

Numéro 93

www.albireo78.com

*Albireo*⁷⁸

décembre 2020 - janvier 2021

L'ALBIREOSCOPE



Julien

Jean-Paul

Sadr

*SpaceX. Starship et les autres...
les phases de Vénus : le message caché...*



M31, la grande galaxie d'Andromède

Constellation : Andromède

Instrument : lunette Takahashi 120

Capteur : QHY163M

Image : mosaïque de 9 panneaux

Total : 40 h, en HaRVB

Date : novembre 2020

Julien et Jean-Paul

Grande galaxie de 220 000 al de diamètre, le double de la nôtre. Elle contiendrait 1000 milliards d'étoiles. Elle s'étend dans le ciel sur 3°, soit 6 fois le diamètre de la pleine Lune. Sa vraie nature de galaxie n'a été reconnue que dans les années 1920. Edwin Hubble y découvre des étoiles du type Céphéide, qui permettent de mesurer les distances. M31 s'approche de notre Voie Lactée à 12 km/s, soit 430 000 km/h. Les

2 galaxies vont donc inévitablement se rencontrer et aux dernières prévisions, la collision aura lieu dans 4,5 milliards d'années...



Sommaire

4



SpaceX. Starship et les autres

Michel

Les dernières actualités de l'espace : les projets, les missions...

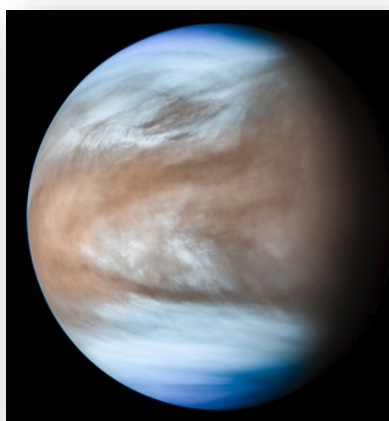
44

C'est arrivé ce jour-là...

Des événements en relation avec le monde de l'astronomie qui se sont déroulés en janvier 1961, 1911, etc...



48



Vénus : le message caché...

La monture de voyage IOptron, AZ Mount Pro...

lionel

54

Galerie photos

Les photos les plus récentes de nos membres...





Trois astronautes américains et l'astronaute japonais posent ici dans la capsule « Résilience » de la mission NASA/SpaceX CREW 1 qui va partir le 15 novembre 2020 de la côte Est des Etats-Unis. Une mission de 6 mois dans la Station Spatiale Internationale avec SpaceX comme prestataire privé et certifié par la NASA pour le transport des équipages.



L'éjection régulière du trop plein d'oxygène sous pression a fait dire au commandant Michael Hopkins : « *la fusée est comme un animal qui respire* ».

Effectivement, *Nasa TV* retransmettait cette « respiration régulière », assimilée au dragon soufflant et rugissant des légendes.

La nuit tombée sur la Floride, et les projecteurs puissants qui éclairent la fusée mettent en valeur ces panaches vaporeux autour de Crew Dragon.

La fusée va bientôt s'élancer dans l'espace...

Il est 19h27, heure locale de Floride (Eastern Time), quand les 9 moteurs Merlin du premier étage sont allumés pour emporter nos astronautes dans un « *sacré tour bien réalisé* » comme dira plus tard le commandant de l'équipage, Mike Hopkins.





Encore un joli coup réussi d'Elon Musk avec ce deuxième vol avec équipage mais le premier, officiel, du « programme avec équipage » de la NASA. Chez nous, l'heure tardive, ou très matinale selon les points de vue de chacun, rendait la chose moins spectaculaire, mais il fallait voir « en direct » ce moment tout aussi historique que la mission Crew Demo-2 de mai dernier. Il faudra un peu plus de temps que la mission précédente pour rejoindre l'ISS, une rencontre prévue mardi 17 novembre vers 5 heures du matin, heure de Paris, donc une heure également peu favorable pour nous, et le sommeil a pris le dessus. A noter que le contrat initial de transport pour la NASA prévoit 6 missions, celle-ci étant la première. Quant à Boeing, il est toujours au sol... Pour Jim Bridenstine, l'administrateur de la NASA, la grande étape ici est la fin des phases de développement et de test, et le passage au stade « vols opérationnels ». Boeing a un an de retard sur ce point maintenant. Pour la NASA, ce nouveau modèle de fonctionnement pour réaliser le transport d'équipage représente l'économie de milliards de dollars, des fonds qui peuvent être transférés vers ses objectifs de retour sur la Lune puis les missions vers Mars. Et la NASA va bientôt commencer à tester les éléments de sa fusée géante SLS pour ce retour sur la Lune, un but qu'elle espère atteindre en 2024 ou peu après.

Les quatre astronautes qui sont partis vers l'ISS sont les américains Michael Hopkins, Victor Glover et Shannon Walker et l'astronaute japonais de la Jaxa, Soichi Noguchi, déjà présentés dans le numéro 92 d'Albiréoscope. En participant à cette mission, Noguchi devient la 3ème personne à avoir voyagé sur 3 types de véhicules spatiaux (navette spatiale, Crew Dragon américains et Soyouz russe). A leur arrivée dans la Station Spatiale, ils vont rejoindre l'astronaute américaine Kate Rubins et les cosmonautes russes Sergey Ryzhikov et Sergey Kud-Sverchkov. Sept personnes dans ce laboratoire spatial va permettre de tripler les expériences scientifiques dans cet environnement en microgravité.

L'année 2021 s'annonce très riche en événements pour le fournisseur SpaceX avec plein de voyages prévus avec équipage vers la Station Spatiale, mais aussi en mode cargo. Plus de 7 missions qui vont faire que Dragon sera souvent en sta-



Résilience se sépare du 2ème étage de la fusée un peu plus de 12 minutes après le lancement, à 200 km d'altitude, et va partir rejoindre seule la Station Spatiale, aidée de ses propulseurs « draco ».

tionnement sur l'ISS : une nouvelle ère des voyages spatiaux, comme l'a dit Gwynne Shotwell. Les Américains pourront toujours utiliser le Soyouz mais sans doute pour un échange de transport des cosmonautes russes sur Crew Dragon... une opération qui sera alors financièrement transparente.



Gwynne Shotwell, Présidente et COO (Chief Operating Officer), Directrice de l'Exploitation de SpaceX, est responsable des opérations quotidiennes et de la gestion de toutes les relations clients et stratégiques pour soutenir la croissance de l'entreprise. Elle a rejoint SpaceX en 2002 en tant que vice-présidente du développement commercial et a construit le manifeste de la famille de véhicules Falcon pour plus de 100 lancements, ce qui représente plus de 10 milliards de dollars en chiffre d'affaires. Gwynne Shotwell est membre du conseil d'administration de SpaceX.

Avant de rejoindre SpaceX, Gwynne Shotwell a passé plus de 10 ans chez *Aerospace Corporation*, occupant des postes dans l'ingénierie des systèmes spatiaux, la technologie et la gestion de projets. Elle a dirigé une étude historique pour la *Federal Aviation Administration* sur le transport spatial commercial et réalisé une analyse approfondie de la politique spatiale pour les investissements futurs de la NASA dans le transport spatial.

Après plus de 27 heures de voyage, l'accrochage de *Resilience* à la Station Spatiale va s'effectuer à 4h01 UTC au dessus de l'Idaho, et il faudra un certain temps de préparation pour que les astronautes puissent entrer dans le module Harmonie. Il est donc encore tôt en Amérique quand les astronautes de Crew 1 accueillis à bord de l'ISS sont enfin prêts pour converser avec le centre de Houston, déserté à cette heure de la nuit, du moins par les VIP habituels, hormis par Kathy Lueders, récemment nommé par Jim Bridenstine pour s'occuper spécifiquement du



station. Cela augmentera également considérablement le nombre de recherches pouvant être effectuées en orbite terrestre basse ; une recherche qui nous aide à mieux comprendre l'environnement spatial mais qui a également des implications



Le module de sas Bishop de Nanoracks LLC qui sera ajouté à la station spatiale a cinq fois la capacité du sas japonais existant, officiellement connu sous le nom de module d'expérimentation japonais Airlock, ou JEMAL, montré ici par l'astronaute Kate Rubins.

pour l'imagerie terrestre, la recherche médicale et la bioproduction. Ce premier sas commercial ajouté à la station spatiale sera attaché au port sur le nœud américain 3, également appelé *Tranquility*. Dans ce cas, en vertu d'un accord avec le *Space Act Agreement*, *Nanoracks* a fourni l'investissement initial et la structure physique. La NASA fournira de l'énergie et des communications espace-sol, ainsi que des astronautes pour gérer la cargaison et mener des expériences. Une fois opérationnelle, la nouvelle porte signifiera un meilleur accès pour la NASA et tous les autres : entreprises privées, institutions universitaires, agences publiques, et même les citoyens.



Le sas Nanoracks Bishop peut être attaché au module 3 et ouvert dans l'espace pour libérer des satellites et mener des expériences. Il peut également être détaché et déplacé vers différents emplacements. Profitant de l'opportunité d'exposer des expériences à différents éléments tels que la lumière du soleil ou l'oxygène atomique, cette flexibilité permet un large éventail de possibilités de recherche.

Bishop fournira cinq fois la capacité du seul autre sas opérationnel de la station utilisé pour envoyer des objets à l'extérieur de la station spatiale, qui est fournie par l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale, JAXA, dans le cadre de sa participation. et soutien de la Station Spatiale Internationale.

suivi des efforts de l'agence à conduire les vols humains et notamment celui de renvoyer l'homme sur la Lune (*Elon Musk a déclaré qu'il était un grand fan de Kathy*), et le Président japonais de la Jaxa, Hiroshi Yamakawa, qui lira son discours déjà rédigé au préalable : « *Ce matin nous sommes, peuple japonais, très excités par ce lancement, malgré les problèmes liés à la pandémie du Covid, et contents de vous voir arrivés sainement. Il est très satisfaisant pour la Jaxa de vous voir arrivés à bord de Crew-1 à partir du sol américain, résultat d'un long partenariat de la NASA avec ses partenaires internationaux ... Nous sommes à vos côtés, bonne chance et bon sé-jour* ».

Au moins quatre sorties extravéhiculaires sont programmées pour cette mission de 6 mois des astronautes à bord de l'ISS ; des expérimentations ont été expédiées en partie avec le Northrop Grumman Cygnus et le cargo Dragon 2 SpaceX qui va assurer début décembre, grâce à sa capacité d'importation, le transport d'un nouveau système d'accueil de matériel pour l'ISS, plus adapté aux nouveaux besoins du secteur privé. Les portes de la Station Spatiale Internationale, ou sas, fonctionnent très bien depuis 20 ans. Mais comme de plus en plus de chercheurs et d'entreprises souhaitent élargir la portée et la taille des projets qu'ils envoient en orbite terrestre basse, une porte plus large pourrait aider. Recevoir plus d'expéditions et déployer plus de satellites et d'expériences est le défi relevé par une entreprise privée - *Nanoracks LLC*, dont le siège est à Webster, au Texas. Avec le soutien de la NASA, la société a construit une nouvelle et différente sorte de porte pour l'espace. Le module de sas *Nanoracks Bishop* servira ainsi d'ouverture supplémentaire vers l'espace, aidant à déplacer des charges utiles plus importantes à l'intérieur et à l'extérieur de la

Bishop est conçu pour prendre en charge une variété de configurations de satellites et d'expériences. Chaque fois qu'il est ouvert dans l'espace, le sas peut déployer plusieurs satellites, tandis que les expériences passives peuvent se dérouler simultanément. Le bras robotique peut être utilisé pour extraire et lancer des satellites ou pour monter des expériences externes et peut également déplacer le sas vers une nouvelle position. Les différents côtés de la station, par exemple, subissent des expositions variables à des éléments comme la lumière du Soleil, ce qui permet un large éventail de possibilités de recherche. Cette flexibilité permet d'alterner entre l'observation de la Terre et l'étude astronomique.

