chinois sous l'appellation « base 27 », est une des quatre bases de lancement spatiales chinoises.

Fusées Longue Marche (en chinois 长征系列运载火箭)

Le nom de la famille de fusées fait référence à la Longue Marche chinoise, qui est un des symboles les plus importants de la Guerre civile chinoise ayant abouti à l'avènement de la République populaire de Chine.







Programme chinois d'exploration lunaire

- Sondes orbitales
- Atterrisseurs
- Atterrisseurs + retour
- Missions habitées

Ces missions portent le nom de **Chang'e**



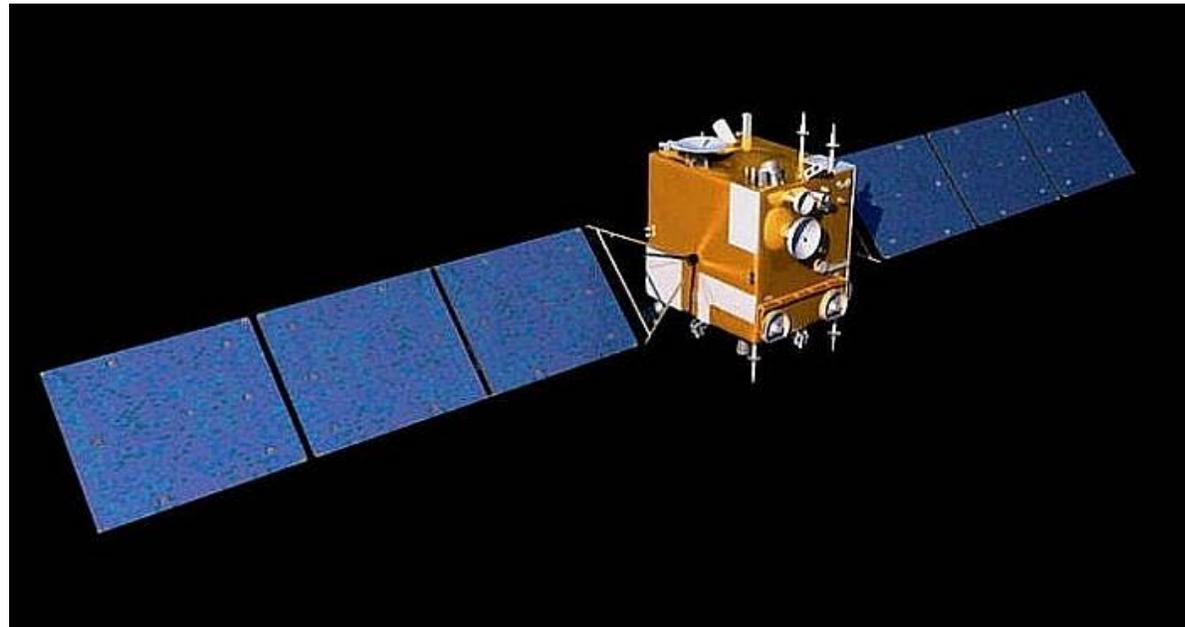
Chang'E (chinois : 嫦娥, cháng'é) est un personnage de la mythologie chinoise, femme de l'archer Houyi. Séparée de son mari et du reste des humains, elle réside éternellement sur la Lune, dans un palais de jade nommé Vaste froidure (廣寒宮, guǎnghángōng), avec pour seuls compagnons Wugang, un apprenti immortel exilé, occupé à abattre un cannelier qui repousse sans cesse, et un lapin (ou lièvre) apothicaire dit « lapin de jade » (玉兔, yùtù), assisté selon certains d'un crapaud.



Sondes orbitales

Chang'e 1: Mission cartographie 3D surface lunaire. Lancement 24 octobre 2007. Entrée en orbite lunaire 5 novembre 2007. Fin Mission 1^{er} mars 2009 (trajectoire de collision avec la lune).

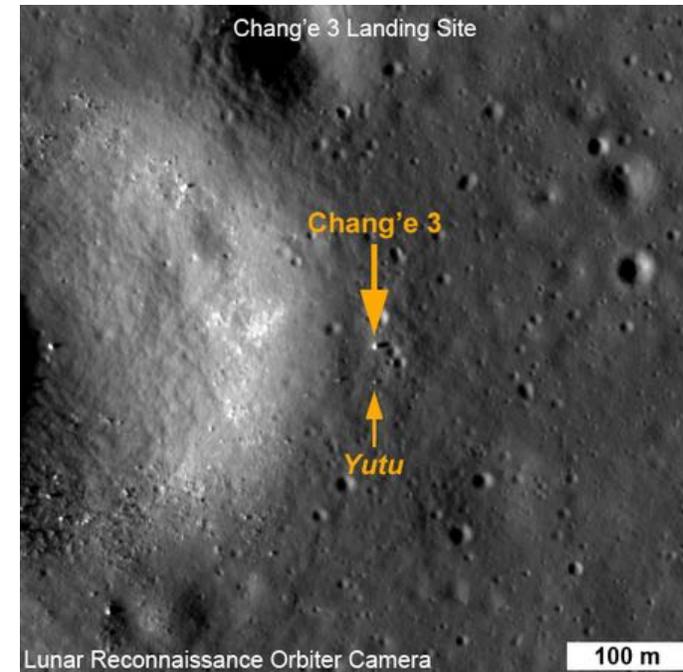
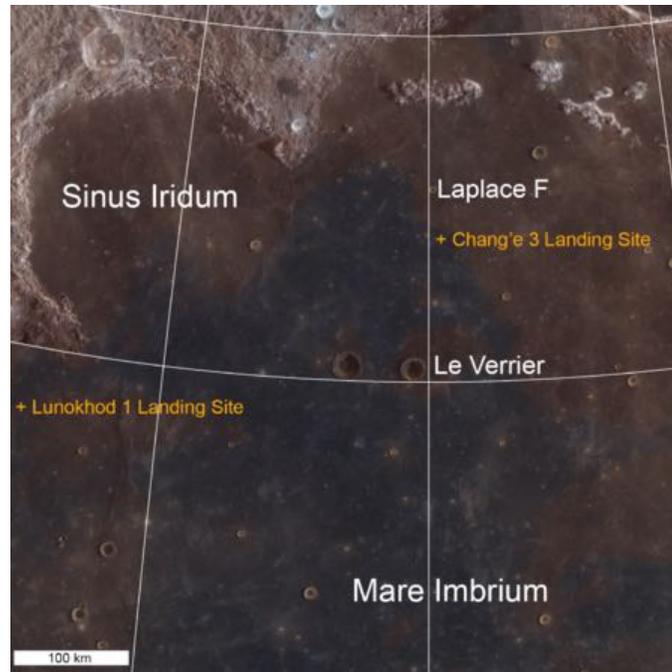
Chang'e 2: Mission cartographie (+précise), notamment Sinus Iridum. Lancement 1^{er} octobre 2010. Entrée en orbite lunaire 6 octobre 2010. Fin mission primaire juin 2011. Transit vers point L2. Puis trajectoire vers Toutatis (survol à 3,2km le 13/12/2012). Espace profond depuis.





Atterrisseurs

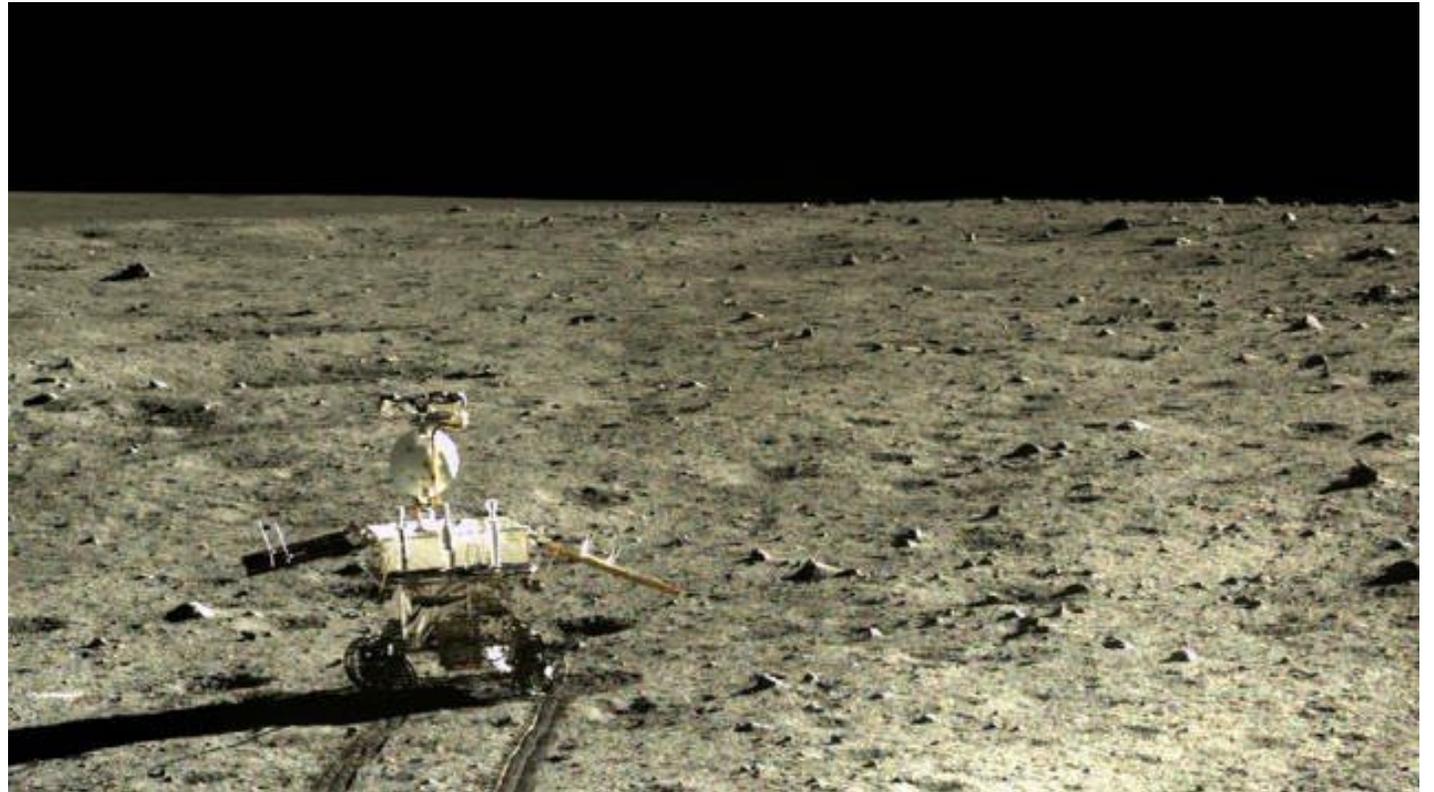
Chang'e 3: Mission: Étude du sol lunaire, astronomie ultraviolet. Lancement 1^{er} décembre 2013. Atterrissage « en douceur » le 14 décembre 2013 (le précédent: Luna 24 il y a 37 ans!) au nord-ouest de la Mer des Pluies. Transporte un rover lunaire de 140 kg nommé Yutu. Cesse de fonctionner après 1 mois et un parcours de 114m.





Atterrisseurs

Chang'e 3: Mission: Étude du sol lunaire, astronomie ultraviolet. Lancement 1^{er} décembre 2013. Atterrissage « en douceur » le 14 décembre 2013 (le précédent: Luna 24 il y a 37 ans!) au nord-ouest de la Mer des Pluies. Transporte un rover lunaire de 140 kg nommé Yutu. Cesse de fonctionner après 1 mois et un parcours de 114m.