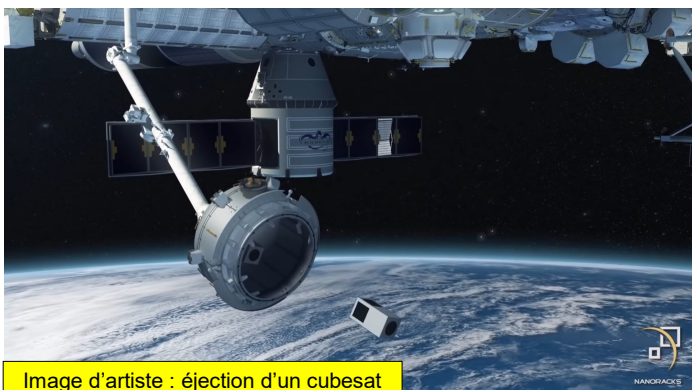


Image d'artiste : éjection d'un cubesat

La NASA est devenue l'un des premiers à l'adopter, en préachetant de multiples utilisations du sas, à commencer par un besoin banal mais récurrent : se débarrasser des ordures. Actuellement, après le déchargement des vaisseaux spatiaux de



Le nouveau sas lors de sa préparation pour son expédition

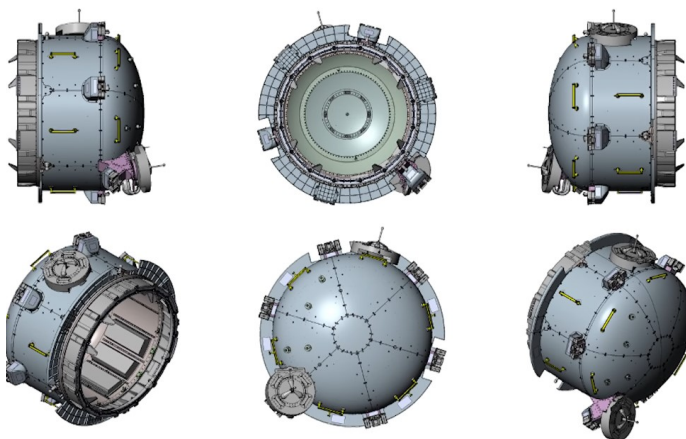
ravitaillement, les astronautes les remplissent avec autant de déchets que possible. L'engin et son contenu peuvent ensuite rentrer dans l'atmosphère terrestre, où la majeure partie de celui-ci brûle. Mais la nouvelle porte pourrait fournir une alternative supplémentaire pour retirer de gros articles.

Un problème de sortie dans l'espace pourrait également être résolu en équipant le sas d'une boîte à outils de haute technologie. À l'heure actuelle, les astronautes qui quittent la station pour réaliser une activité extravéhiculaire (EVA) doivent emporter avec eux tous les outils dont ils pourraient avoir besoin ; mais si un outil manque, ils doivent retourner à l'intérieur, ce qui est un processus ardu et long. Au lieu de cela, les astronautes pourraient pré charger des instruments supplémentaires dans une boîte à outils montée à l'extérieur pendant la durée

de l'EVA sur le sas *Bishop*, ce qui rend les sorties dans l'espace plus efficaces.

L'industrie *CubeSat* est en pleine expansion, par le nombre d'unités déployées et par ce que ces petits satellites peuvent faire. Actuellement, cette extension est limitée par la disponibilité du seul sas JAXA disponible pour les déploiements. Il est rapidement devenu clair qu'au fur et à mesure, de plus en plus d'entreprises rejoindraient cette économie spatiale, et en conséquence, un risque de congestion si rien n'est fait pour faciliter le déploiement de ces petits satellites très utilisés aujourd'hui pour l'imagerie de la Terre, pour une meilleure gestion des cultures, pour améliorer les prévisions météorologiques, etc..

Le sas augmentera également le volume dédié pour les tests expérimentaux en microgravité, ce qui offre des avantages pour des travaux tels que la croissance de tissus vivants, un objectif à long terme de la communauté scientifique. C'est ce qu'on appelle la bioproduction. Des recherches médicales antérieures en microgravité ont permis d'améliorer le traitement de l'ostéoporose pour aider les astronautes et les habitants de la Terre à atténuer la perte osseuse.



Nanoracks a déjà un accord avec la NASA et l'ESA (l'Agence Spatiale Européenne), mais aussi des clients privés. La capacité accrue du sas permettra d'accueillir davantage de recherches et d'autres projets sur la station. En fait, c'est l'écosystème en orbite terrestre basse qui est en cours de construction avec ces partenariats public/privé...

Au fait, cette année, la Station Spatiale fête ses 20 ans...



20 Years on the International Space Station



Jim Bridenstine

Jim Bridenstine, l'administrateur actuel de la NASA, l'agence spatiale américaine, a été nommé par Donald Trump, et a pris ses fonctions en 2018 ; mais il prévoit de quitter son poste même s'il lui est demandé de rester, car la NASA aura « besoin de quelqu'un à qui l'administration a fait confiance », a-t-il déclaré à Aviation Week.

La nouvelle surprend la communauté spatiale, tout comme de nombreux acteurs qui avaient fait pression pour que le camp de Biden garde Bridenstine dans son rôle.

Mais ses commentaires à Aviation Week ont confirmé son désir de quitter ce poste même si on lui demande de rester. Bridenstine a positionné cette déclaration comme une décision qui servirait les meilleurs intérêts de la NASA.

Bridenstine : « *Ce dont vous avez besoin, c'est de quelqu'un qui entretient des relations étroites avec le président des États-Unis. Vous avez besoin de quelqu'un qui a la confiance de l'administration, y compris l'OMB (Office of Management and Budget), le National Space Council, et le National Security Council... et je pense que je ne serais pas la bonne personne pour cela dans une nouvelle administration* ».

Bien que la grande majorité des employés de la NASA aient des carrières à long terme dans l'agence spatiale, il est courant que les nouveaux présidents installent une nouvelle direction au siège de la NASA à Washington DC. La décision du Président Donald Trump de nommer Bridenstine, un ancien membre du Congrès républicain de l'Oklahoma, a d'abord été accueillie avec un large rejet au Capitole. L'agence spatiale est généralement dirigée par un scientifique, un ancien astronaute ou une personnalité publiquement apolitique, et de nombreux législateurs craignent que la nomination de Bridenstine ne politise irrévocablement la NASA et ses efforts pour ramener les humains sur la Lune et mener des recherches sur le climat. Bridenstine avait également fait des commentaires antérieurs exprimant des doutes sur le rôle joué par l'activité humaine



Elon Musk... pom-pom girl.

dans la crise climatique. Mais lors de ses auditions de confirmation au Sénat et lors des assemblées publiques ultérieures à la NASA, Bridenstine a clairement indiqué qu'il avait changé d'avis et pleinement accepté un large consensus scientifique ; il a exprimé son soutien aux efforts de recherche climatique de la NASA. Il a également remporté le soutien bipartite et celui des nombreux « pom-pom girls » du secteur privé pour sa gestion du programme d'équipage commercial de la NASA, un effort de l'ère Obama visant à rendre les capacités de vol spatial habité aux États-Unis après le retrait du programme de la navette spatiale. Le programme d'équipage commercial a

atteint son apogée plus tôt cette année lorsque le vaisseau spatial Crew Dragon de SpaceX a transporté deux astronautes de la NASA jusqu'à la Station Spatiale Internationale. Bridenstine a également aidé à guider les plans de la NASA pour ramener les humains sur la Lune, dont le vice-président Mike



30 mai 2020 : SpaceX Crew Demo-2, Bob et Doug.

Pence a déclaré, l'an dernier, qu'il devrait être considérablement accéléré. Bridenstine l'a surnommé le programme Artemis, du nom de la sœur jumelle d'Apollon dans la mythologie grecque, et a juré que le prochain atterrissage sur la Lune amènerait la toute première femme à la surface lunaire. On s'attend à ce que le futur Président Joe Biden poursuive le programme Artemis car la plate-forme officielle du parti déclare que les « démocrates soutiennent le travail de la NASA pour ramener les Américains sur la Lune et aller au-delà vers Mars ».



James Frederick « Jim » Bridenstine a été nommé par le président Donald Trump, confirmé par le Sénat américain, et a prêté serment en tant que 13^{ème} administrateur de la NASA le 23 avril 2018.

Bridenstine avait été élu en 2012 pour représenter le premier district du Congrès de l'Oklahoma à la Chambre des représentants des États-Unis, où il a siégé au Comité des forces armées et au Comité des Sciences, de l'Espace et de la Technologie.

La carrière de Bridenstine dans le service fédéral a commencé dans la marine américaine, pilotant les E-2C Hawkeye du porte-avions USS Abraham Lincoln. C'est là qu'il a effectué des missions de combat en Irak et en Afghanistan et a accumulé la plupart de ses 1 900 heures de vol et 333 atterrissages par appontage. Il a ensuite déménagé au F-18 Hornet et a volé au Naval Strike and Air Warfare Center.

Après la transition du service actif à la Réserve de la marine américaine, Bridenstine est retourné à Tulsa, Oklahoma, pour être le directeur exécutif du Tulsa Air and Space Museum & Planetarium.

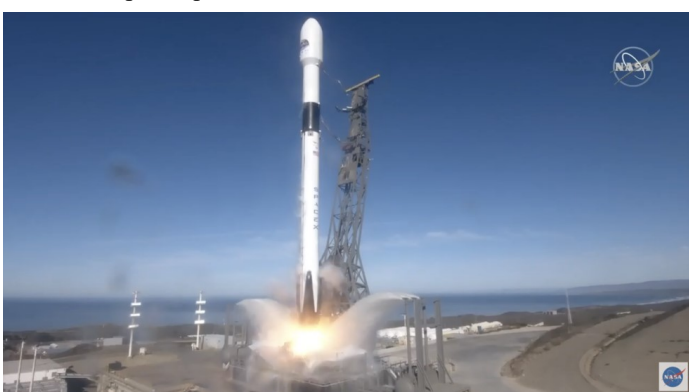
Bridenstine a été promu au grade de lieutenant-commandant en 2012 alors qu'il effectuait des missions en Amérique centrale et du Sud pour soutenir la guerre américaine contre la drogue. Plus récemment, il est passé à la 137^{ème} Escadre d'opérations spéciales de la Garde nationale aérienne de l'Oklahoma.

Bridenstine a terminé un 3^{ème} degré à l'Université Rice et a obtenu son MBA (Master of Business Administration) à l'Université Cornell.

Il a trois enfants avec sa femme, Michelle.



SpaceX vient donc de réussir l'envoi de quatre astronautes vers l'ISS mais ne reste pas pour autant inactif. Le 21 novembre dernier, une Falcon 9 s'élançait dans le ciel bleu de la Californie, du complexe 4E de la *Vandenberg Air Force Base* sur la côte pacifique :



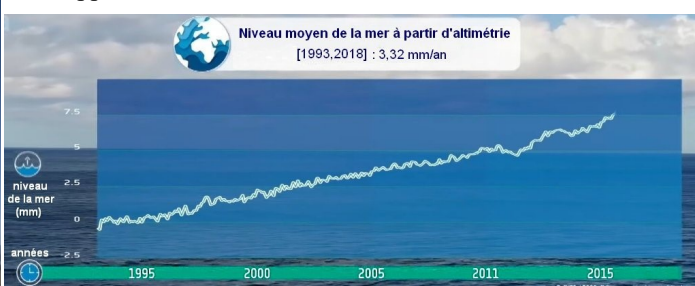
La charge utile est dans la coiffe de la fusée : un satellite du programme *Copernicus* nommé initialement Jason mais qui a été rebaptisé **Sentinel-6 Michael Freilich**.



C'est un satellite conjoint américano-européen construit pour surveiller le niveau de la mer dans le monde. De la taille d'une petite camionnette, Sentinel-6 Michael Freilich va continuer d'accumuler des données continues depuis presque 30 ans sur le niveau de la mer, et collectées par une collaboration de

satellites américains et européens, tout en améliorant les prévisions météorologiques et en fournissant des informations détaillées sur les courants océaniques à grande échelle et soutenir la navigation maritime près des côtes.

Sentinel-6 Michael Freilich continuera d'enregistrer le niveau de la mer, commencé en 1992 avec le satellite TOPEX / Poséidon et qui s'est poursuivi avec Jason-1 (2001), OSTM / Jason-2 (2008), et finalement Jason-3, qui a observé les océans depuis 2016. Ensemble, ces satellites ont fourni un enregistrement de près de 30 ans de mesures précises de la hauteur du niveau de la mer, tout en suivant la vitesse à laquelle nos océans s'élèvent en réponse au réchauffement climatique. Sentinel-6 Michael Freilich passera le relais à son jumeau, Sentinel-6B, en 2025, prolongeant cet enregistrement climatique actuel d'au moins 10 ans supplémentaires entre les deux satellites.



Sentinel-6 Michael Freilich et Sentinel-6B composent la mission Sentinel-6 / Jason-CS (Continuity of Service) réalisée en partenariat avec l'ESA. L'ESA développe la nouvelle famille de missions *Sentinel* pour répondre aux besoins opérationnels du programme *Copernicus*, géré par la Commission européenne. Parmi les autres partenaires figurent l'Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques (EUMETSAT) et l'Administration nationale océanique et atmosphérique, avec le soutien financier de la Commission européenne et le soutien technique du Centre national français d'études spatiales (CNES).

Le vaisseau spatial a été nommé en l'honneur de Michael Freilich, ancien directeur de la Division des sciences de la Terre de la NASA, qui était une figure de proue des observations océaniques depuis l'espace. M. Freilich qui avait quitté la NASA en 2019, est décédé le 5 août 2020. Sa famille proche et ses amis ont assisté au lancement du satellite qui porte désormais son nom. Ce qui suit est un extrait de la déclaration de l'administrateur de la NASA Jim Bridenstine en hommage à Mike Freilich, explorateur passionné et ancien directeur de la Division des sciences de la Terre de la NASA : «... *Mike était connu pour sa diligence et son engagement sans faille à la précision et à la solidité de la science. Sa passion démesurée pour*

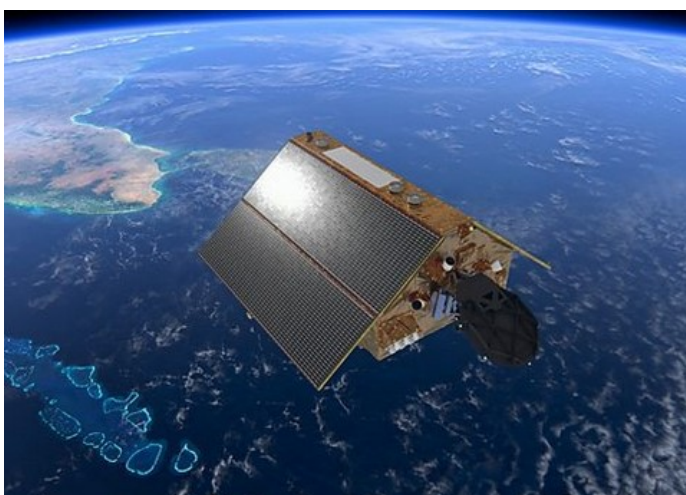


Michael Freilich lors d'une conférence grand public

tout ce qui est lié à l'expansion des connaissances sur les systèmes complexes de notre planète a vu une incroyable diversité de missions se lancer sous sa coupe. Mike n'a jamais évité les décisions difficiles, mais sa profonde expertise et son amour inné de la science ont aidé notre agence à innover et à élargir la façon dont elle observe notre planète d'origine ... Il a remporté de nombreux prix tout au long de sa carrière, et c'était un honneur pour la NASA de rejoindre nos collègues de l'Agence Spatiale Européenne, de l'Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques et de la National Oceanic and Atmospheric Administration, pour nommer cette mission Sentinel-6 : Michael Freilich. Ce satellite rassemblera des informations critiques sur les océans pour lesquels Mike avait une passion si constante ... À la NASA, nous nous engageons à poursuivre ce travail et à bâtir sur l'héritage que Mike nous a laissé. Sa présence continuera à se faire sentir à travers l'agence et notre planète, dans l'espace et dans nos cœurs »



Michael Freilich



Sentinel-6 Michael Freilich, surnommé aussi « le chenil » avec ses panneaux solaires fixes qui assurent sa stabilité, est un satellite sophistiqué de 1,3 tonne. Il utilisera un altimètre radar pour évaluer la hauteur des océans ; cet instrument envoie une impulsion micro-ondes vers la surface, puis compte le temps nécessaire pour recevoir le signal de retour, le convertissant en élévation.

L'élévation est un paramètre clé pour les océanographes. Tout comme la pression atmosphérique de surface révèle ce que fait l'atmosphère au-dessus, la hauteur de l'océan trahira les détails sur le comportement de l'eau en contrebas. Les données donnent des indices sur la température et la salinité qui, combinées avec des informations de gravité, indiquent également la direction et la vitesse des courants. Les océans emmagasinent de grandes quantités de chaleur du Soleil et déplacent cette énergie dans le monde entier en interagissant avec l'atmosphère, ce qui agit sur notre système climatique. Mais il est essentiel d'avoir le plus long historique possible des changements : plus cette série chronologique est longue, mieux nous sommes en mesure de séparer les signaux climatiques naturels des signaux forcés, par l'action de l'homme notamment. A noter que l'élévation du niveau de la mer n'est pas uniforme, et certaines régions du globe varient très rapidement et la valeur de 3 mm/an est poten-

tiellement trompeuse. Les océans n'augmentent pas au même rythme partout ; il y a des régions du monde où l'élévation dépasse 1 cm par an. Cela est dû à une multitude de facteurs, y compris les changements dans la circulation océanique, les changements dans la teneur en chaleur et la dispersion inégale de l'eau de fonte des calottes glaciaires. C'est un fait peu connu que la décharge de glaciers puissants, tels que le glacier Thwaites en Antarctique, a un plus grand effet sur la hauteur des océans à de longues distances. Les données satellitaires sont utiles pour les océanographes et les climatologues mais sont également d'une importance capitale pour les prévisionnistes et aussi pour ceux qui gèrent des flottes de navires (éviter les tempêtes, les grosses vagues, suivre les courants marins), les planificateurs de la défense côtière (éviter les inondations des habitats et des industries).

Airbus est partie prenante dans la construction de ces satellites :



Système de propulsion de Sentinel-6 (Airbus Angleterre).

Les ingénieurs britanniques ont construit le module de propulsion de Sentinel-6. Il dispose de huit propulseurs de 5 newtons qui permettront de maintenir le satellite de 1,3 tonne sur l'orbite très précise nécessaire pour effectuer ses mesures.

Particularité : le module est une sorte d'unité *plug and play* qui peut facilement être intégrée dans d'autres engins spatiaux.



L'observation « d'en haut » améliore énormément notre compréhension des phénomènes météorologiques terrestres majeurs comme les ouragans.

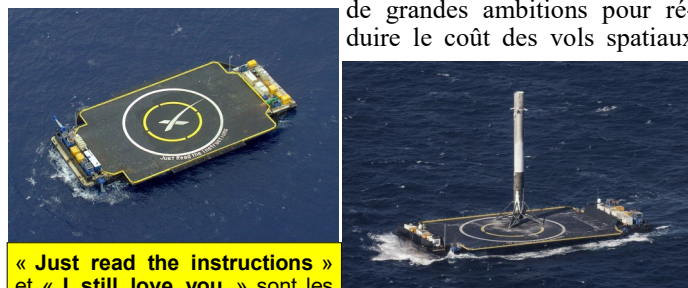


Pourquoi SpaceX en est arrivé à transporter des astronautes pour la NASA ?

Le Crew Dragon de SpaceX d'Elon Musk transporte des gens à destination et en provenance de la Station spatiale internationale (ISS). Mais pourquoi la Nasa paie-t-elle aujourd'hui une entreprise privée pour lancer ses astronautes ? Pour comprendre le contexte des missions Crew Dragon, nous devons remonter près de 20 ans en arrière sur un accident tragique : le 1er février 2003, la navette spatiale Columbia s'est désintégrée en rentrant dans l'atmosphère terrestre. Les sept astronautes à bord ont péri dans la catastrophe. La perte de Columbia et de son équipage a été le déclencheur d'un changement radical de direction pour le programme américain de vols spatiaux habités.

Le 14 janvier 2004, le président George W. Bush a annoncé que la navette spatiale serait retirée après l'achèvement de la Station Spatiale Internationale (ISS). À sa place, l'Amérique construirait un nouveau véhicule capable de ramener les astronautes sur la Lune et l'année suivante, le chef de la Nasa de l'époque, Mike Griffin, a annoncé que l'achèvement de l'ISS ouvrirait pour la première fois des opportunités commerciales pour le transport de routine de cargaisons et d'astronautes en orbite terrestre basse. Pour Griffin, il était nécessaire de libérer suffisamment de fonds pour obtenir un retour sur la Lune. La NASA a donc créé un bureau du programme commercial pour l'équipage et le fret (C3PO) pour superviser cet effort.

À l'époque, SpaceX, la société créée par l'entrepreneur sud-africain Elon Musk, n'avait que quelques années. Musk avait de grandes ambitions pour réduire le coût des vols spatiaux



« Just read the instructions » et « I still love you » sont les deux drones de récupération des éléments de fusée de Space X

en réutilisant le matériel spatial et en installant, par la suite, des

humains sur Mars.

Mais « SpaceX a été fondé pour rendre la vie multi-planétaire », déclare Jessica Jensen, directrice du matériel et des opérations de mission Starship chez SpaceX.

Elle ajoute : « Nous étions qu'une très petite entreprise pendant plusieurs années. Nous avons donc dû chercher des opportunités : comment passer du statut de petite entreprise à la mise en orbite des personnes. Quand la NASA a manifesté le besoin de transporter des marchandises vers et depuis la Station spatiale internationale, nous avons sauté dessus ».

SpaceX a été sélectionné pour l'évaluation dans le cadre du programme de fret de la NASA en 2006. Mais en 2008, SpaceX et Tesla, le constructeur de voitures électriques dans lequel Musk avait investi, manquaient de liquidités. Musk était confronté à un choix impossible et déclarait à Business Insider en 2013 : « Je pouvais soit partager les fonds que j'avais entre les deux sociétés, soit me concentrer sur une société, avec une mort certaine pour l'autre, et j'ai finalement décidé de diviser ce que j'avais et d'essayer de garder les deux entreprises en vie. Mais cela pouvait être une décision terrible qui aurait pu entraîner la mort des deux entreprises ».

Heureusement, le 23 décembre 2008, la NASA a attribué à SpaceX un contrat de 1,6 milliard de dollars pour transporter des marchandises et des fournitures vers l'ISS. Décrivant sa réaction, Musk a déclaré : « Je ne pouvais même pas garder mon sang-froid, je me disais... je vous aime les gars ».



SpaceX Crew Dragon 1

La capsule Dragon 1 de la société pouvait transporter du fret et des fournitures, mais pas des humains. Néanmoins, cela représentait une étape importante pour l'entreprise.

En novembre 2008, Barack Obama a été élu Président.