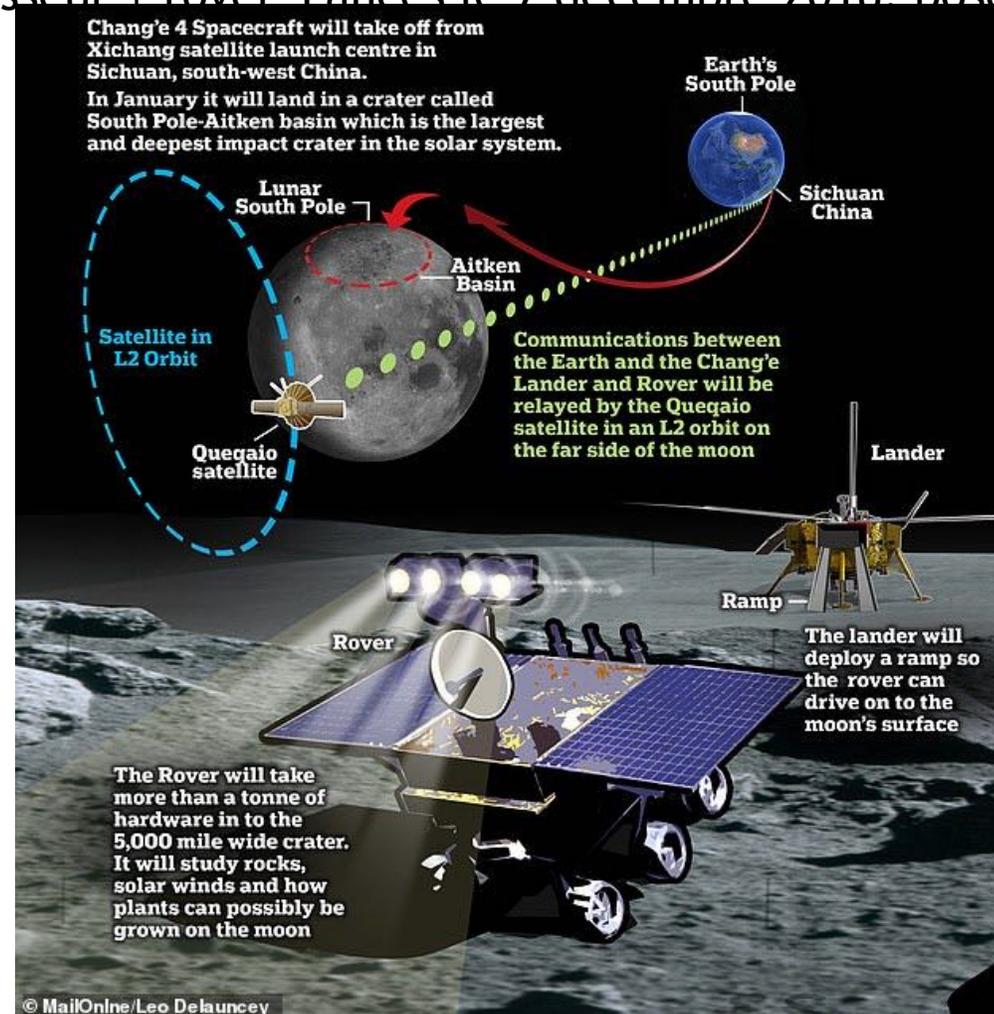




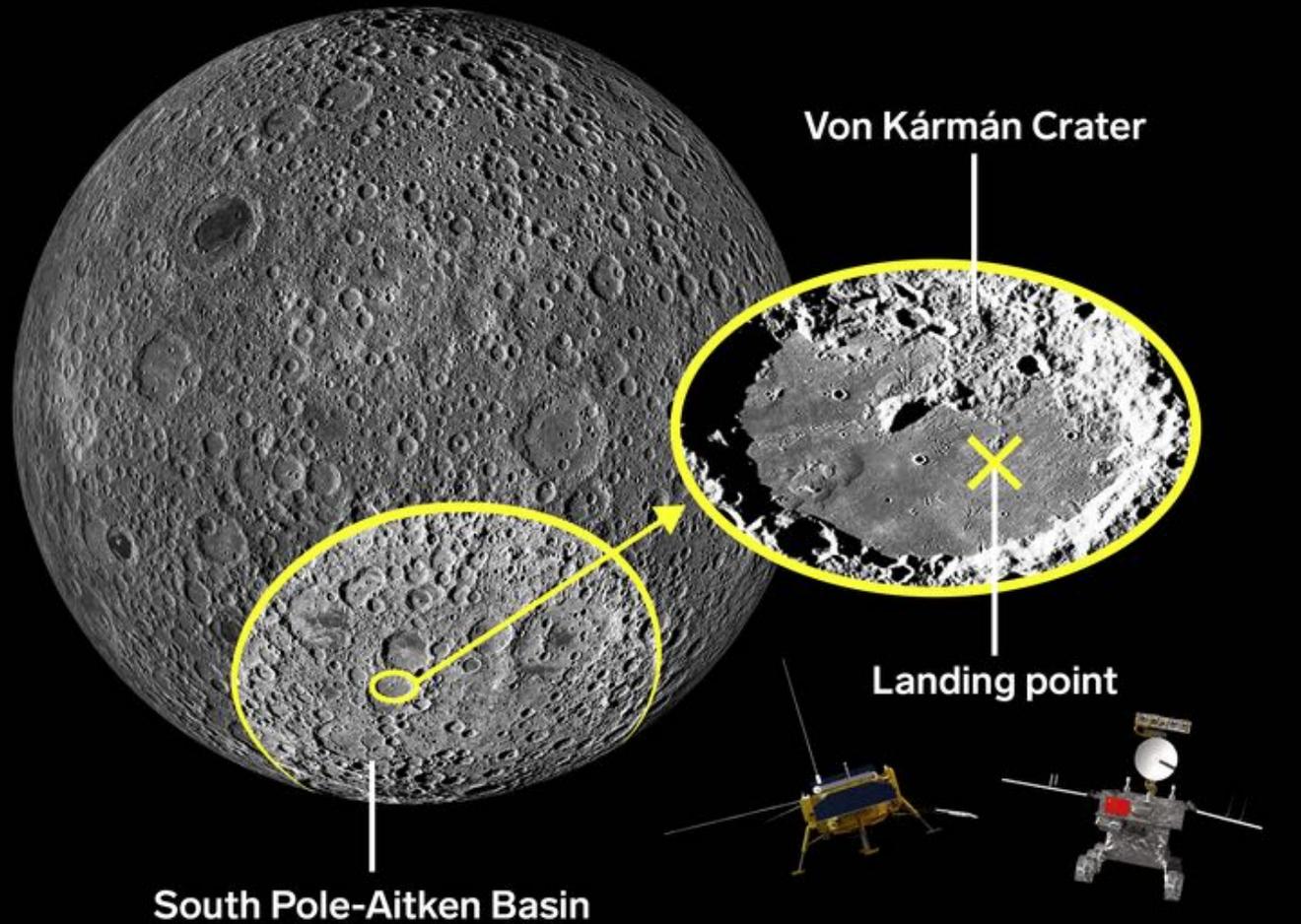
Atterrisseurs

Chang'e 4: Mission Exploration de la surface de la face cachée de la Lune.

Atterrisseur + rover Lancés le 7 décembre 2018, posés le 3 janvier 2019.



China's landing on the far side of the moon



Sources: NASA/Arizona State University (moon imagery); CASC/CNSA (lander/rover renderings)

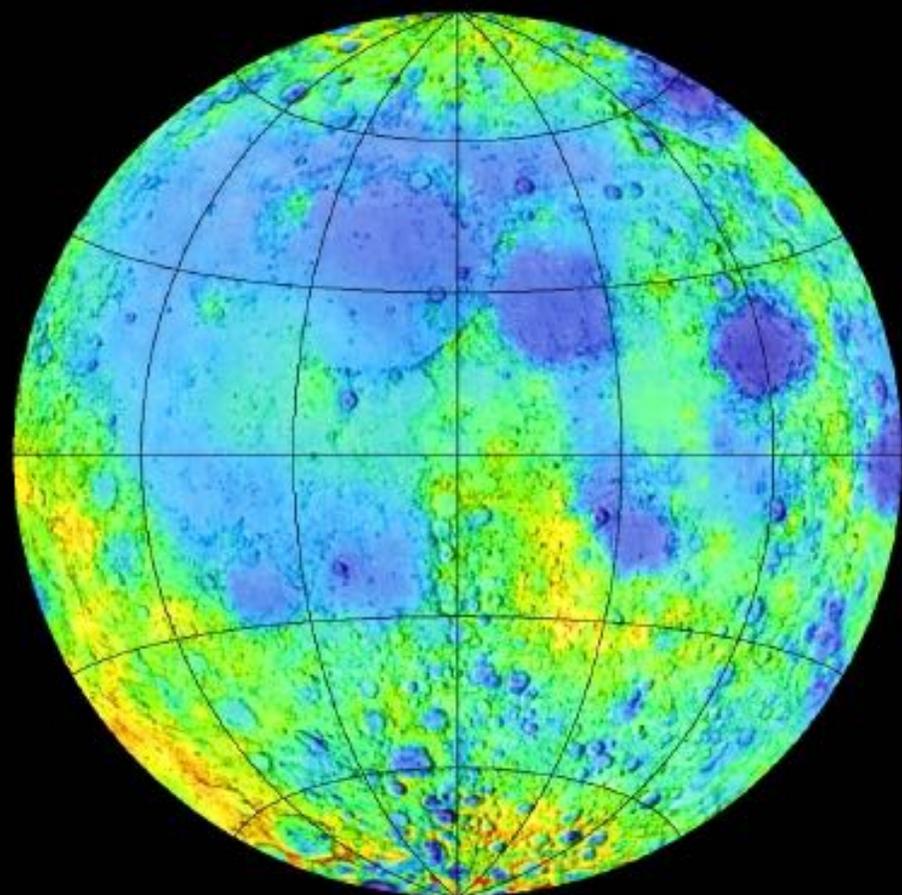
Insider Inc.

Site d'atterrissage de Chang'e 4

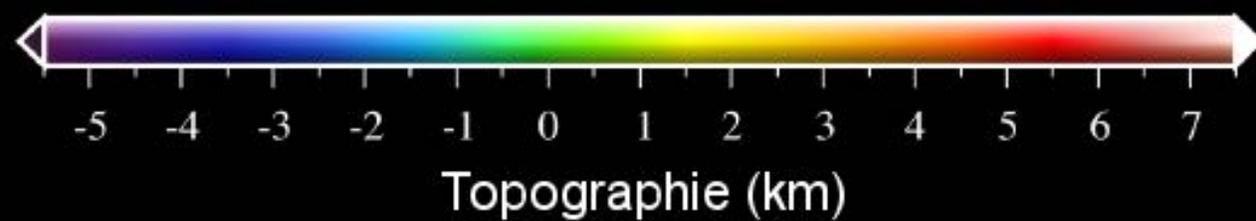
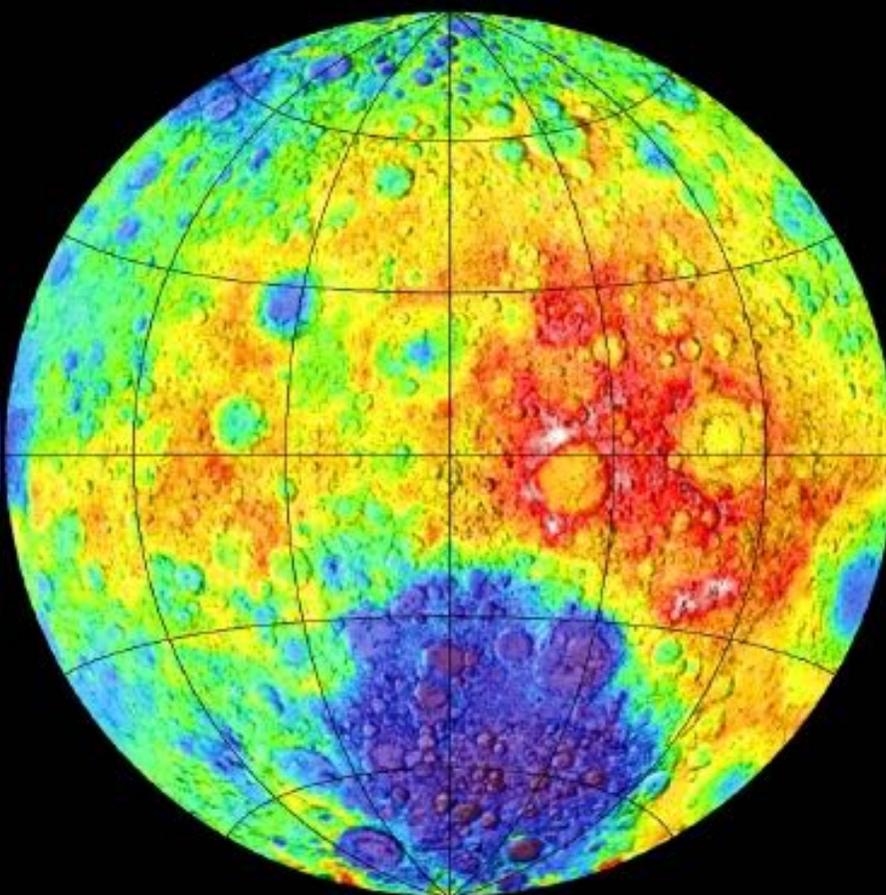
Première sonde à se poser sur la face cachée de la Lune !

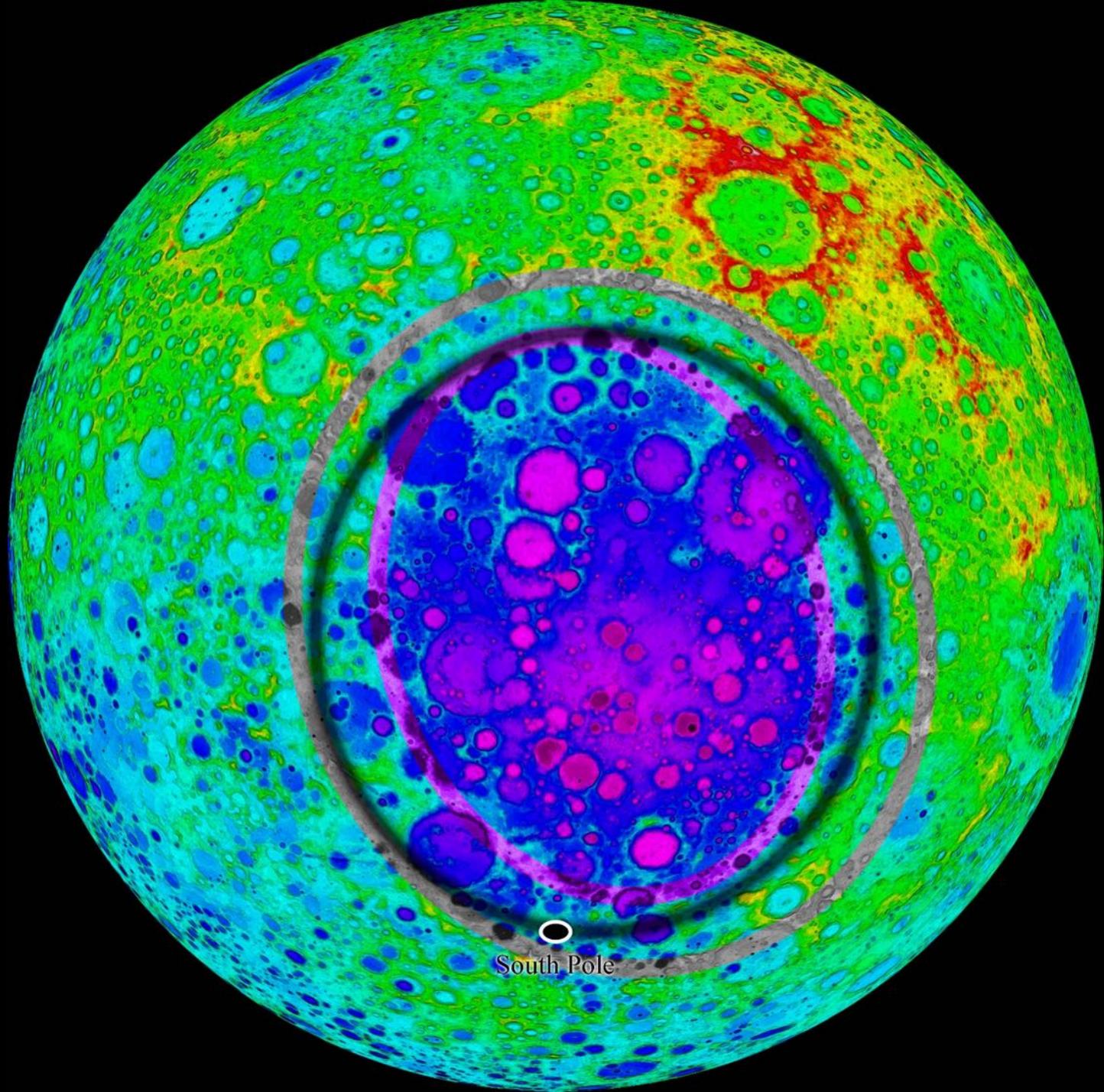
Dans le cratère de Von Karman.

Face visible



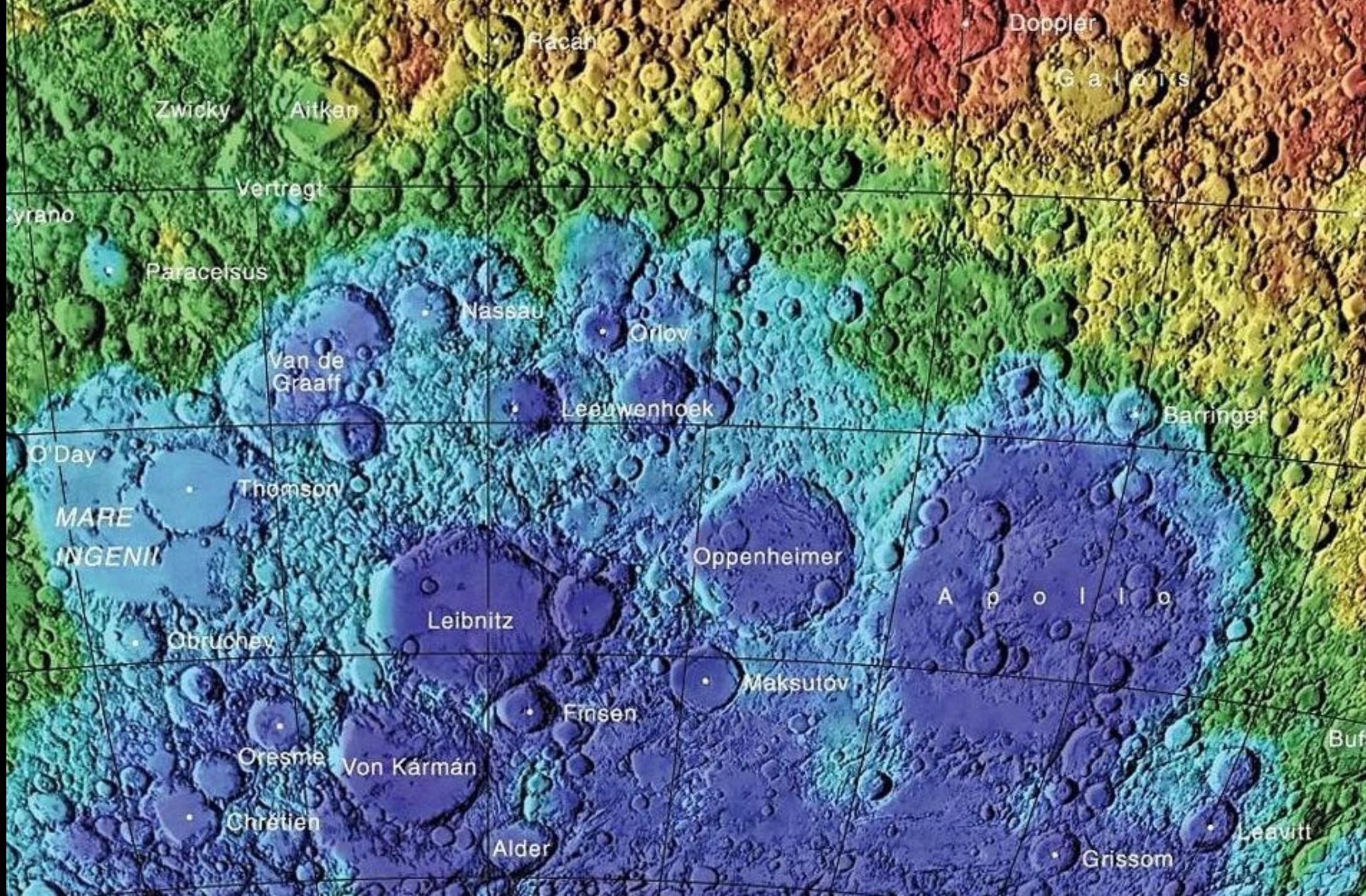
Face cachée

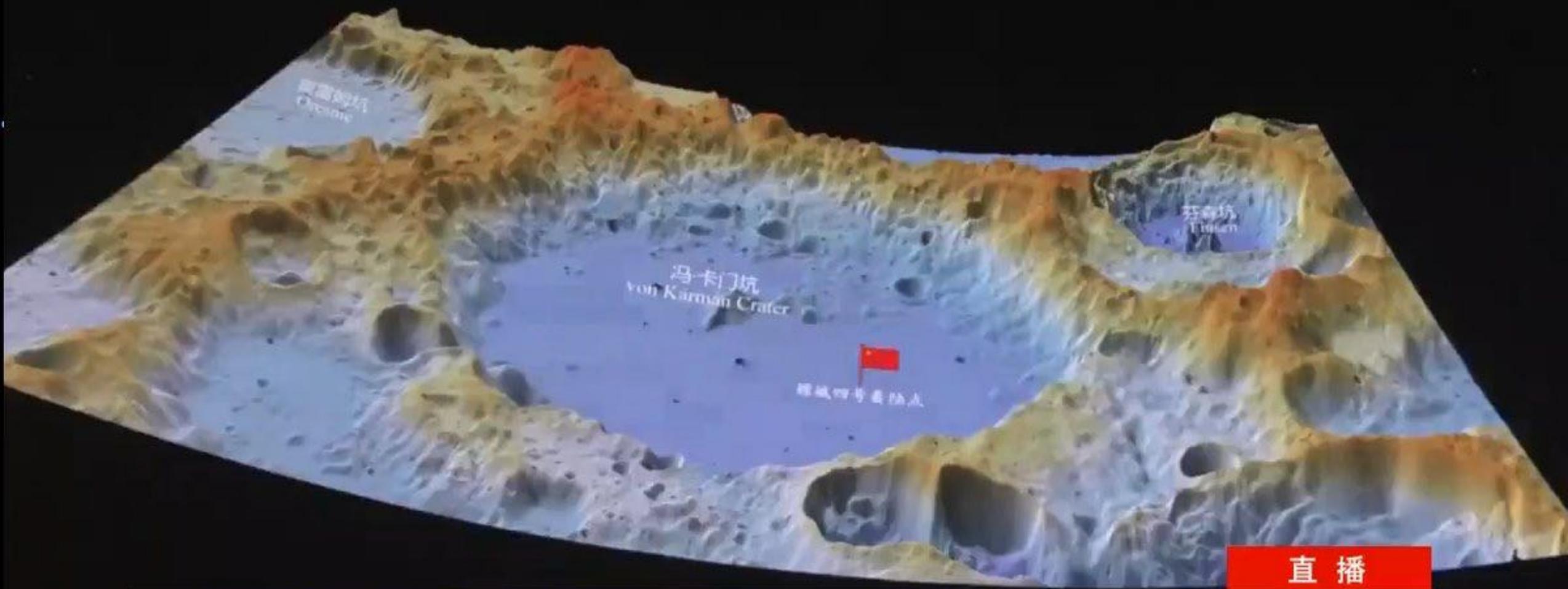




Bassin de Aitken (pôle sud)

- 2500 km large
- 13 000 m de profondeur
- Bassin d'impact
- Manteau lunaire exposé?



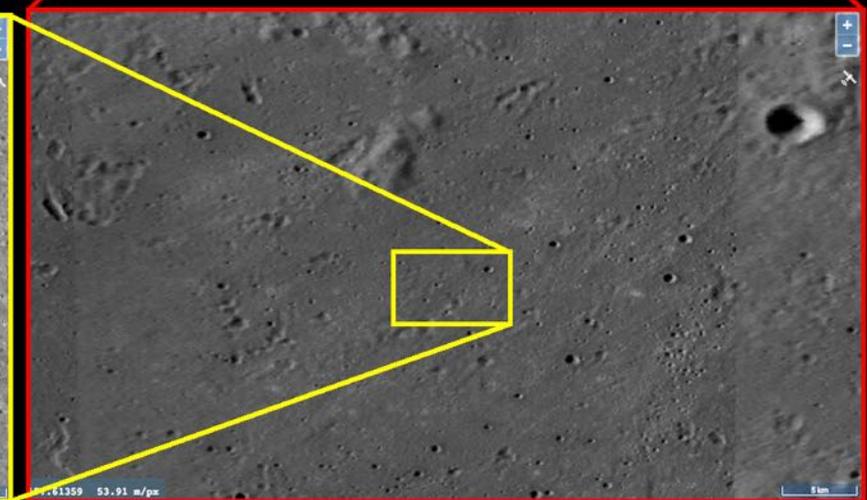
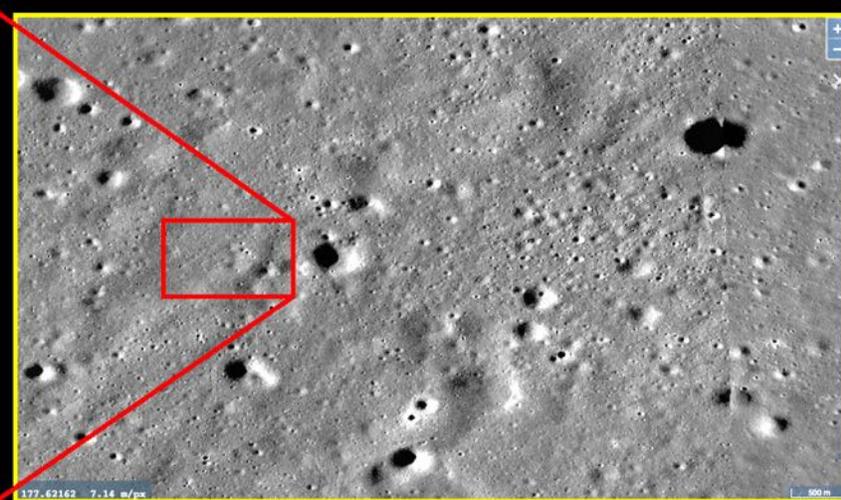
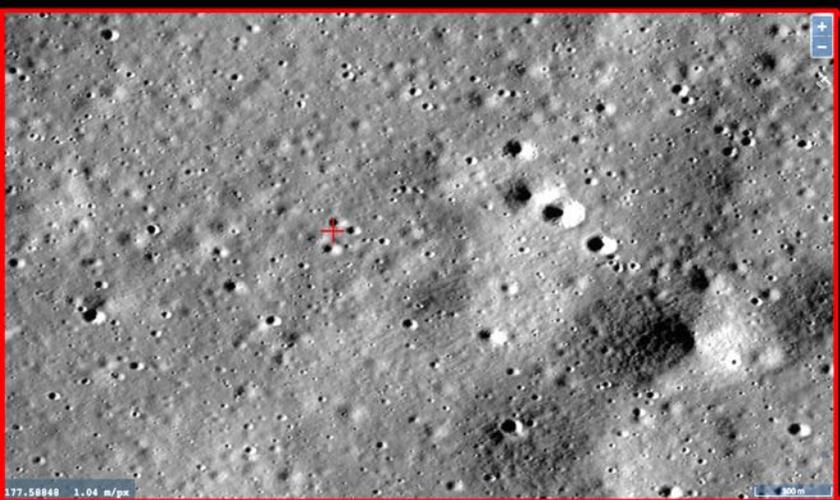
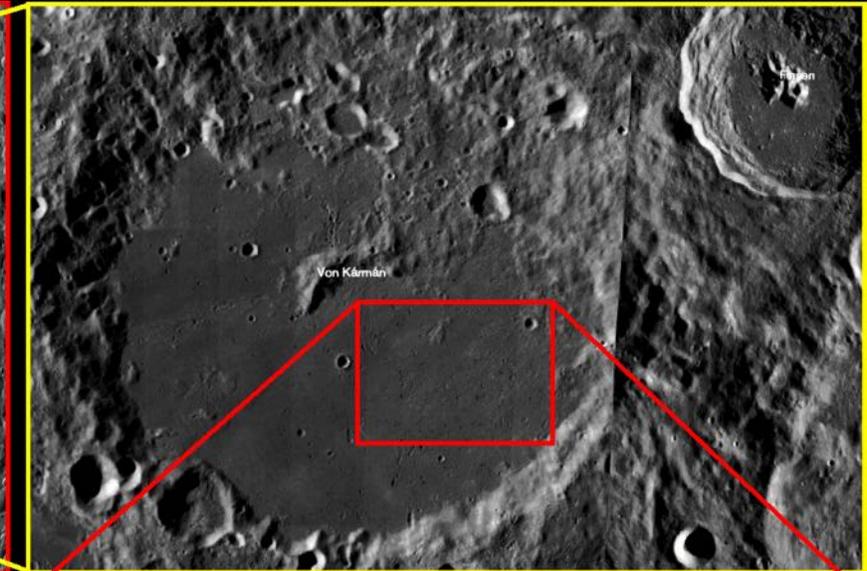
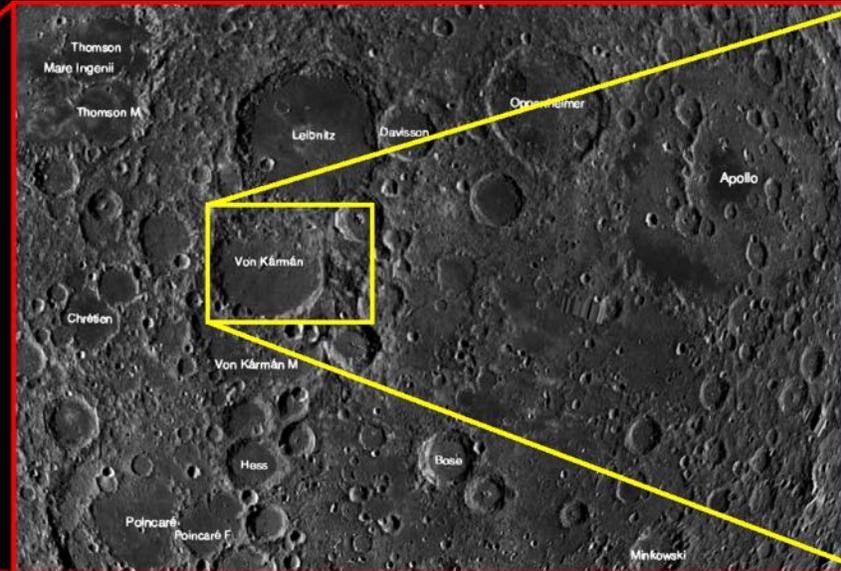
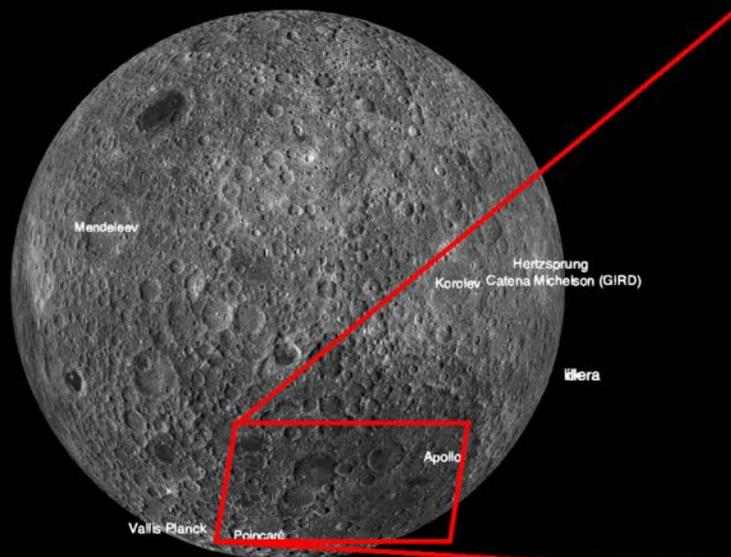