Son administration a lancé un examen du programme de vols spatiaux habités, qui a conduit à l'annulation du plan de son prédécesseur pour retourner sur la Lune (Constellation). Toutefois, l'administration Obama favorise la poursuite de la commercialisation de l'espace, soutenant le développement de véhicules d'équipage privés. Mais cela va prendre du temps et, après le retrait de la navette spatiale, la NASA doit combler le vide en payant la Russie avec des millions de dollars par siège pour faire voler ses astronautes vers l'ISS à bord du véhicule Soyouz, qui part de Baïkonour au Kazakhstan.

Le Congrès était au départ sceptique quant au programme des équipages commerciaux et n'a pas fourni de fonds suffisant au début. Mais Charles Bolden, l'ancien astronaute qui a succédé à Griffin en tant qu'administrateur de la NASA sous Obama, a persisté et a finalement obtenu le soutien dont il avait besoin.

De leur investissement initial de 50 millions de dollars dans le programme en 2010, l'agence spatiale a réduit son choix des sociétés concurrentes à seulement deux : SpaceX et Boeing, en 2014.

Depuis lors, ils affinent et testent la conception de leurs engins spatiaux comme relaté dans le numéro précédent d'Albiréoscope mais, depuis le 30 mai dernier, on sait que SpaceX a franchi la ligne d'arrivée le premier, et qu'il est toujours en tête aujourd'hui, confirmé par la mission Dragon Crew-1 du 15 novembre 2020.

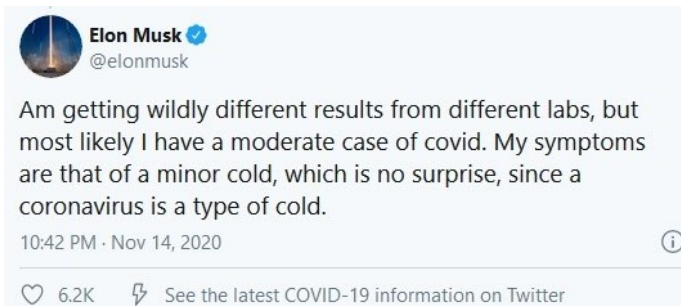
L'administrateur de la NASA, Jim Bridenstine est satisfait de son partenaire privé SpaceX : « Depuis ce jour, Elon Musk et SpaceX ont livré tout ce que la NASA leur a demandé de li-

vrer - et à une vitesse que nous n'aurions jamais devinée ». Le chef de la NASA a également félicité SpaceX pour sa culture de la sécurité. Musk a répondu : « *La NASA nous a rendus bien meilleurs que nous ne l'aurions été autrement - et bien sûr, nous n'aurions même pas pu commencer sans la NASA* ».



La fortune d'Elon Musk a été boostée par les succès de ses fusées...

Après une semaine mouvementée pour l'entrepreneur technologique, Elon Musk, a vu sa fortune personnelle augmenter de plus de 15 milliards de dollars. Lundi, il a été annoncé que sa société de voitures électriques Tesla avait été acceptée dans le S&P 500, un important indice boursier américain. Et cela vient après que sa compagnie de fusées SpaceX ait envoyé quatre astronautes dans l'espace. En plus d'être testé positif au Covid-19 (un petit rhume...), Elon Musk est en passe de devenir la troisième personne la plus riche du monde.



Le cours de l'action de Tesla a bondi d'environ 14 % à New York après l'annonce de son ajout à l'indice. Compte tenu de la participation de 20 % de Musk dans Tesla, sa valeur nette est passée à 117,5 milliards de dollars, selon l'indice *Bloomberg Billionaires*. Sa richesse a donc bondi de 90 milliards de dollars cette année alors que le cours de l'action de Tesla a continué d'augmenter. Tesla entrera dans le S&P 500 le 21 décembre après des mois de spéculation, et un revers en septembre quand il a échoué dans l'indice.

L'entreprise automobile californienne serait le plus gros nouvel entrant sur l'indice américain, avec une valeur boursière de plus de 400 milliards de dollars. La société a désormais déclaré cinq trimestres consécutifs de bénéfices, ce qui lui a permis de répondre aux critères d'acceptation de l'indice (Tesla a enregistré des pertes pendant une grande partie de son histoire mais en étant inclus dans le S&P 500, les fonds d'investissement qui répliquent l'indice investiront automatiquement dans Tesla).

Le constructeur automobile californien est devenu le constructeur automobile le plus précieux au monde, malgré la production d'une fraction des voitures fabriquées par ses plus grands rivaux : Toyota, VW et General Motors.

Ainsi, Elon Musk va bien, mais pas VEGA, notre fusée qui partait du port spatial de Guyane à 22h52 heure locale le 17 novembre dernier. Le véhicule a dévié de sa trajectoire après huit minutes de vol, en se détruisant ainsi que les deux satellites qui composaient sa charge utile.



Vega sur le site de lancement avant son décollage.

Les débris de la fusée sont retombés dans l'océan Atlantique sans causer de dégâts supplémentaires. Le problème a été attribué aux actionneurs qui modifient la direction de la poussée sur le moteur de l'étage supérieur de la VEGA, le 4ème, car cette fusée comporte quatre étages. Roland Lagier, de la société Arianespace qui commercialise et lance les fusées VEGA, a déclaré que le câblage du système de contrôle du vecteur de poussée *devait avoir été inversé* lors de l'assemblage du moteur de l'étage supérieur. Une petite erreur de câblage fatale aux deux satellites qui n'étaient pas assurés : un espagnol, SeoSat-Ingenio Earth Observer, et un français Taranis pour étudier la foudre en haute atmosphère. Les erreurs humaines, il faut les éliminer en respectant les procédures strictement et c'est pourquoi Elon Musk a baptisé un de ses drones, qui récupèrent le premier étage de la Falcon 9, « *Just read the instructions* ». En juillet 2019, un satellite d'imagerie des Émirats Arabes Unis (assuré) a été aussi détruit lors du lancement de cette fusée, ce qui fait un total de deux échecs dans sa carrière qui compte 17 lancements... seulement. Pas de quoi faire *cocorico* n'est-ce pas ?



VEGA, petit lanceur à quatre étages.

VEGA est le petit lanceur européen. Il est conçu pour mettre des charges utiles compactes (300 à 2 500 kg) en orbite pour la recherche scientifique et l'observation de la Terre. La fusée a trois étages inférieurs à combustible solide, qui permettent au véhicule de quitter la Terre ; puis un étage supérieur « liquide » qui fait le dernier travail de largage des satellites sur les orbites souhaitées. L'échec de 2019 a été attribué à un défaut de conception dans la protection thermique du segment de deuxième étage du véhicule, et les changements qui en résultent ont pris un an à se mettre en œuvre. VEGA a fait son retour en vol en septembre.

Comme la perte de ce lundi noir de novembre semble avoir été un problème d'assemblage, la fusée devrait être remise en service plus rapidement. Mais la commission d'enquête voudra sans doute prendre son temps pour évaluer les procédures de qualité qui ont conduit à l'erreur.

Puisque nous en sommes sur les problèmes techniques, continuons... avec ARECIBO ! Qui, du monde astronomique, ne connaît pas ce radio télescope caché dans la jungle américaine et qui a même servi de décor à *GoldenEye*, film de James Bond ? Personne, tout le monde connaît cela :



Sauf que cette impressionnante coupole a vieilli et les câbles d'acier, sans doute pas bien entretenus, du moins pas suffisamment pour les budgets alloués, sont rouillés et... patatra, ça tombe du ciel et ça casse ce qui est en dessous. Qui risquerait d'y aller voir et réparer ? Euh... pas moi.



Un examen a révélé que le radiotélescope de 305 m risquait un effondrement catastrophique, suite aux dommages de son système de support. L'énorme structure ne peut pas être réparée sans présenter un risque potentiellement mortel pour les travailleurs. Sethuraman Panchanathan, directeur de la US National Science Foundation (NSF), qui finance le télescope, a déclaré dans un communiqué : *"NSF donne la priorité à la sécurité des travailleurs, du personnel de l'Observatoire d'Arecibo et des visiteurs, ce qui rend cette décision nécessaire, bien que malheureuse"*. Cette décision, c'est le démantèlement du site.

Le télescope se compose d'une parabole radio de 305 mètres de large avec une plate-forme d'instruments de 900 tonnes suspendue à 137 m au-dessus. La plate-forme est suspendue par des câbles reliés à trois tours. Les ingénieurs examinaient la structure depuis août, lorsqu'un de ses câbles de support s'est brisé. L'Université Centrale de Floride, qui gère l'installation, avait trouvé une solution pour stabiliser la structure. Mais le 6 novembre, un autre câble s'est rompu. Sur la base des contraintes agissant sur le deuxième câble cassé, les ingénieurs ont conclu que les câbles restants étaient probablement plus faibles qu'on ne le pensait auparavant.

Avec des subventions qui allaient s'amointrissant d'année en année, d'autres radiotélescopes plus modernes construits ou en construction et les outrages du temps et de la météo avec des ouragans et des tempêtes sévères, le radiotélescope devenait plus difficile à entretenir et donc à utiliser. 2020 sera l'année de sa fin de vie, lui qui a été construit entre 1960 et 1963, dans la région de Puerto Rico où se trouvaient des cavités karstiques de taille adéquate pour accueillir cette grande « soucoupe ».

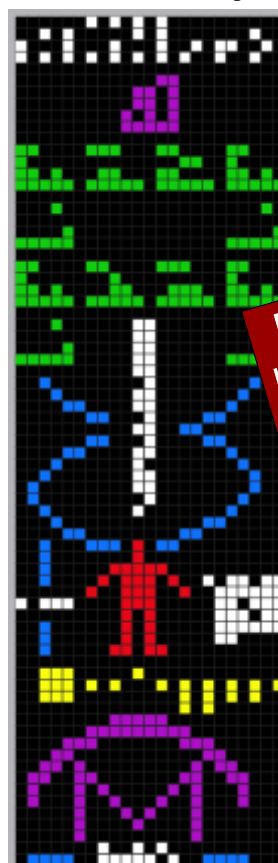
L'observatoire a fourni la première preuve solide d'un type d'objet connu sous le nom d'étoile à neutrons. Il a également permis d'identifier le premier exemple de pulsar binaire (deux étoiles à neutrons magnétisées en orbite autour d'un centre de masse commun), qui a valu à ses découvreurs le prix Nobel de physique.

Le télescope a également aidé à effectuer la première détection définitive d'exo planètes, des corps planétaires en orbite autour d'autres étoiles, en 1992.

Il a aussi été utilisé pour écouter les signaux potentiels de la vie intelligente ailleurs dans le cosmos et pour suivre les astéroïdes géo croiseurs.

En 1974, Arecibo avait envoyé un message pour tenter de communiquer avec une potentielle vie extra-terrestre, dont la destination était Messier 13 à environ 25 000 années lumière de chez nous. Message composé de 1 679 bits (0 ou 1) d'information arrangés dans un tableau de dimension 23 x 73, représenté ci-dessous (ici en couleur pour mieux distinguer les thèmes).

Mais nous n'avons pas encore reçu de réponse...



1 à 10 en binaire (de haut en bas et de gauche à droite)

Éléments ADN : numéros atomiques (H, C, N, O P)

Nucléotides

**Dernières nouvelles : ARECIBO...
C'est vraiment fini !
Le 1er décembre 2020, la nacelle qui
surplombait l'immense réflecteur
s'est effondrée avant le début envi-
sagé du démantèlement du site.**

Double hélice

L'humanité

Les planètes (avec Pluton)
(vous devinez la Terre ?)

Le radiotélescope (Arecibo)

Diamètre du télescope :
2 430 x longueur d'onde émise

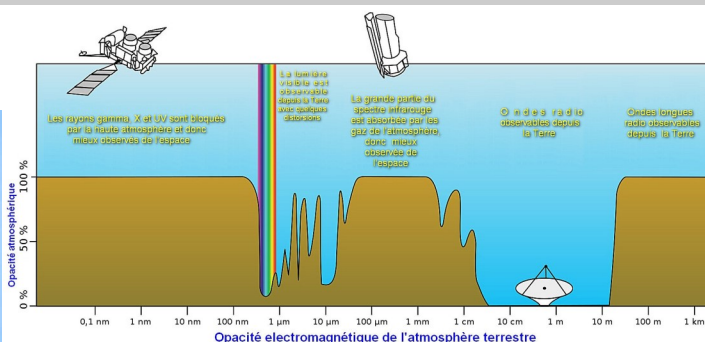
Un de perdu... 10 de retrouvés, enfin presque car le SKA, (*Square Kilometer Array*) devrait voir sa dernière phase de construction démarrer l'an prochain :



Comme nous le voyons sur cette image artistique, il s'agit d'un radiotélescope composé de plusieurs antennes et récepteurs associés et répartis sur une grande surface, à la manière de son cousin ALMA au Chili mais le SKA sera composé de milliers de récepteurs radio. Le *Square Kilometer Array* reliera les antennes radio à travers l'Afrique du Sud et l'Australie pour étudier les confins du cosmos.

Mais son organisation dirigeante affirme que les travaux scientifiques permis par ce télescope seraient gravement compromis si des milliers de vaisseaux spatiaux de télécommunications commençaient à voler au-dessus sans tenir compte des interférences radio qu'ils pourraient causer. Les astronomes sont toujours à la recherche d'un ciel « sans nuages » mais un certain nombre de sociétés, y compris la société SpaceX de l'entrepreneur américain Elon Musk et la nouvelle société britannique et indienne OneWeb, qui vient de renaître de ses cendres, planifient de vastes réseaux dans le ciel pour relayer Internet en haut débit au monde entier. Le SKAO (*Square Kilometer Array Organization*) déclare qu'il est impératif que ces entreprises s'engagent avec la communauté de la radioastronomie pour minimiser leurs impacts sur les antennes sud-africaines et australiennes car les scientifiques qui observent l'Univers en lumière visible se sont plaints de la luminosité de certains vaisseaux spatiaux et de la façon dont cela peut laisser des traces néfastes sur des images patiemment enregistrées.

Le problème des radioastronomes est légèrement différent : il concerne le potentiel des communications descendantes des satellites à « submerger » les signaux que le SKA tenterait de détecter depuis l'espace lointain. La bande de fréquence en question est celle qui s'étend de 8,3 à 15,4 GHz, dénommée 5b (à ne pas confondre avec la 5G). Une partie de celle-ci est allouée à l'utilisation des satellites, mais les astronomes aiment aussi l'utiliser car c'est là également que certaines fréquences sont intéressantes pour eux car elles correspondent à celles des atomes et des molécules qui, sur Terre, sont impliquées dans les processus de la vie.



« Il y a un énorme intérêt scientifique à identifier les origines de la vie au-delà de celle trouvée sur Terre et l'une des méthodes les plus prometteuses pour la localiser ailleurs dans notre galaxie est la détection de molécules pré-biotiques complexes, dont les signatures spectrales sont concentrées entre environ 10 et 15 GHz », a expliqué le directeur scientifique de SKA, le Dr Robert Braun. Ce n'est que l'un des nombreux objectifs scientifiques qui dépendent d'un accès sensible à cette gamme de fréquences. La perspective de perdre la sensibilité dans cette bande de fréquences est extrêmement inquiétante.

À ce jour, les satellites et les astronomes ont vécu relativement heureux côte à côte dans la bande 5b, en grande partie parce que les vaisseaux spatiaux existants, dédiés aux télécommunications, n'ont pas fonctionné vers des installations radio ou se sont assurés qu'ils ne transmettaient pas. Mais ce scénario pourrait toutefois changer radicalement avec l'introduction de milliers de satellites à large bande, rapides et en orbite basse. L'organisation vient de terminer une étude de modélisation décrivant les impacts qu'un échantillon de population de 6 400 engins spatiaux à large bande aurait sur le segment « télescope SKA-Mid » du projet qui sera bientôt érigé en Afrique du Sud et se composera d'un réseau de 197 antennes. L'enquête révèle que - sans aucune mesure d'atténuation - la perte de sensibilité dans la bande 5b en raison du brouillage de fréquence entraînera des observations plus longues de 70 %. Si les sessions d'observation prennent plus de temps à se terminer, moins d'astronomes auront la possibilité d'utiliser le SKA, et cela réduira son intérêt scientifique.

Le SKA doit être construit dans des zones à faible densité de population, pour essayer d'éviter les interférences provenant du téléphone, de la télévision, du wifi et d'autres liaisons radio au sol. Cela signifie qu'il ne devrait pas y avoir beaucoup de clients à proximité du « télescope SKA-Mid » pour les services à large bande que les nouveaux acteurs des communications par satellite veulent offrir. La société SpaceX d'Elon Musk s'est engagée à éliminer tout impact sur l'astronomie par sa nouvelle constellation

Starlink à large bande.

Et OneWeb vient de se soustraire à une procédure de faillite, mais avait pris des engagements similaires plus tôt cette année.



SpaceX Flat Panel Design : 60 « starlink » alignés dans la coiffe d'une Falcon 9.

Le SKA doit étudier des sources radio dans le ciel qui rayonnent à des longueurs d'onde du centimètre au mètre et devrait atteindre des sensibilités bien au-delà de la portée des radiotélescopes actuels. Cela devrait lui permettre de voir l'hydrogène des premières étoiles et galaxies à se former après le Big Bang.



L'entreprise OneWeb renaît officiellement.

L'opérateur satellite OneWeb est officiellement sorti de sa faillite engendrée par la crise Covid. La propriété a été transférée à une nouvelle société, et ses principaux actionnaires sont désormais le gouvernement britannique et le conglomérat indien Bharti Global Ltd. La nouvelle holding prend possession de tous les actifs de l'opérateur, y compris les 74 satellites dont il dispose en orbite et toute l'infrastructure au sol pour les soutenir. Cela signifie que l'entreprise basée à Londres peut maintenant se lancer dans la construction de sa méga constellation large bande.

Sunil Bharti Mittal, qui est fondateur et président de Bharti Global, a déclaré qu'il était très gratifiant de voir des mois de travail acharné consacrés à l'achat se terminer : « *C'est une très bonne affaire. S'il fallait lancer les dés, c'est la meilleure* », a-t-il déclaré aux journalistes.

Le plan de OneWeb est d'emmener 648 engins spatiaux en altitude pour fournir une connectivité internet à presque toutes les surfaces terrestres et marines du monde entier. Les 36 prochains satellites ont déjà été expédiés d'une usine de Floride au cosmodrome russe de Vostochny pour un lancement prévu pour



OneWeb : 36 satellites viennent d'être expédiés en Russie.

le 17 décembre sur une fusée Soyuz. Les composants existent pour trois autres lots, et les nouveaux propriétaires ont été occupés ces dernières semaines à rétablir les anciennes chaînes d'approvisionnement pour que la production revienne au niveau d'avant la faillite. OneWeb avait demandé en mars dernier la protection du chapitre 11 aux États-Unis, après que son plus

grand actionnaire de l'époque, le bailleur de fonds technologique japonais Softbank, se soit retiré de nouveaux investissements dans le projet. Le processus d'appel d'offres pour récupérer les actifs, y compris les fréquences radio utilisées par la constellation, a été remporté par un consortium dirigé par le gouvernement de Londres et Bharti, qui injectent tous deux 500 millions de dollars dans l'entreprise renaissante. La vente, qui a été approuvée par un tribunal fédéral américain le mois dernier, voit OneWeb reprendre ses activités avec ses anciennes dettes effacées.



Boris Johnson
@BorisJohnson

Fantastic news that we've secured satellite network @OneWeb. This strategic investment will drive our space sector and put the UK at the forefront of space tech. A terrific boost to our advanced manufacturing, services and tech industries.

2:14 PM · Nov 20, 2020

4.9K 3.3K people are Tweeting about this



Neil Masterson

L'ancien PDG de OneWeb, le cadre expérimenté des télécoms Adrián Steckel, continuera d'être le conseiller du conseil d'administration. Neil Masterson : « *Je suis impatient d'aider l'équipe OneWeb à concrétiser et commercialiser sa vision de fournisseur d'accès internet à travers le monde ... OneWeb a un important objectif social, que je partage, pour améliorer l'accès du monde à l'information, un grand talent, une opportunité commerciale convaincante et il est soutenu par des propriétaires et des investisseurs engagés et bien informés* ».

L'implication du gouvernement britannique dans le sauvetage de l'entreprise a été controversée ; les critiques se demandant pourquoi les ministres désiraient investir autant d'argent dans ce qui reste une entreprise risquée. Le secrétaire aux affaires, Alok Sharma, a même dû émettre une « *ministerial direction* » pour faire avancer l'investissement après les objections des fonctionnaires. Mais les partisans du rapprochement OneWeb voient de grandes opportunités dans la constellation de satellites pour fournir une gamme de services au-delà de la connectivité Internet. L'un de ces services inclurait un positionnement, une navigation et une synchronisation précis, une capacité que le gouvernement tient à rétablir sous une forme ou une autre maintenant que son partenariat dans le projet de navigation par satellite Galileo de l'Union européenne a pris fin après le Brexit.



Mais pour l'instant, la priorité de la nouvelle société OneWeb est de lancer les satellites de première génération déjà construits et de développer son réseau haut débit de première génération. L'objectif

est d'avoir une couverture dans l'hémisphère nord jusqu'à environ 50 degrés de latitude l'année prochaine (ce qui couvrirait déjà le Royaume-Uni), avec la constellation complète en place l'année suivante. Seize lancements ont été réservés avec l'entreprise française Arianespace pour faciliter le déploiement.

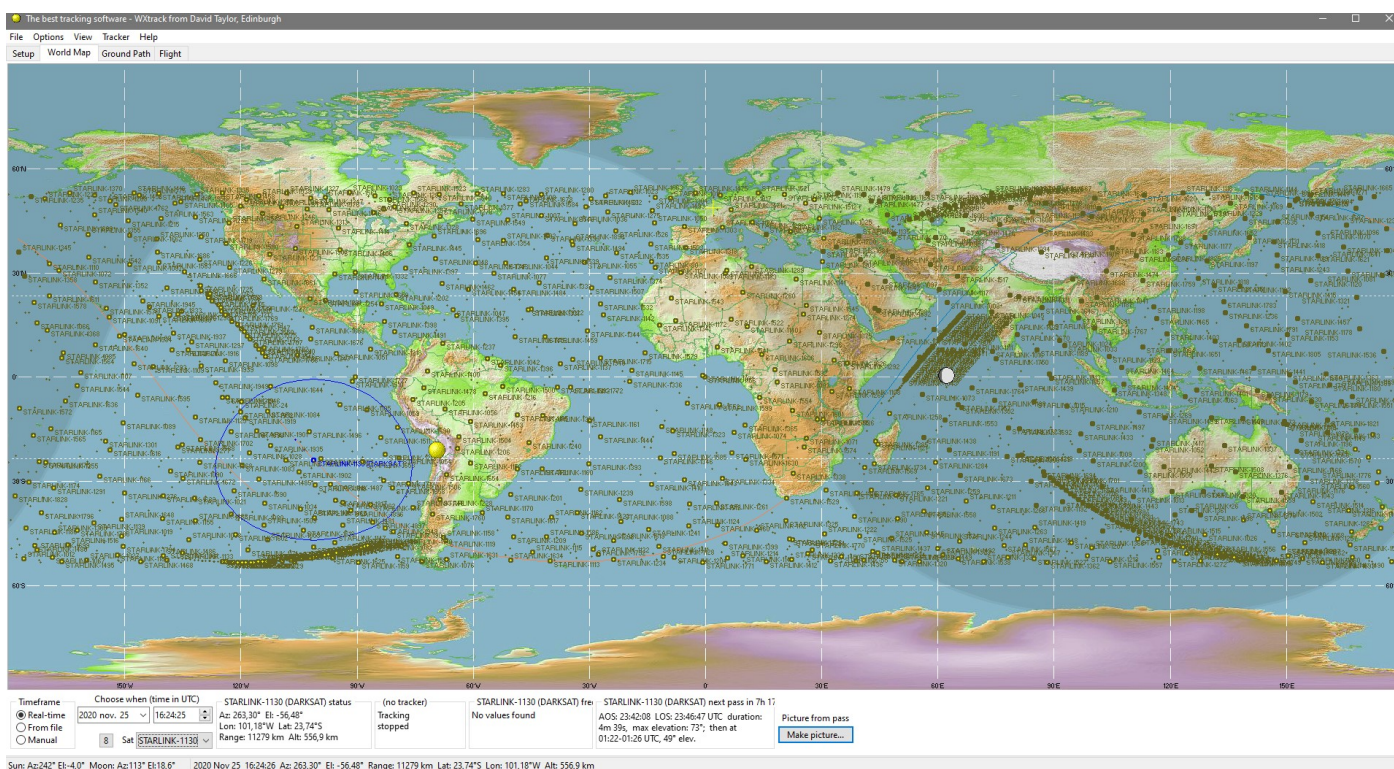
Pour atteindre ses objectifs, le projet aura cependant besoin de plus de liquidités : « *Nous aurons besoin d'un total d'environ 2 à 2,25 milliards de dollars d'argent frais pour compléter cette constellation* », a déclaré Sunil Bharti Mittal. OneWeb a cependant un avantage de priorité sur l'utilisation de la bande de fréquence Ku. Le principal concurrent de OneWeb dans le jeu « méga constellation » est Starlink, mis en place par la société californienne de fusées SpaceX.