直播

“探索·月之背面” 科普活动：与院士一起论月

北京1月7日

ZHIBO.CHINA.COM.CN



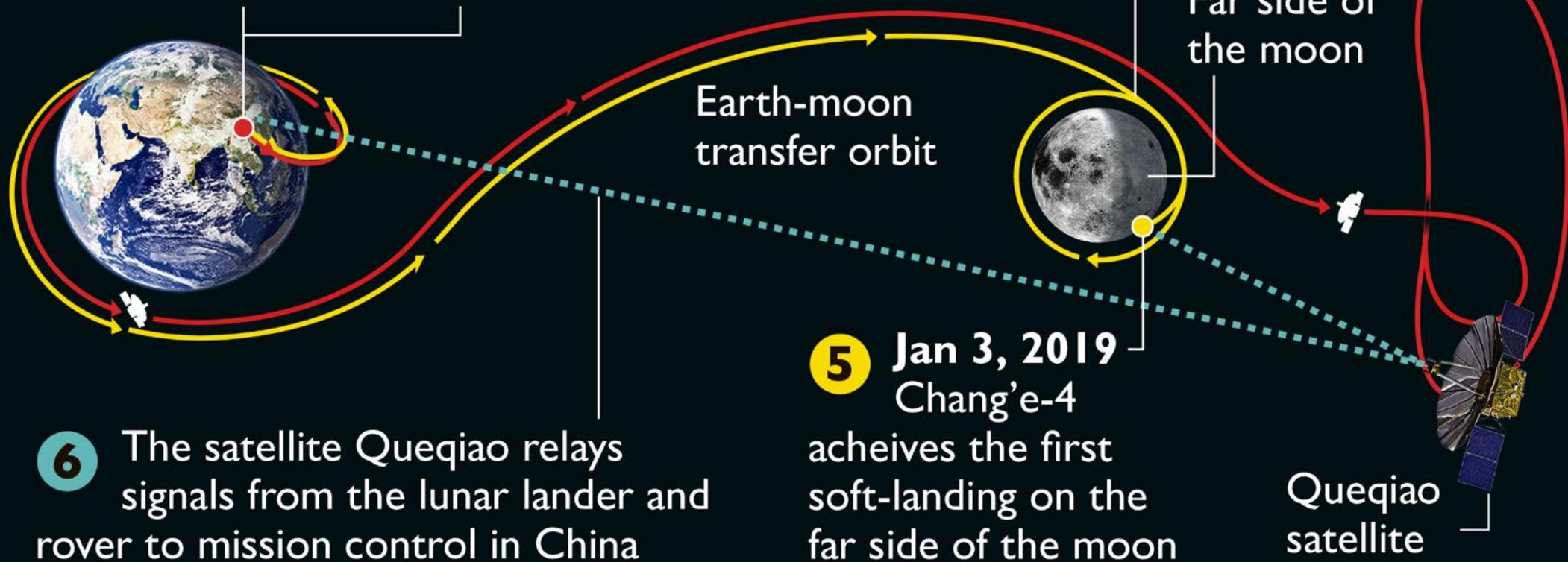
The amazing journey

1 **May 20, 2018**
China launches a relay satellite named Queqiao, from Xichang Satellite Launch Center in Sichuan

3 **Dec 7** China launches a Long March-3B rocket, carrying the Chang'e-4 probe lander and a rover

4 **Dec 12**
Chang'e-4 enters lunar orbit, where it spends 22 days testing the spacecraft's systems

2 **Jun 14**
Queqiao reaches its halo orbit about 40,000 miles beyond the moon



6 The satellite Queqiao relays signals from the lunar lander and rover to mission control in China

5 **Jan 3, 2019**
Chang'e-4 achieves the first soft-landing on the far side of the moon

Queqiao satellite

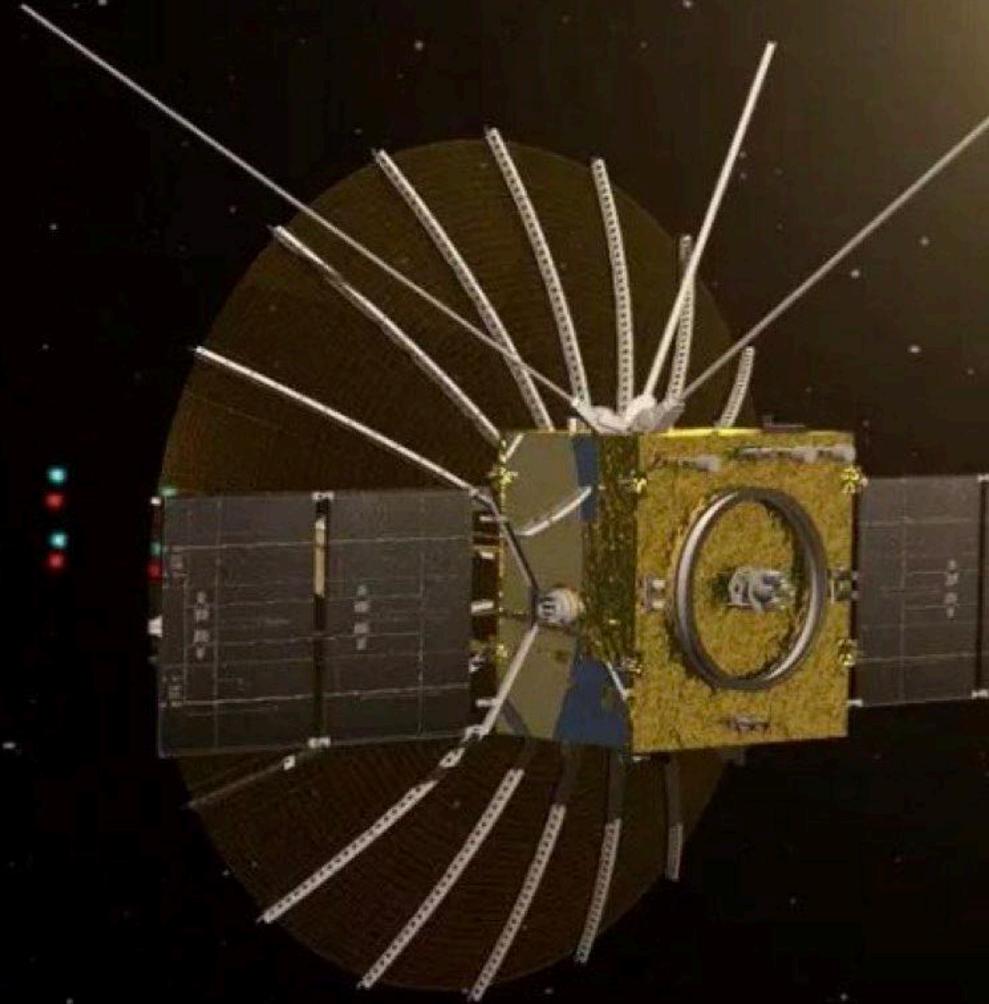
Le satellite relais Queqiao



Terre



Lune

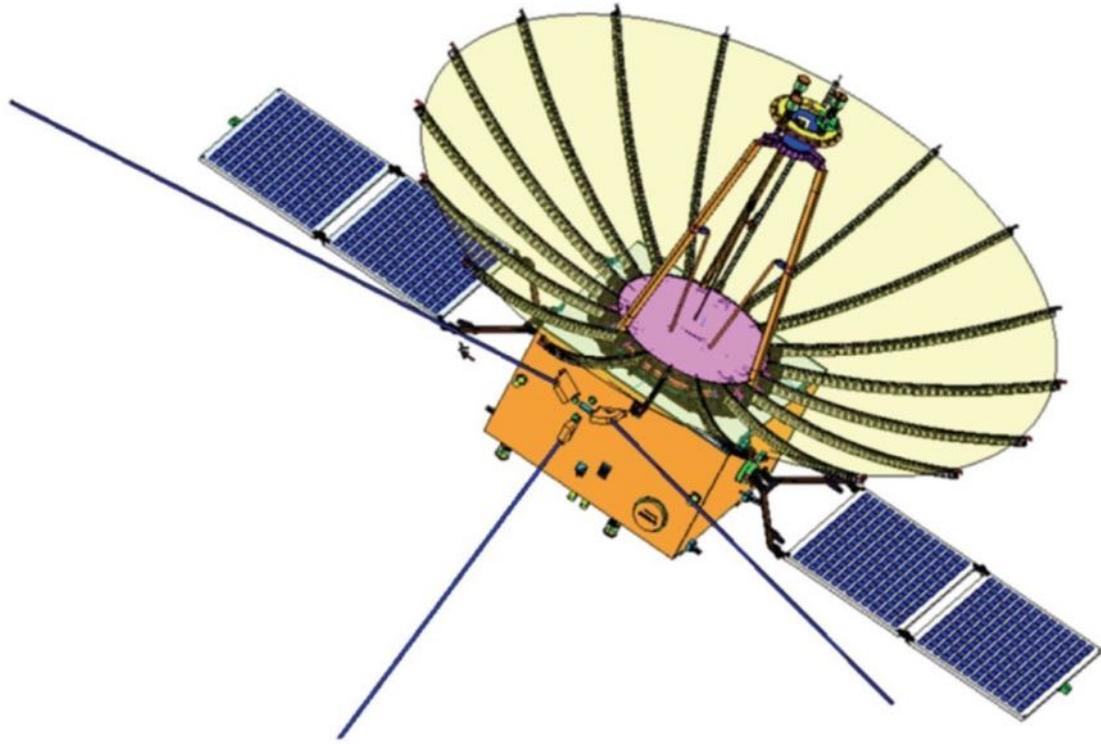


Queqiao

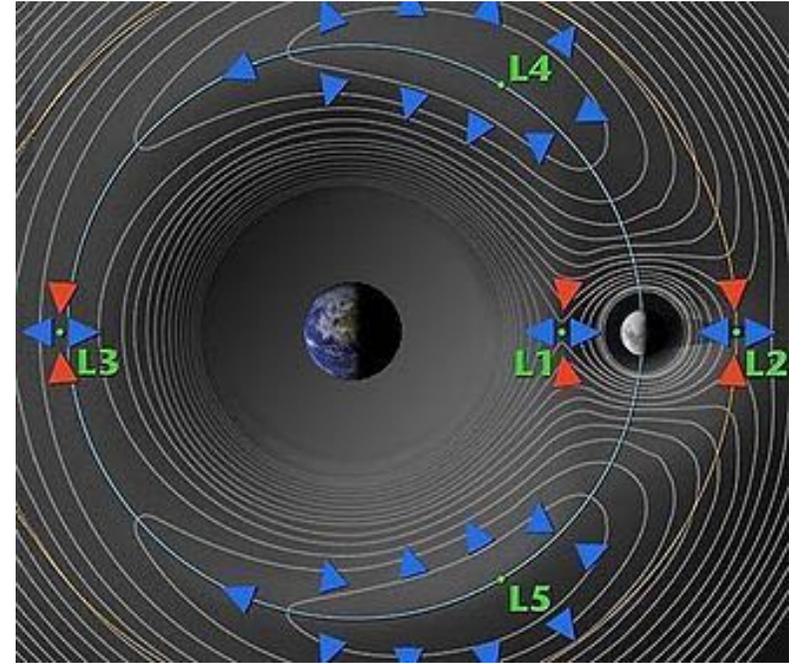
Lancée le 20 mai 2018 par une fusée Longue Marche 4C. Insertion orbitale le 14 juin.

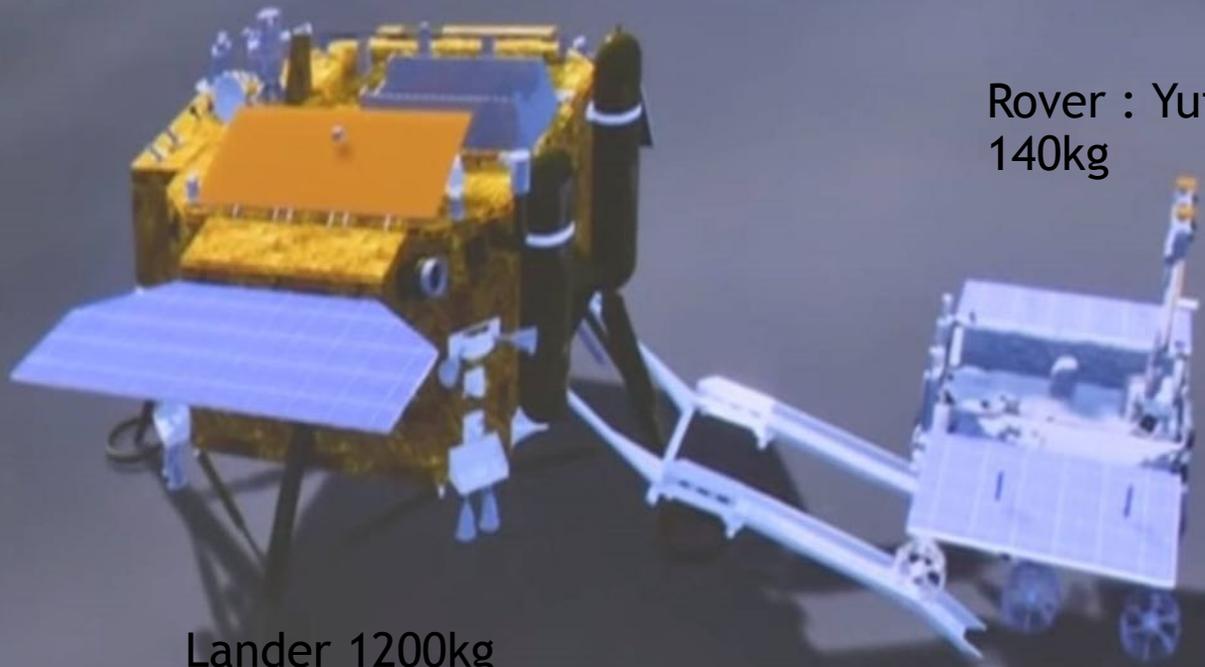


@我们的太空微博



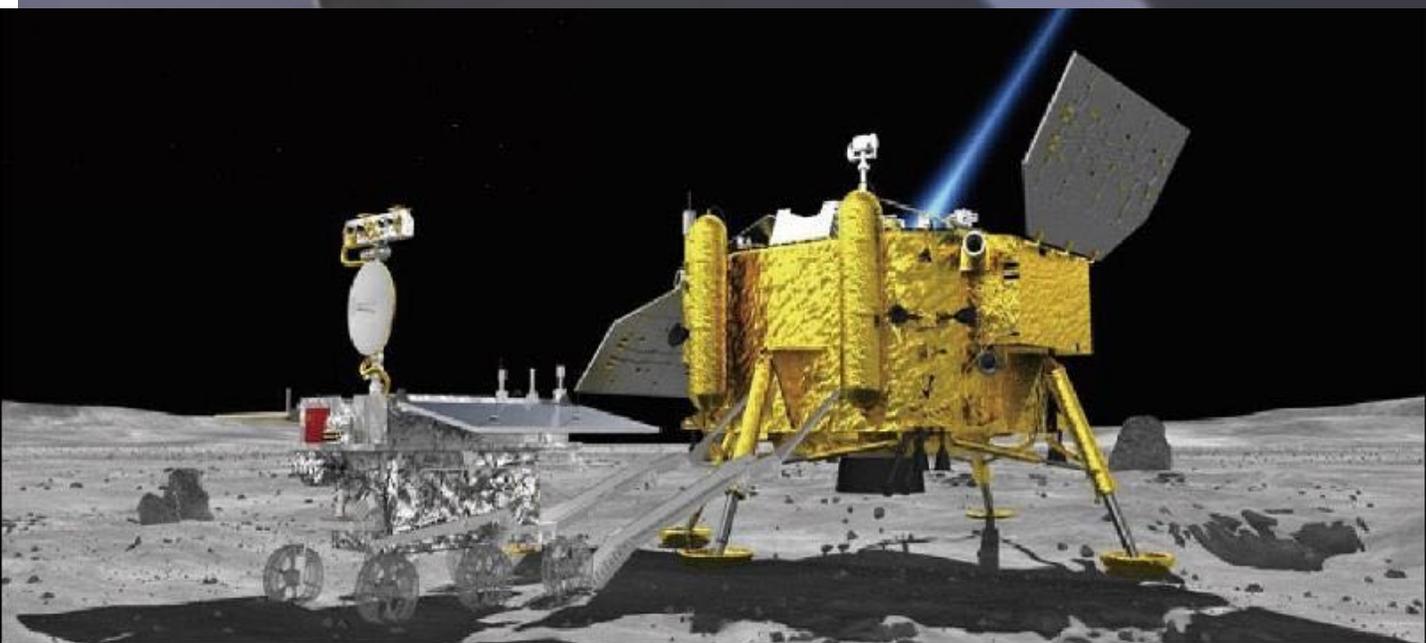
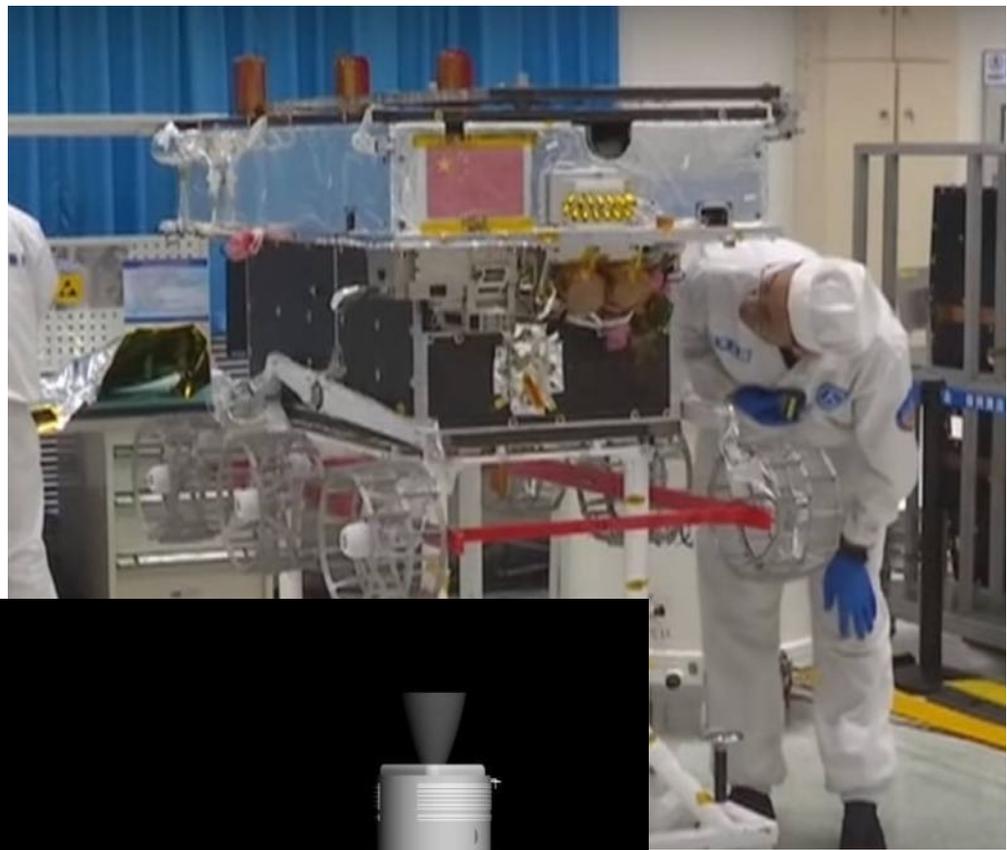
Queqiao circule au-delà de la trajectoire de la Lune à 449 600 km de la Terre et à 65 000 kilomètres de la Lune





Rover : Yutu-2
140kg

Lander 1200kg



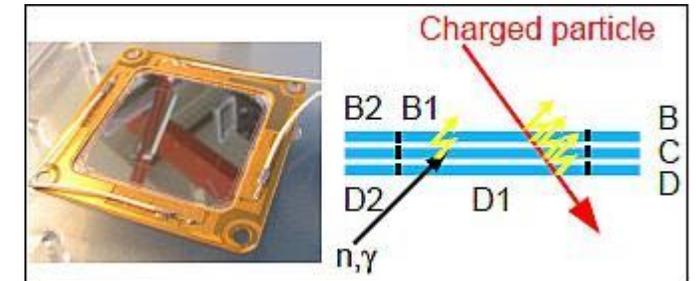
嫦娥三号

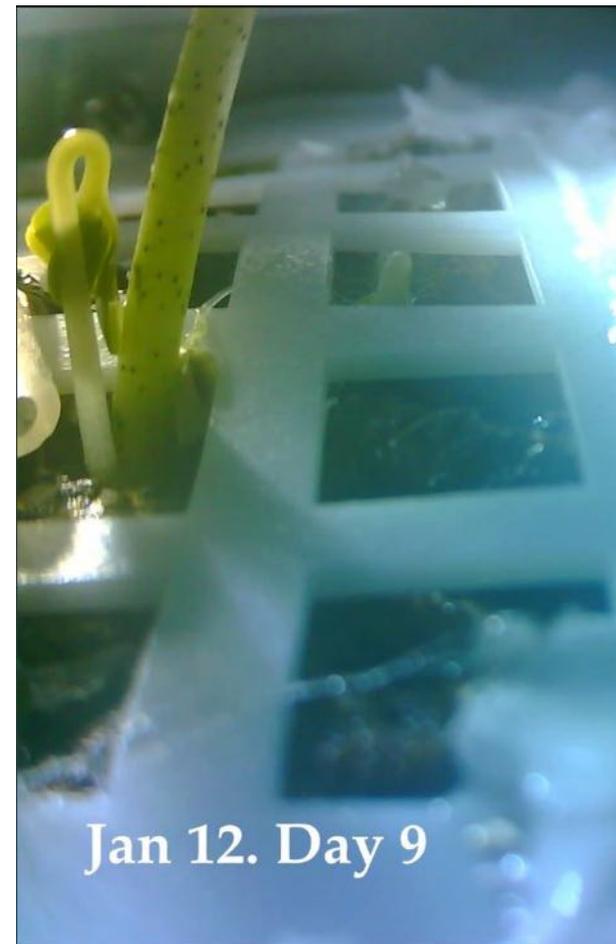
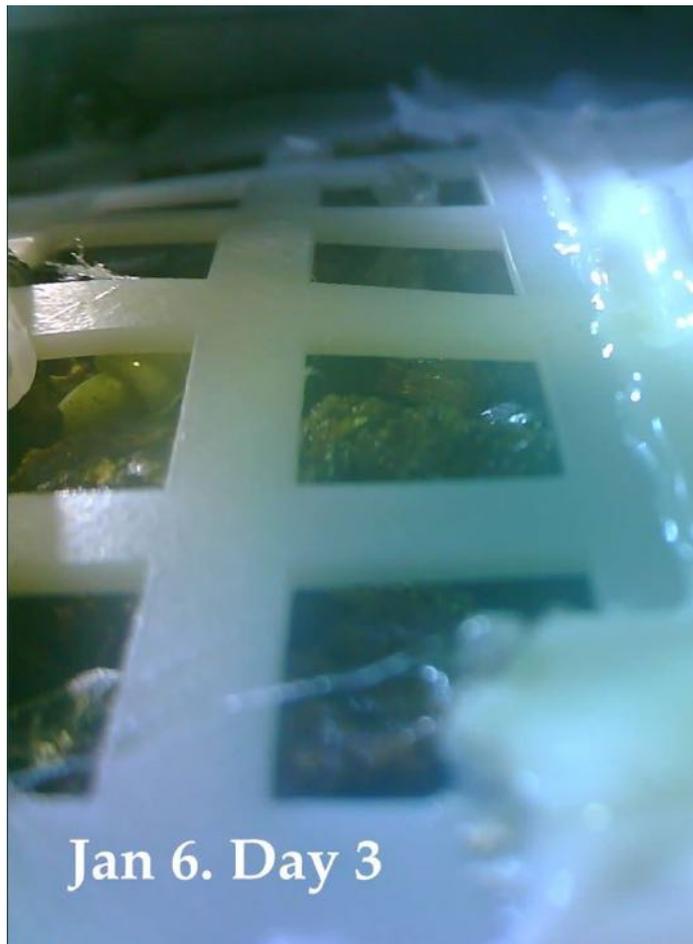
阿波罗飞船