Starlink, qui compte actuellement plus de 800 satellites en orbite (l'architecture de son réseau nécessite plus de satellites que OneWeb), a déjà commencé des tests *bêta* avec ses clients.

Les deux projets suivent cependant des modèles économiques très différents. OneWeb travaillera avec des partenaires télécoms pour fournir ses connexions haut débit, tandis que Starlink vendra directement au consommateur.

Le géant européen de l'aérospatiale Airbus sera un partenaire industriel clé pour l'avenir. Il est déjà impliqué dans l'usine de Floride, ayant conçu les satellites de première génération, et la branche britannique de la société envisage de contribuer au développement des capacités futures.

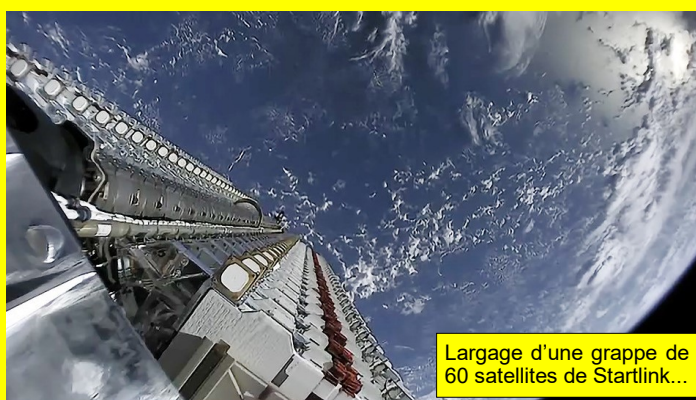
Pour Richard Franklin, directeur général d'Airbus Defence and Space UK. : « *La vision du Royaume-Uni d'investir dans OneWeb contribuera non seulement à fournir une connectivité Internet haut débit à travers le monde, mais a également le potentiel de fournir une navigation et une synchronisation très précises. Les premières recherches d'Airbus et d'un certain nombre d'autres experts clés indiquent que les futurs satellites OneWeb en orbite terrestre basse pourraient offrir une plus grande résilience nationale et un énorme bond en avant dans l'infrastructure nécessaire pour déployer des véhicules véritablement autonomes - terrestres, aériens et maritimes. C'est un domaine dans lequel le Royaume-Uni pourrait désormais être le leader mondial en saisissant l'opportunité d'être à la pointe de cette nouvelle technologie et du vaste écosystème d'entreprises de services nécessaires pour soutenir une telle vision* ».



La constellation Starlink qui tourne au dessus de nos têtes aujourd'hui, 25 novembre 2020 : plus de 800 satellites....

Starlink 1130, ci-dessus entouré par la trace de sa couverture au sol, est le satellite dont le panneau solaire avaient été noirci en vue d'essais pour diminuer l'impact visuel sur l'astronomie optique ; un effet évalué à 55 % d'amélioration par les astronomes, mais pas suffisant.

Les satellites sont déployés sur une orbite elliptique approximativement 15 minutes après le lancement. Les récents largages montrent encore des satellites groupés mais ceux-ci vont progressivement se placer sur leurs orbites définitives, proche de 550 km d'altitude, et s'éloigner les uns des autres grâce à leurs propulseurs ioniques. Chaque satellite pèse environ 260 kg, sous la forme d'un panneau plat pour diminuer le volume afin de permettre un lancement en nombre. En fin de vie, son propulseur ionique sert à forcer sa rentrée atmosphérique en quelques mois pour être désintégré ; toutefois, en cas d'anomalie, sa durée de vie « vagabonde » ne devrait pas excéder 5 années. Fin octobre 2020, il y avait 895 satellites déployés.



Largage d'une grappe de 60 satellites de Startlink...

SpaceX travaille pour la NASA et celle-ci prépare la première mission Artemis, sans équipage, qui doit aller faire un tour autour de la Lune avec l'imposante fusée SLS déjà décrite dans les pages d'Albiréoscope. Ce vol prévu en novembre 2021, c'est à dire bientôt, va surtout permettre de certifier les équipements pour transporter en sécurité l'équipage des prochaines missions. En 2024, la première femme devrait poser le pied sur la Lune...



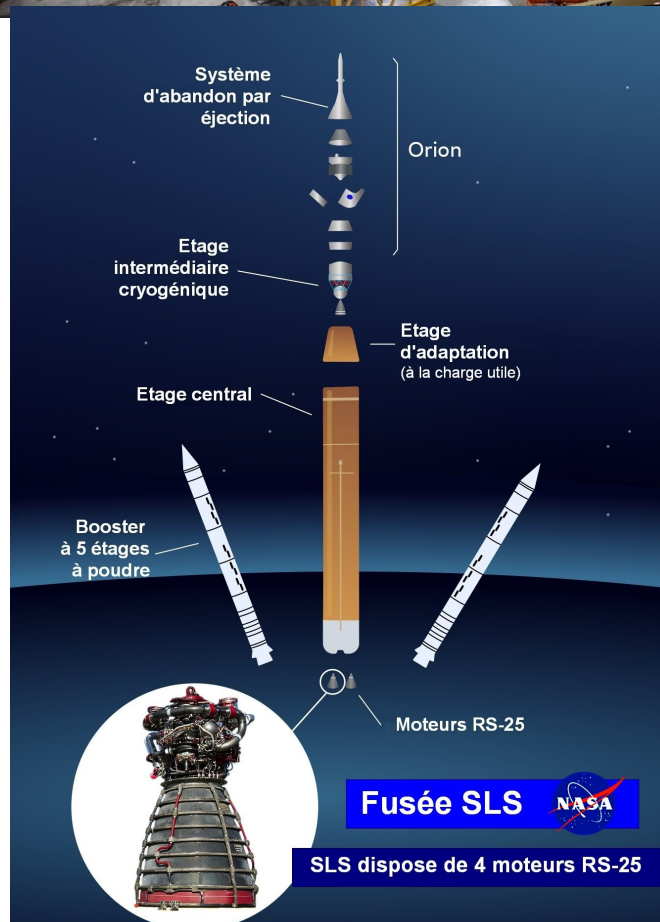
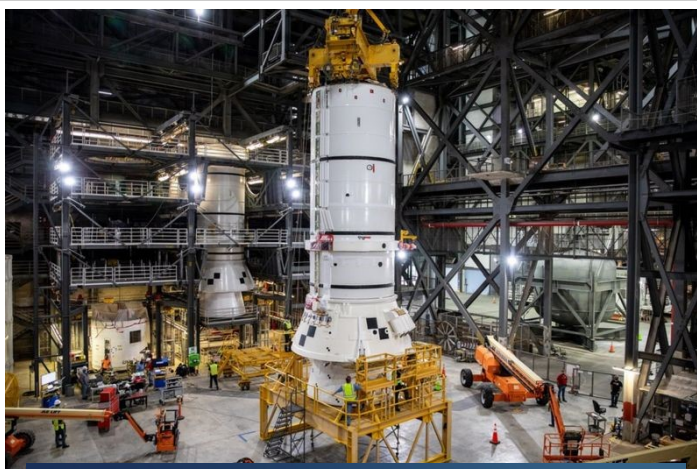
Les ingénieurs ont mis en place le premier des 10 segments des deux fusées à poudre (booster à 5 segments), de la fusée SLS le 21 novembre dernier, au Kennedy Space Center en Floride. Le processus se déroule à l'intérieur de l'emblématique bâtiment d'assemblage des véhicules (VAB).

Ces imposants segments composent les « boosters », et sont empilés sur le lanceur mobile qui est une structure de 115 m de haut utilisée pour traiter et assembler la SLS avant de la déplacer, verticalement, vers le pas de tir ; ils vont brûler six tonnes de propulseur solide à base d'aluminium chaque seconde lors du lancement de SLS, en fournissant 75 % de la poussée du véhicule au décollage. L'empilage du premier morceau de la fusée SLS sur le lanceur mobile marque une étape majeure pour le programme Artemis, et montre que la mission prend véritablement forme.

L'autre « grand morceau » de SLS - son étage central recouvert de mousse orange - fait actuellement l'objet d'un programme de tests appelé *Green Run* au Stennis Space Center de la NASA dans le Mississippi. Lors des derniers tests, les réservoirs d'hydrogène et d'oxygène liquides seront remplis, suivi de la mise à feu des 4 moteurs RS-25 afin de simuler un vrai lancement, en testant les équipements de propulsion et son avionique.



Test de débit d'eau en mai 2018 : des trombes d'eau vont assurer le refroidissement du site de test et aussi créer un « mur » anti-bruit. Le pas de tir réel est lui aussi arrosé lors d'un lancement.

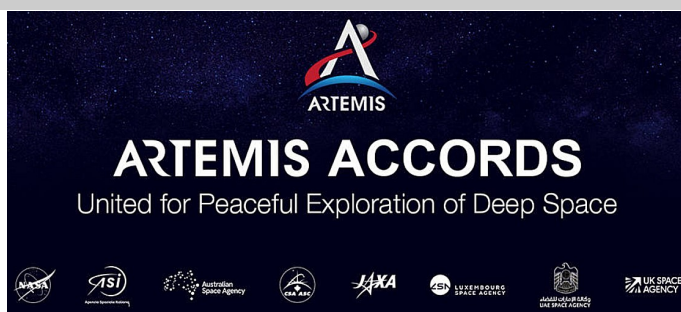


Fusée SLS NASA

SLS dispose de 4 moteurs RS-25



L'étage central cryogénique de SLS, avec ses 4 propulseurs RS-25 a été transféré de Louisiane vers le Mississippi.