Les instruments scientifiques embarqués:

Atterrisseur

- la caméra LCAM (Landing Camera) utilisée pour prendre des photos durant la descente
- la caméra topographique TCAM (Terrain Camera) qui n'avait pas résisté à la première lunaire.
- Le spectromètre LFS (Low Frequency Spectrometer) est utilisé pour détecter les variations du champ électrique basse fréquence générées par les tempêtes solaires. Les données collectées permettront d'étudier le plasma lunaire présent au-dessus du site d'atterrissage.
- un dosimètre à neutrons LND (Lunar Lander Neutrons and Dosimetry) fourni par l'université de Kiel en Allemagne pour mesurer le flux de particules (mission habitées, héliophysique, analyse régolite (présence d'eau)).
- Un container de 3 kilogrammes contenant des graines de pommes de terre et d'*Arabidopsis* dans le but d'étudier la respiration des graines et la photosynthèse sur le sol lunaire. La température à l'intérieur de cette mini-biosphère est maintenue entre 1 et 30 °C tandis que l'humidité et les éléments nutritionnels sont strictement contrôlés.





Les instruments scientifiques embarqués:

Rover

- la caméra panoramique PCAM (Panoramic Camera) fournit des images tridimensionnelles de la zone d'atterrissage et des régions explorées par le rover et permet de déterminer la morphologie de la surface et la structure géologique.
- le spectromètre imageur VNIS (Visible and Near-Infrared Imaging Spectrometer) fonctionne en lumière visible et en infrarouge. Il comprend un spectromètre imageur fonctionnant dans les longueurs d'ondes 0,45-0,95 microns et un spectromètre infrarouge infrarouge (0,9-2,4 microns).
- le radar LPR (Lunar Penetrating Radar) utilisé pour étudier les structures géologiques du sous-sol et cartographier le régolithe lunaire.
- l'analyseur d'atomes neutres ASAN (Advanced Small Analyzer for Neutrons) fourni par la Suède. Ce nouvel instrument doit analyser les structures souterraines proches de la surface.



Payload embarqué dans une fusée Longue Marche 3-B
lancée le 7 décembre 2018, 18 heure 24 UTC