La coopération internationale sur et autour de la Lune dans le cadre du **programme Artemis** a fait un pas en octobre 2020 avec la signature des accords Artemis entre la NASA et plusieurs pays partenaires. Les pays membres fondateurs qui ont signé les accords d'Artemis, par ordre alphabétique, sont : l'Australie, le Canada, le Japon, le Luxembourg, les Emirats Arabes Unis, le Royaume-Uni et les États-Unis d'Amérique bien entendu. Les accords Artemis établissent un ensemble pratique de principes pour guider la coopération en matière d'exploration spatiale entre les pays participant aux plans d'exploration lunaire du XXI^{ème} siècle de l'agence. Artemis sera le programme international d'exploration spatiale humaine le plus vaste et le plus diversifié de l'histoire, et les accords Artemis sont le véhicule qui établira cette « *coalition mondiale singulière ... avec cette signature, nous nous unissons à nos partenaires pour explorer la Lune et établissons des principes vitaux qui créeront un avenir sûr, pacifique et prospère dans l'espace pour que l'humanité en profite* », a déclaré Jim Bridenstine, l'administrateur de la NASA.

Alors que la NASA dirige le programme Artemis, qui comprend l'envoi de la première femme et du prochain homme à la surface de la Lune en 2024, les partenariats internationaux joueront un rôle clé dans la réalisation d'une présence durable et robuste sur la Lune dans cette décennie tout en se préparant à mener une mission humaine historique sur Mars.

Fondamentalement, les accords d'Artemis aideront à éviter les conflits dans l'espace et sur Terre en renforçant la compréhension mutuelle et en réduisant les perceptions erronées. « *Transparence, enregistrement public, annulation des conflits d'opérations : ce sont les principes qui préserveront la paix* », a déclaré Mike Gold, administrateur associé par intérim de la NASA pour les relations internationales et inter-institutions. « *Le voyage d'Artemis est vers la Lune, mais la destination des accords est un avenir pacifique et prospère* ».

Les accords d'Artemis renforcent et mettent en œuvre le Traité de 1967 sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, également connu sous le nom de Traité sur l'espace extra-atmosphérique. Ils renforcent également l'engagement des États-Unis et des pays partenaires à l'égard de la Convention d'enregistrement, de l'Accord sur le sauvetage des astronautes et d'autres normes de comportement que la NASA et ses partenaires ont soutenues, y compris la divulgation publique de données scientifiques.

Les principes des accords Artemis sont :

- **Exploration pacifique** : toutes les activités menées dans le cadre du programme Artemis doivent être menées à des fins pacifiques.
- **Transparence** : les signataires des accords Artemis mèneront leurs activités de manière transparente pour éviter la confusion et les conflits.

- **Interopérabilité** : les pays participant au programme Artemis s'efforceront de soutenir des systèmes interopérables pour améliorer la sécurité et la durabilité.
- **Assistance d'urgence** : les signataires des accords Artemis s'engagent à porter assistance au personnel en détresse.
- **Enregistrement des objets spatiaux** : toute nation participant à Artemis doit être signataire de la Convention d'enregistrement ou devenir signataire rapidement.
- **Publication des données scientifiques** : les signataires des accords Artemis s'engagent à publier des informations scientifiques, permettant au monde entier de rejoindre l'aventure Artemis.
- **Préserver le patrimoine** : les signataires des accords d'Artemis s'engagent à préserver le patrimoine spatial.
- **Ressources spatiales** : l'extraction et l'utilisation des ressources spatiales sont essentielles à une exploration sûre et durable et les signataires des accords Artemis affirment que ces activités doivent être menées conformément au Traité sur l'espace extra-atmosphérique.
- **Suppression des conflits d'activités** : les pays signataires de l'Accord Artemis s'engagent à prévenir les brouillages préjudiciables et à soutenir le principe du respect dû, comme l'exige le Traité sur l'espace extra-atmosphérique.
- **Débris orbitaux** : les pays signataires des accords Artemis s'engagent à planifier l'élimination sûre des débris.



L'industrie américaine a soumis les propositions à la cinquième sollicitation concurrentielle du Tipping Point de la NASA, et les sélections ont une valeur d'attribution combinée prévue de plus de 370 millions de dollars. La NASA et l'industrie développent et testent de nombreuses technologies pour permettre la gestion

à long terme des fluides cryogéniques, ce qui est essentiel pour établir une présence durable sur la Lune et aider les missions en équipage sur Mars. Par exemple, ce réservoir d'essai de stockage cryogénique de 4 m de diamètre sert à évaluer des technologies pour réduire les pertes par évaporation du propulseur. La mise en œuvre de technologies similaires dans les missions opérationnelles nécessite une maturation supplémentaire grâce à des essais dans l'espace. Les futures missions pourraient utiliser de l'eau gelée située aux pôles de la Lune pour fabriquer du propulseur en séparant l'hydrogène et l'oxygène. La capacité de stocker ces liquides ultra-froids, qu'ils soient lancés depuis la Terre ou produits dans l'espace, pendant une période prolongée et de transférer le propulseur d'un réservoir à un autre, est cruciale pour établir des opérations durables sur la Lune et permettre des missions humaines sur Mars. La NASA utilisera la Lune pour se préparer à son prochain pas de géant : l'exploration humaine de Mars.

D'autres pays rejoindront les accords Artemis dans les mois et les années à venir, alors que la NASA continue de travailler avec ses partenaires internationaux pour établir un avenir sûr, pacifique et prospère dans l'espace.

Travailler avec des agences spatiales émergentes, ainsi qu'avec des partenaires existants et des agences spatiales bien établies, ajoutera de nouvelles énergies et capacités pour garantir que le monde entier puisse bénéficier des voyages d'exploration et de découverte d'Artemis.

Pour l'instant, il y a de grands absents comme la Chine, et l'Inde... Quant à l'Europe, c'est via un partenariat de longue date car l'ESA est déjà partie prenante dans le programme Artemis.



La passerelle sera un relais pour les opérations de surface lunaire

Thales Alenia Space en Italie produira les deux contributions majeures de l'Europe à la *Lunar Gateway*, la station spatiale américaine autour de la Lune. TAS construira deux sections pressurisées : l'une où les astronautes pourront vivre et l'autre sur laquelle des équipements de ravitaillement et de télécommunications pourront être montés. La branche britannique de TAS fournira le matériel de ravitaillement.

La passerelle est conçue comme un point de départ pour les astronautes alors qu'ils navigueront vers la surface de la Lune.

La station est un élément clé du projet Artemis de la NASA qui vise un retour humain dans l'environnement lunaire 50 ans après l'ère Apollo. Le premier atterrissage est prévu pour 2024, mais il va falloir attendre encore quelques années avant que toutes les sections de la passerelle soient en place. Les modules iHab et Esprit de TAS seront très probablement lancés sur des fusées Falcon Heavy depuis le Kennedy Space Center en Floride. L'usine de la société à Turin possède un historique dans le développement de compartiments spatiaux pressurisés avec la construction de la moitié du volume habitable de la Station Spatiale Internationale (ISS) ; avec la construction d'une section du cargo Cygnus, TAS fait partie de l'équipe Dynetics développant un concept d'atterrisseur lunaire avec équipage pour la NASA et travaille avec le groupe privé Axiom sur une station spatiale commerciale.

Walter Cugno, vice-président de la science et de l'exploration chez TAS, a déclaré que la société s'appuierait fortement sur son héritage lors de la production d'iHab et d'Esprit : « *Ils sont différents des modules de la station spatiale en ce qu'ils ne seront pas occupés tout le temps. Cela signifie qu'ils devront avoir beaucoup plus d'autonomie* ».

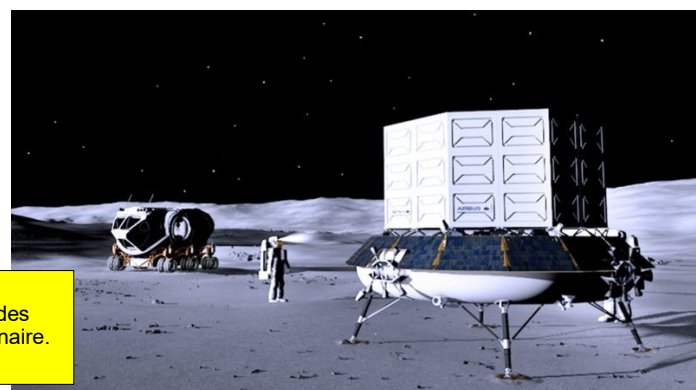
L'Europe devrait aussi assurer des missions de fret vers la surface lunaire.

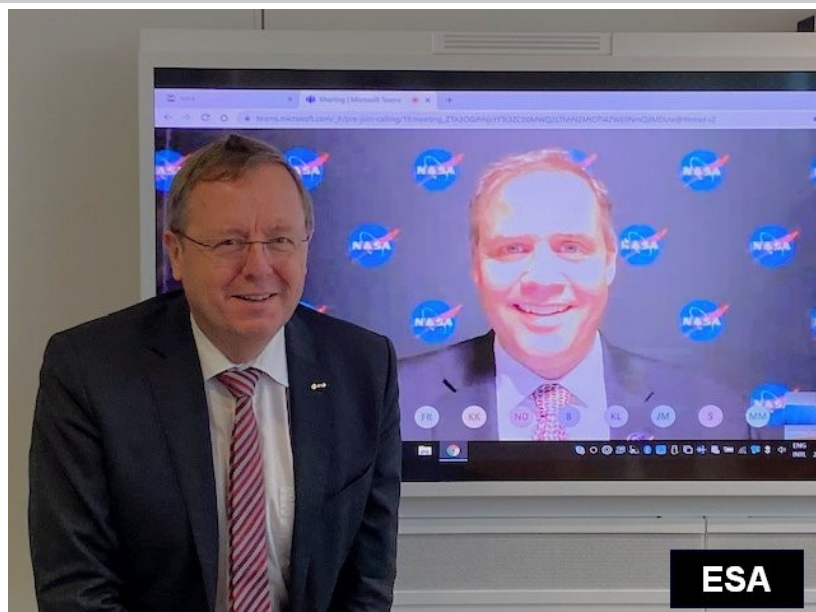
La société vient de signer un contrat de première tranche avec l'Agence spatiale européenne (ESA) de 36 millions d'euros pour commencer les travaux sur iHab (l'éventuel contrat complet représente une valeur de 327 millions d'euros) et, pour Esprit, a une autorisation de procéder : un ATP (Available To Promise) permet de démarrer les travaux pendant que les derniers détails contractuels sont encore élaborés.

iHab permettra à quatre astronautes de se déplacer confortablement. Il nécessitera tout l'équipement supplémentaire nécessaire pour le maintien de la vie et offrira une protection contre les impacts de micrométéorites, et le rayonnement accru qui existe lors de l'éloignement de la Terre.

Esprit se décline en deux parties. L'une est nommé HLCS (Halo Lunar Communication System) et assure les communications entre la passerelle et la Lune. Cette partie sera effectivement lancée en 2024 avec le module Halo des Américains, premier élément d'habitation et de logistique de la passerelle.

L'autre partie d'Esprit est ERM (Esprit Refueling Module) qui combine le matériel de ravitaillement de la passerelle avec un petit tunnel pressurisé avec des fenêtres ; celles-ci ne seront pas très grandes mais comme celles du module *Cupola* de la Station Spatiale Internationale.





Jim Bridenstine (L'administrateur de la NASA à l'écran) et **Jan Wörner**, le directeur général de l'ESA (Agence Spatiale Européenne) sont photographiés ici après la signature d'un accord de collaboration sur la passerelle Artemis de la NASA.

La NASA et l'ESA (Agence Spatiale Européenne) ont donc finalisé un accord de collaboration sur la passerelle Artemis (*Gateway*). Cet accord est un élément important d'un vaste effort des États-Unis pour engager des partenaires internationaux dans l'exploration lunaire durable et pour démontrer les technologies nécessaires à une future mission humaine sur Mars. L'accord, signé mardi 27 octobre dernier, marque le premier engagement formel de la NASA à lancer des membres d'équipage internationaux dans le voisinage lunaire dans le cadre des missions Artemis de la NASA. Cet accord est un élément essentiel des efforts de l'agence américaine pour diriger une coalition mondiale sans précédent sur la Lune. Des accords supplémentaires avec d'autres partenaires internationaux seront signés, contribuant encore davantage à la création d'une architecture d'exploration lunaire dynamique et durable.