ROCKETMAN SHI
AVIATION PHOTOGRAPHY



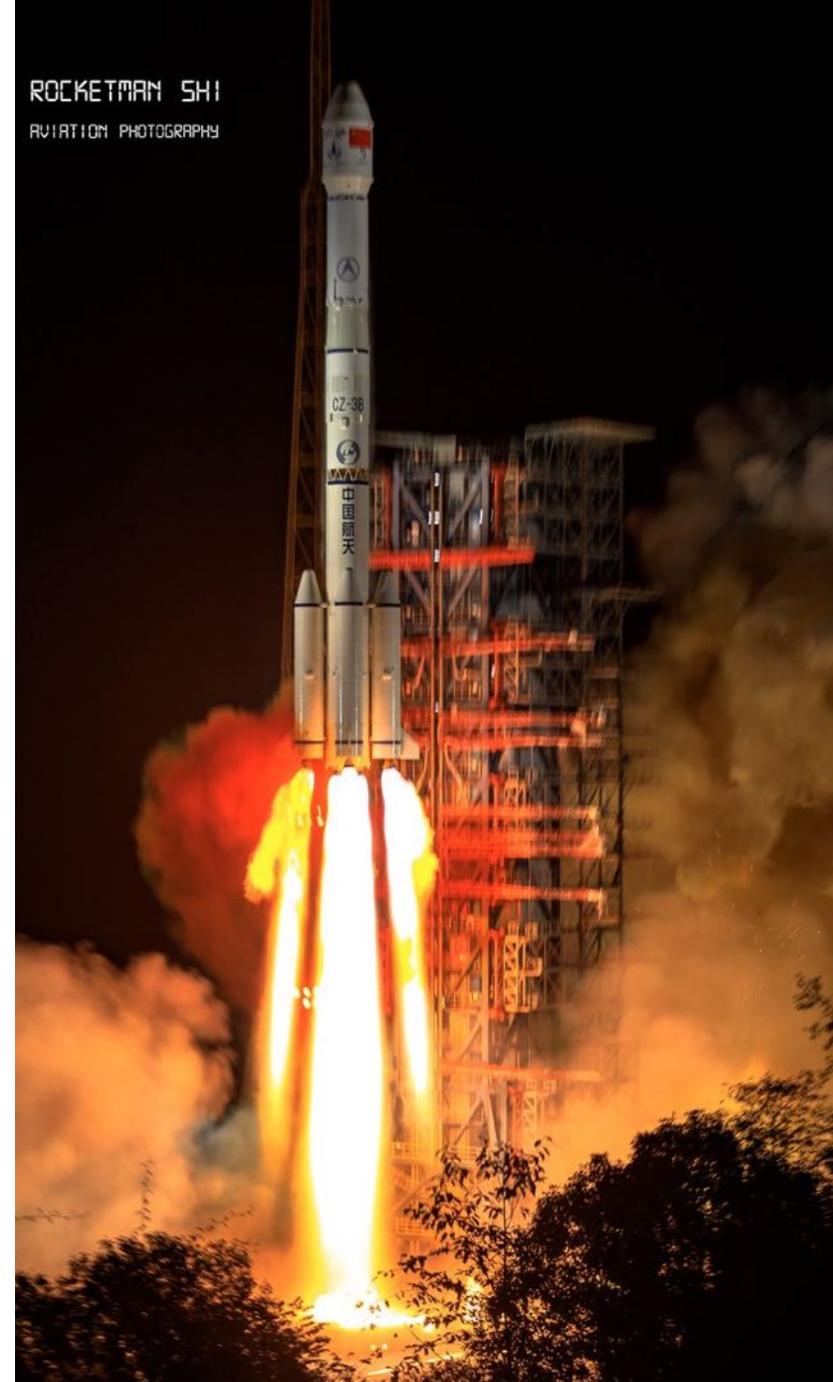
@火箭霸男

ROCKETMAN SHI
AVIATION PHOTOGRAPHY



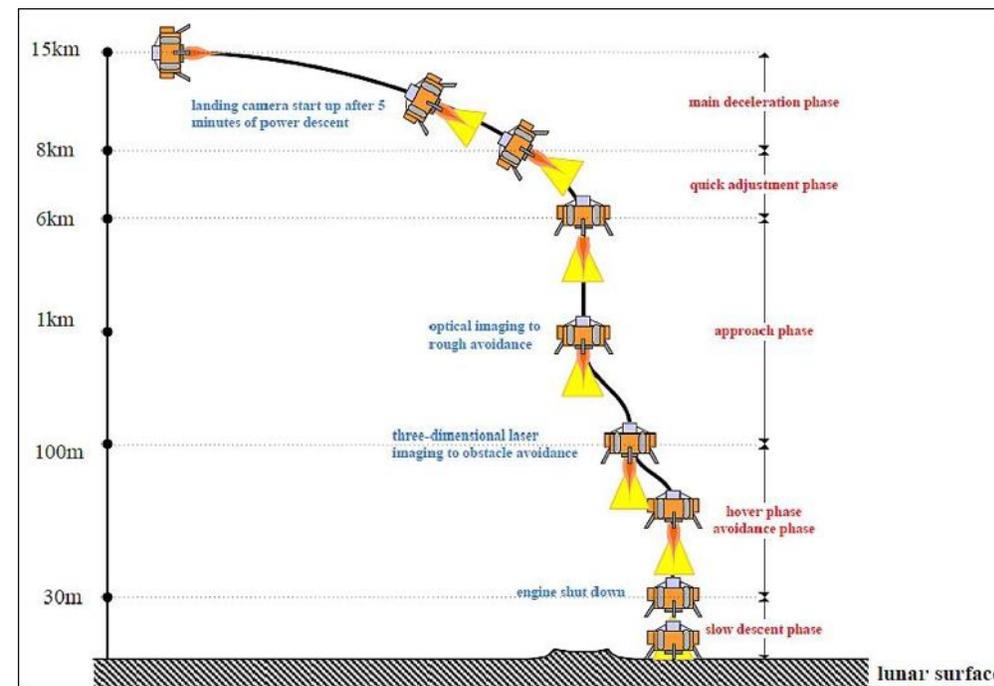
@火箭霸男

ROCKETMAN SHI
AVIATION PHOTOGRAPHY



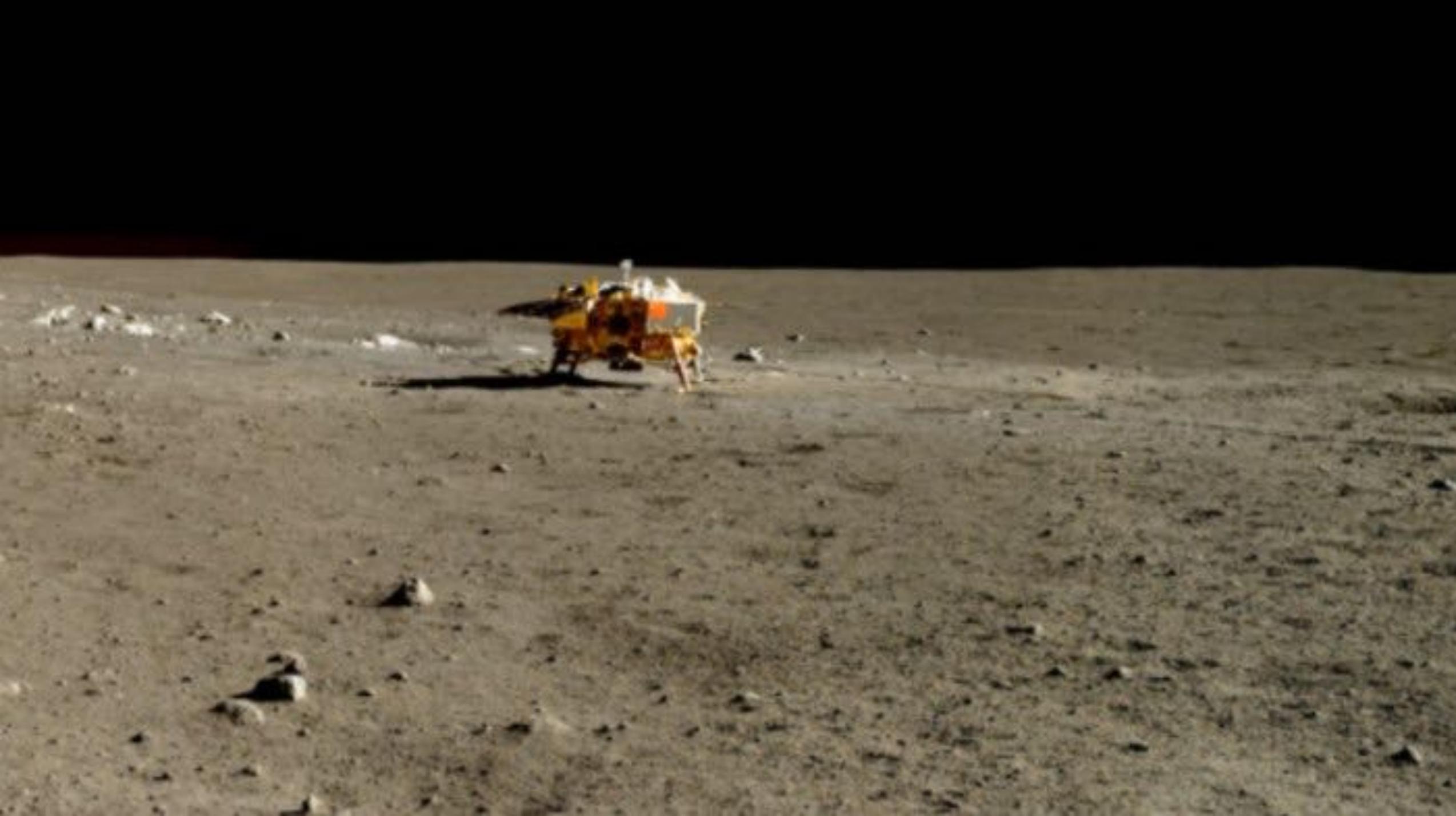
@火箭霸男

Objectif: atterrir sur le sol lunaire environ 27 jours plus tard

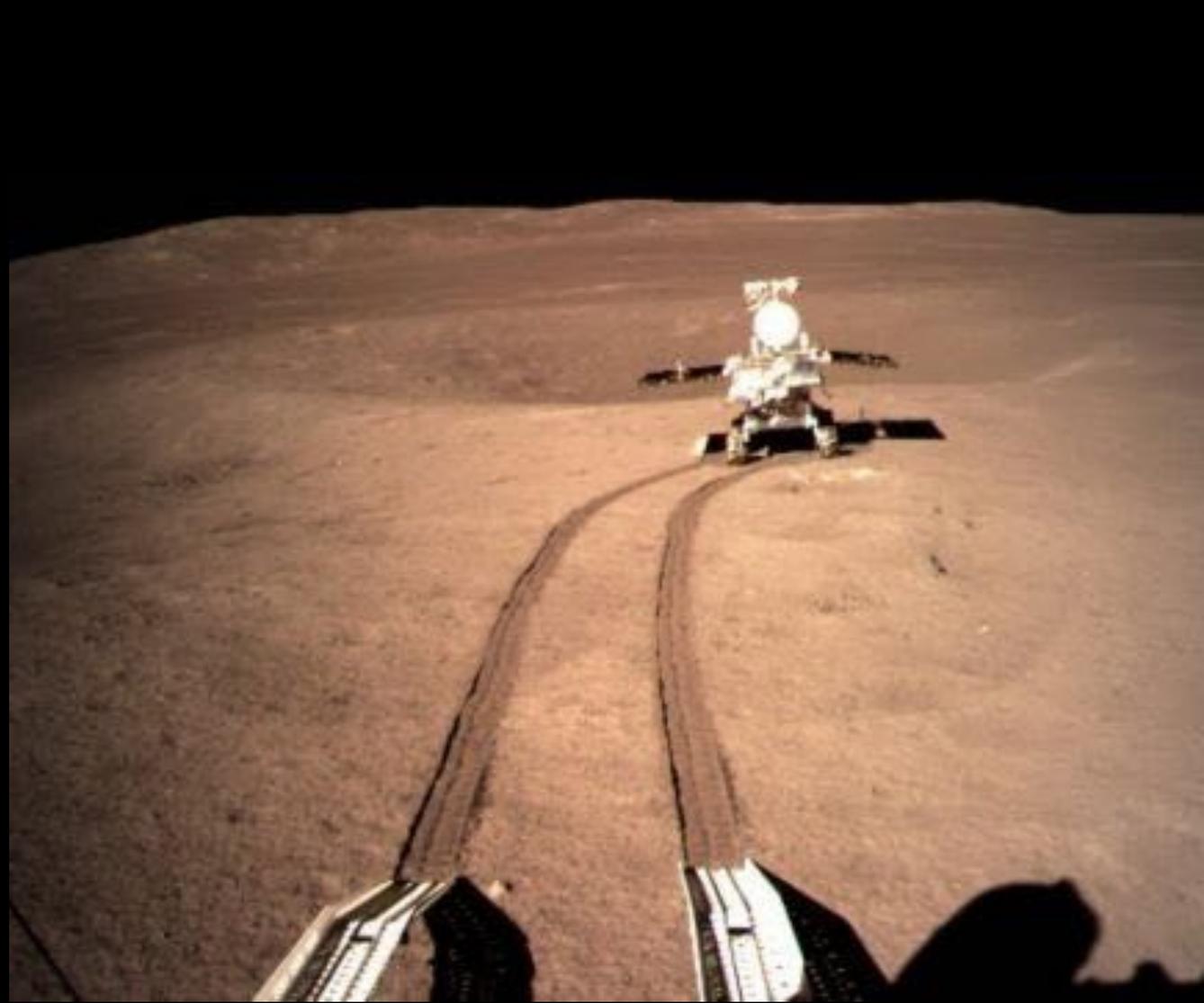
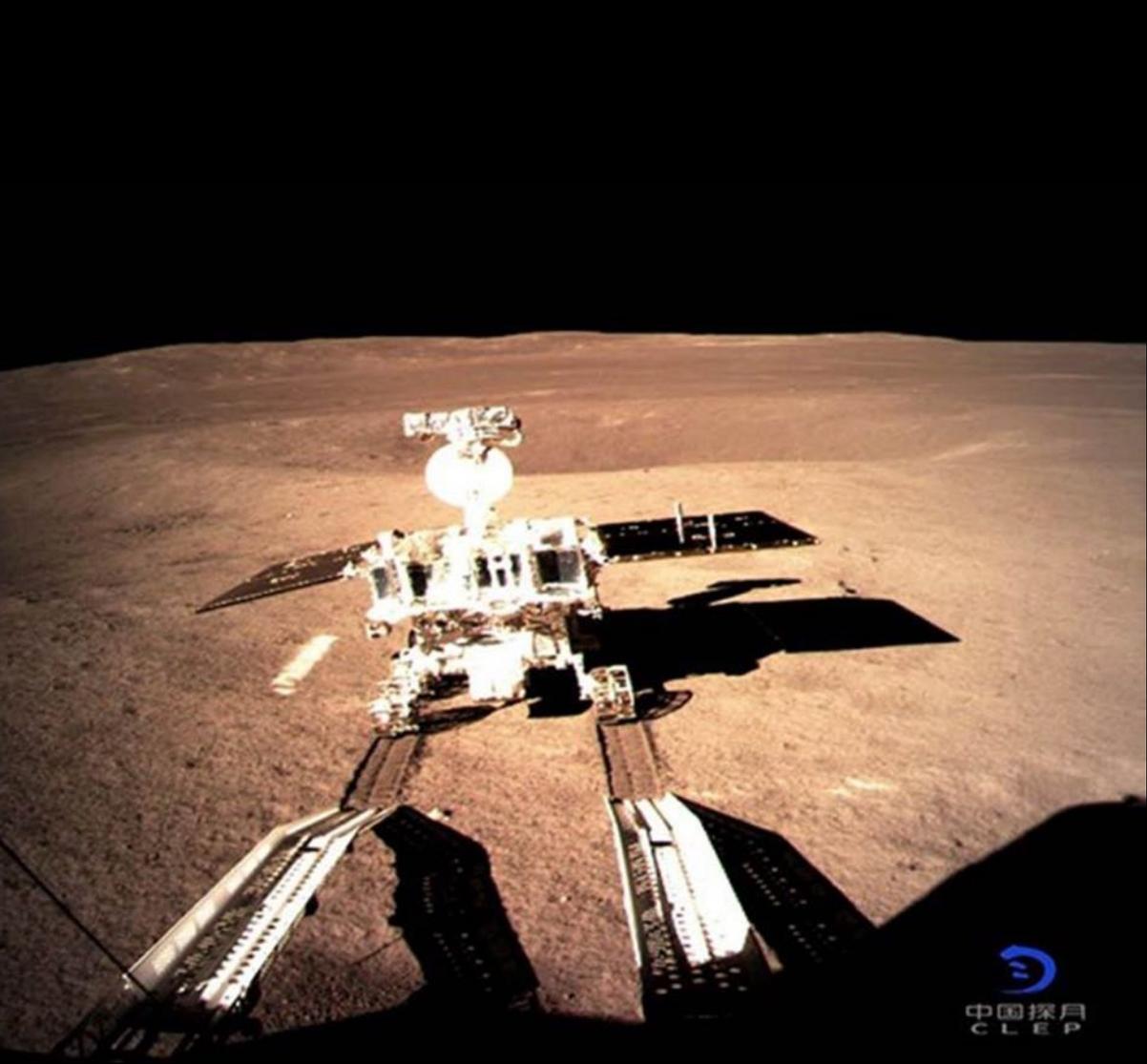


Chang'e-4 s'est posé le 3 janvier à 2 h 26 UTC dans le cratère Von Kármán situé sur la face cachée de la Lune (coordonnées : 177.6° E, 45.5° S)

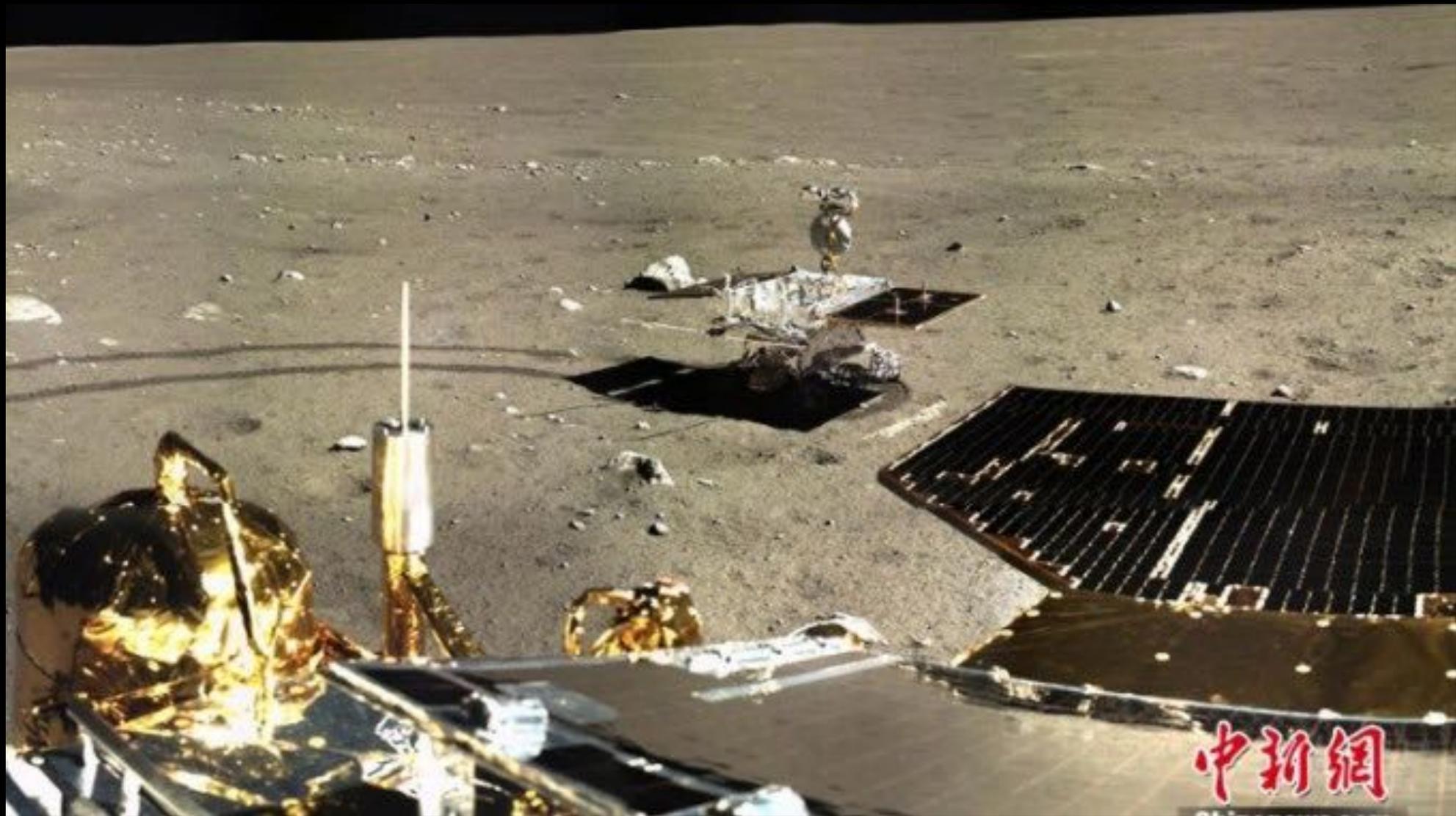


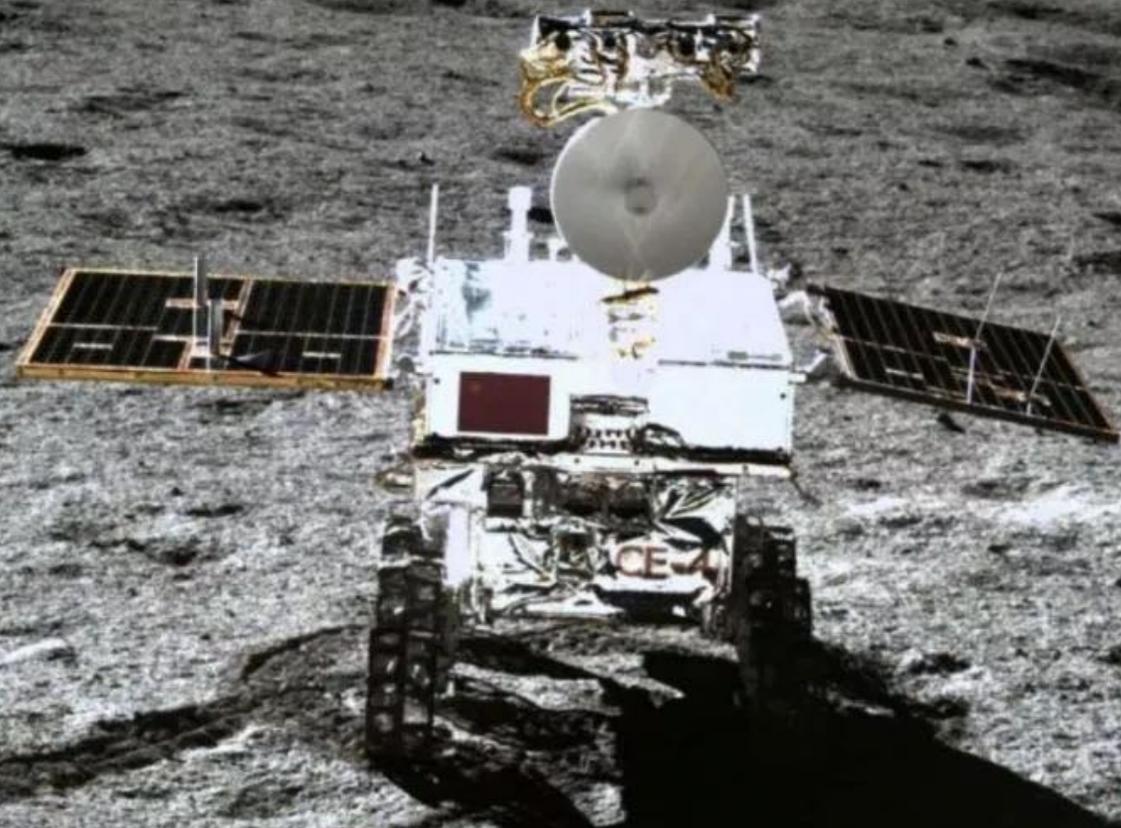












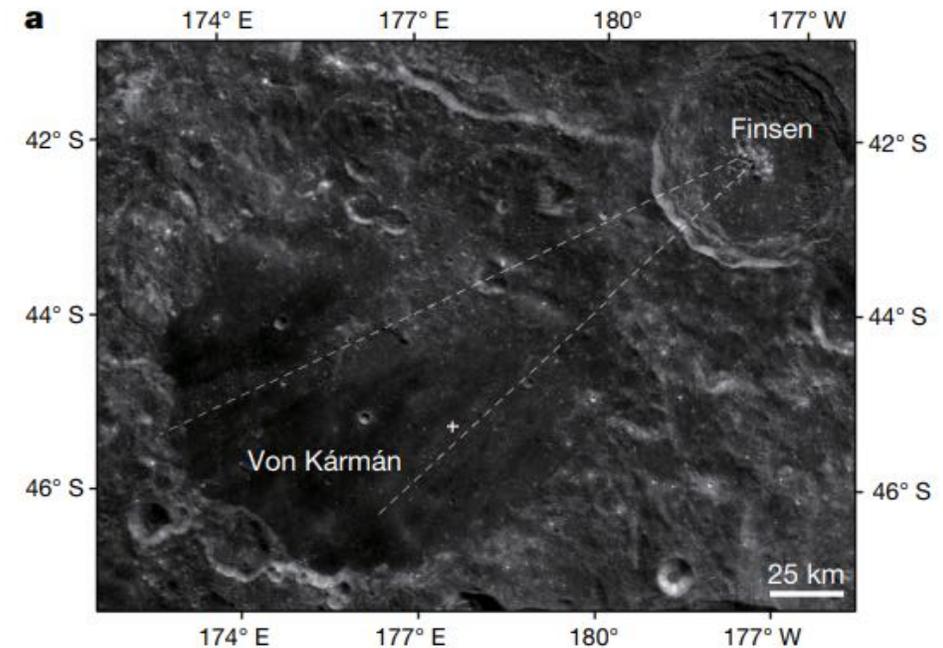
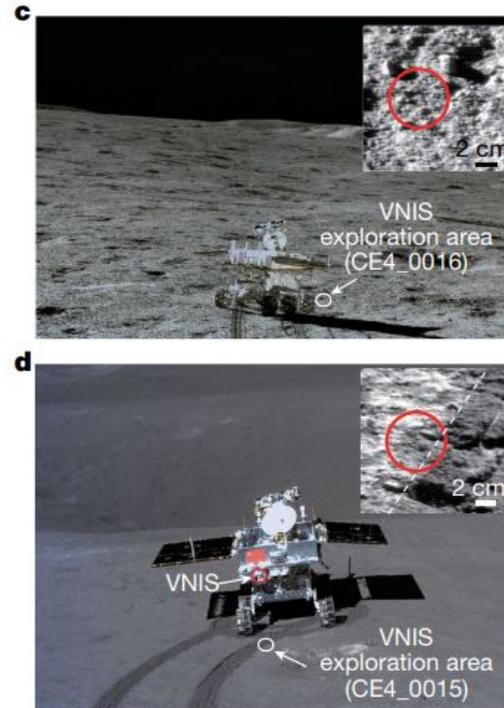
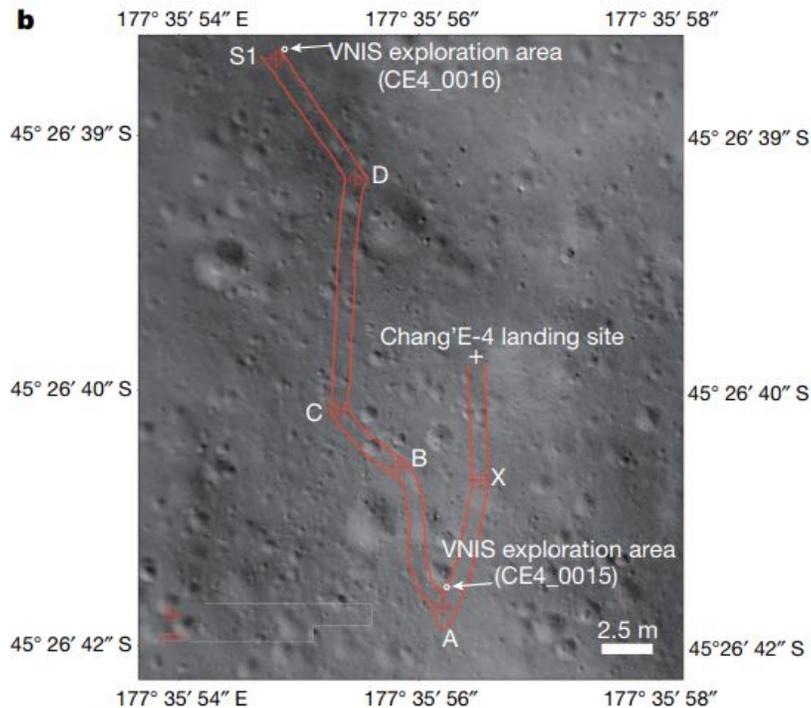


En Mai 2019, alors que le rover amorce sa 5ème nuit lunaire, il a parcouru 190m. (Durée de vie +1 mois)

Une journée lunaire équivaut à 14 jours sur la Terre, et une nuit lunaire a la même durée. En raison du manque d'énergie solaire, la sonde Chang'e-4 est passée en mode veille durant la nuit lunaire.

Résultats de la mission:

- Premier atterrissage en douceur sur la face cachée de la Lune!
- Premiers résultats publiés dans Nature (*Nature 569, 378-382 (2019)*):
 - « Initial spectral observations of (VNIS) onboard Yutu-2, which we interpret to represent the presence of low-calcium (ortho)pyroxene and olivine, materials that may originate from the lunar mantle. »



La suite du programme Chang'e:

Phase 3 : Retour d'échantillons

La troisième phase du programme lunaire chinois a pour objectif de ramener un échantillon de roches lunaires sur Terre :

Chang'e 5 T1 a été lancé le 23 octobre 2014. Il a été conçu pour tester la capsule de retour des échantillons lunaires. Il a été jusqu'au point de Lagrange L2 et en est revenu. Le module de service est sur une orbite lunaire et cartographie des zones de la surface de la Lune pour l'atterrissage de Chang'e 5 ;

Chang'e 5 devrait être lancé en 2019 à bord du nouveau lanceur lourd Longue Marche 5. La sonde spatiale s'appuie sur les développements mis au point dans le cadre des missions précédentes, avec un atterrisseur capable de collecter jusqu'à 2 kg d'échantillons lunaires et un engin capable de redécoller du sol lunaire et de les ramener sur Terre ;

Chang'e 6 est l'exemplaire de rechange de la sonde Chang'e 5. Il est probable qu'elle sera lancée par la suite.

La suite du programme Chang'e:

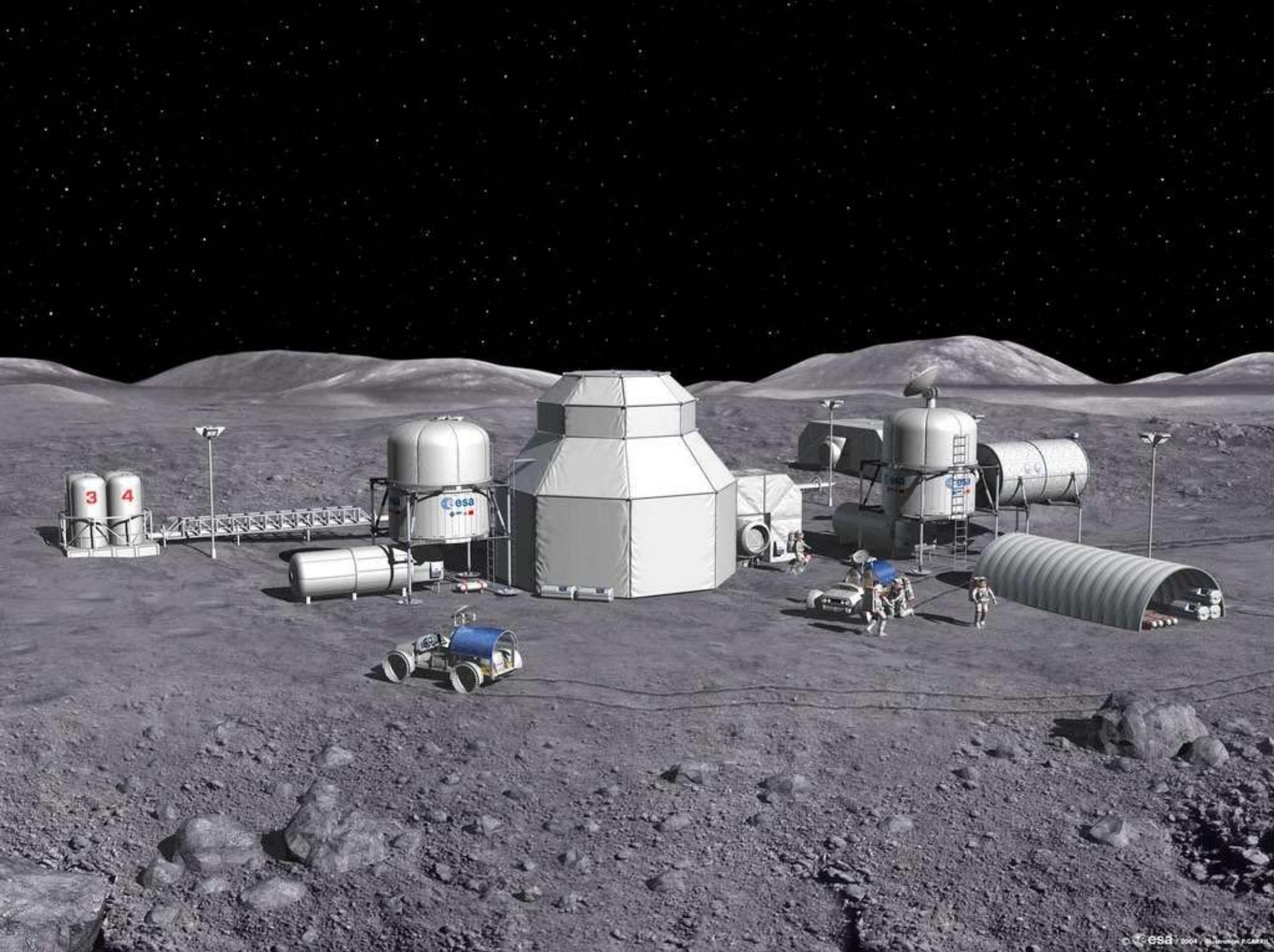
Phases ultérieures:

Missions habitées vers la Lune à l'horizon 2025-2030

Zhang Kejian: « La Chine ambitionne de bâtir une station de recherche scientifique dans les régions du pôle sud de la Lune et de réaliser des missions lunaires habitées dans une dizaine d'années. »



Le cratère Shackleton, situé au pôle sud, est un des sites envisagés pour installer une base lunaire.



Un concept architectural d'une base lunaire habitée envisagé dans le cadre du programme Aurora.

Merci pour votre attention!



CREDITS

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Queqiao>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Chang%27e_4

https://fr.wikipedia.org/wiki/Yutu_2

<https://reves-d-espace.com/reprise-de-la-mission-chang-4-le-retour-du-lapin-de-jade/>

<http://www.leonarddavid.com/chinas-farside-moon-landing-new-details/>

<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/c-missions/chang-e-4#sensors>

<https://www.nature.com/articles/s41586-019-1189-0>

NASA, Apollo 8, Bill Anders
Processing: Jim Weigang