Dans le cadre de cet accord, l'ESA apportera des modules d'habitation et de ravitaillement, ainsi que des communications lunaires améliorées, à la passerelle. En plus de fournir le matériel, l'ESA sera responsable des opérations des éléments de passerelle qu'elle fournit. L'ESA fournit également deux ESM (Module de Service Européen) supplémentaires pour le vaisseau spatial Orion de la NASA. Ces ESM propulseront Orion dans l'espace lors de futures missions Artemis et fourniront de l'air et de l'eau à son équipage. Jim Bridenstine déclarait : « *Ce partenariat tire parti de la coopération exceptionnelle établie avec la Station Spatiale Internationale pour nous propulser sur la Lune* ». Ainsi, la « *Gateway* » continuera d'étendre la coopération de la NASA avec des partenaires internationaux comme l'ESA, en veillant à ce que le programme Artemis aboutisse à une exploration sûre et durable de la Lune après l'atterrissage lunaire humain initial et au-delà.

Kathy Lueders, administratrice associée de la NASA pour la direction de la mission d'exploration humaine et des opérations au siège de la NASA : « *La passerelle est conçue pour être complétée par des capacités supplémentaires fournies par nos partenaires internationaux pour soutenir l'exploration durable. La Gateway va nous permettre d'explorer plus que*



K. Lueders

jamais la surface lunaire et nous sommes heureux que des partenaires comme l'ESA se joignent à nous dans ces efforts révolutionnaires ».

La passerelle sera assemblée en orbite autour de la Lune en tant que point de départ et plateforme permettant des missions vers la surface lunaire, Mars et d'autres destinations de l'espace lointain. Environ un sixième de la taille de la Station Spatiale Internationale, la passerelle fonctionnera comme une station de chemin de fer située à des dizaines de milliers de kilomètres de la surface lunaire, dans une *orbite halo* presque rectiligne, à partir de laquelle la NASA et ses partenaires internationaux et commerciaux pourront lancer des expéditions robotiques et humaines vers et autour de la Lune, et vers Mars ; elle servira de point de rendez-vous pour les astronautes se déplaçant en orbite lunaire à bord du système de lancement spatial (SLS) de la NASA et d'Orion avant leur transit vers l'orbite lunaire basse et la surface de la Lune. La *Gateway* sera la manifestation physique des partenariats internationaux et commerciaux qui seront la marque de l'ère d'exploration Artemis.

En mars dernier, les deux premières expériences scientifiques prévues à bord de la *Gateway* ont été sélectionnées, l'une de la NASA et l'autre de l'ESA. L'ESA a développé l'*European Radiation Sensors Array*, ou ERSA, et le Goddard Space Flight Center de la NASA est en train de construire la *Heliophysics Environmental and Radiation Measurement Experiment Suite*, ou HERMES. Ces deux mini stations météorologiques se répartiront le travail : ERSA surveillera le rayonnement spatial à des énergies élevées en mettant l'accent sur la protection des astronautes, tandis qu'HERMES surveillera les énergies plus basses, essentielles aux études scientifiques sur le Soleil. Tous les partenaires internationaux de la *Gateway* collaboreront pour partager les données scientifiques qui seront transmises à la Terre. À l'avenir, des charges utiles coopératives scientifiques supplémentaires seront sélectionnées pour voler à bord de la passerelle. « *La science jouera un rôle essentiel dans le programme Artemis* », a déclaré Thomas Zurbuchen, administrateur associé de la Direction des missions scientifiques au siège de la NASA à Washington ; « *Entre HERMES de la NASA et ERSA de l'ESA, ces charges utiles et futures sur la passerelle nous aideront à en savoir plus à propos de la météorologie spatiale et de la protection des astronautes, alors même que notre travail de débarquement de charges utiles commerciales sur la Lune contribue à faire progresser la science lunaire et l'exploration humaine à la surface de la Lune* ».



Thomas Zurbuchen

En plus de soutenir les missions de surface lunaire, la passerelle soutiendra des activités qui testeront les technologies nécessaires pour les missions humaines sur Mars. En utilisant la passerelle, la NASA fera la démonstration de la gestion à distance et de la fiabilité à long terme des systèmes d'engins spatiaux autonomes et d'autres technologies.

La contribution percutante de l'ESA permettra à l'équipage de rester plus longtemps autour de la Lune et fournira les capacités uniques nécessaires pour soutenir ces opérations.



La Lune, destination de Chang'e-5, qui s'est envolée de Chine le 23 novembre pour rapporter des échantillons lunaires.

(Superbe photo de Jean-Paul, prise de Maintenon le 27 novembre 2020)

La Chine doit faire la première tentative de récupération de roches lunaires depuis les années 1970... quand les astronautes d'Apollo batifolaient en rover sur les mers lunaires et que les soviétiques envoyaient encore des sondes « Luna ».

La sonde Chang'e-5, qui a été lancée le lundi 23 novembre doit ramener des échantillons, environ 2 kg si tout va bien, pour aider à mieux comprendre l'origine et la formation de la Lune, mais aussi, et sûrement, pour asseoir son programme spatial et montrer ses capacités aux autres « grands » du secteur. La Chine a effectué son premier atterrissage lunaire en 2013 et prévoit de récupérer des échantillons de Mars d'ici une décennie. Le vaisseau spatial Chang'e-5, nommé d'après l'ancienne déesse chinoise de la Lune, a été lancé par une fusée *Longue Marche* 5.

La sonde doit donc collecter 2 kg d'échantillons dans une zone non encore visitée de la Lune appelée Océan des tempêtes. En comparaison, la mission Luna de 1976 a collecté 170 grammes, et la mission Apollo qui a mis l'homme sur la Lune a rapporté 382 kg de roches et de sol. Mais les experts espèrent que Chang'e-5 permettra de mieux comprendre combien de temps la Lune est restée active, avec des volcans à sa surface, et quand son champ magnétique - essentiel, *a priori*, pour protéger toute vie contre le rayonnement solaire - s'est dissipé.

Le programme d'exploration lunaire chinois est conçu pour être conduit en quatre phases d'avancement technologique : la première était simplement d'atteindre l'orbite lunaire, une tâche accomplie par Chang'e-1 en 2007 et Chang'e-2 en 2010. La seconde est d'atterrir et se mouvoir sur la Lune, comme l'ont fait Chang'e-3 en 2013 et Chang'e-4 en 2019 (lancé en décembre 2018, atterri de l'autre côté de la Lune en janvier 2019... une prouesse). La troisième phase consiste à collecter des échantillons lunaires du côté proche de nous et à les envoyer sur Terre, une tâche pour les missions Chang'e-5 et Chang'e-6.



La fusée « Longue Marche » au centre spatial Wenchang dans la province chinoise d'Hainan, et le logo de la mission Chang'e-5.

Ci-dessous, décollage de la fusée :

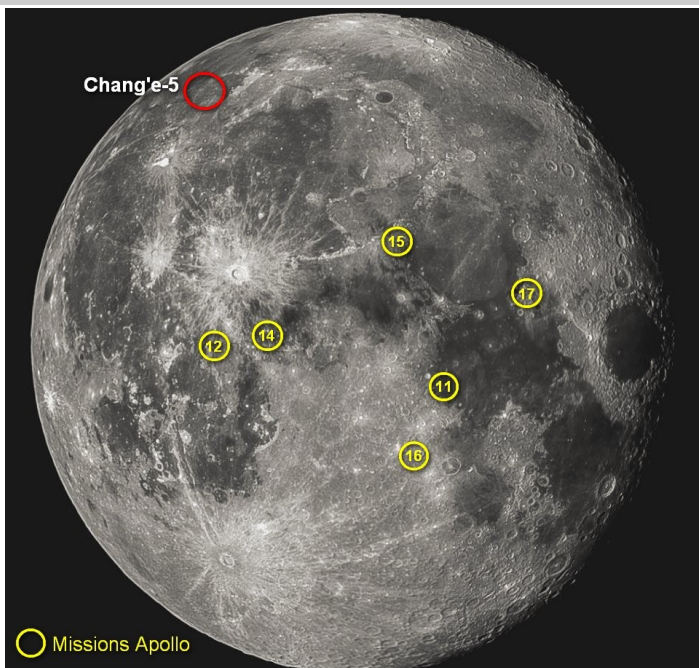
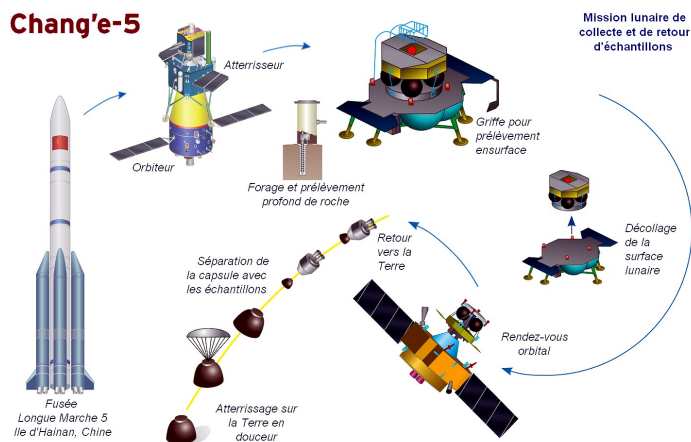


La quatrième phase consistera dans le développement d'une station de recherche robotique près du pôle sud de la Lune. Le programme vise aussi à faciliter un atterrissage lunaire avec équipage dans les années 2030 et éventuellement à construire un avant-poste près du pôle sud lunaire. La Chine ne manque donc pas d'ambition lunaire...

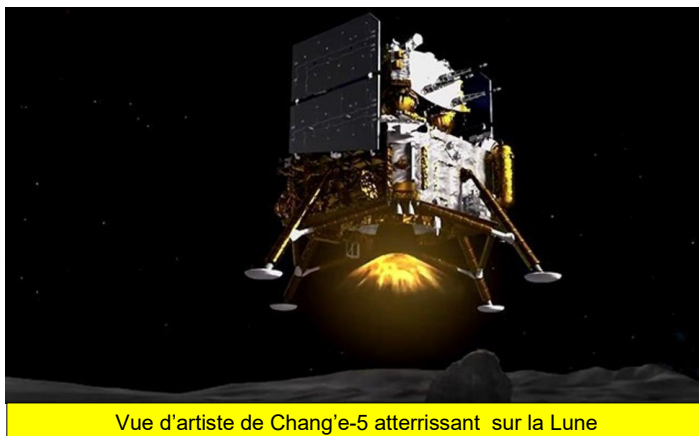
La zone d'atterrissage prévue est le Mont Rümker à Oceanus Procellarum, situé dans la région nord-ouest de la face visible de la Lune. Cette zone contient des ensembles géologiques vieux d'environ 1,21 milliard d'années, donc jeunes en comparaison des échantillons d'Apollo qui avaient entre 3,1 et 4,4 milliards d'années. L'emplacement est un grand monticule volcanique de 70 km de diamètre, et qui présente une forte signature spectroscopique de roches basaltiques.

La mission se compose de plusieurs modules. L'atterrisseur va collecter environ 2 kg d'échantillons à 2 mètres sous la surface et les placer dans un véhicule de remontée qui sera lancé en orbite lunaire. Ce véhicule d'ascension fera un rendez-vous automatique et un amarrage avec un orbiteur qui doit transférer les échantillons dans une capsule de retour d'échantillons pour leur « livraison » sur Terre ; avec une masse de lancement estimée à 3 780 kg, l'atterrisseur devrait peser 1 200 kg et le véhicule d'ascension environ 120 kg. Contrairement à Chang'e-4 qui était équipé d'un générateur thermoélectrique à radio-isotope pour survivre au froid extrême de la nuit lunaire, l'atterrissage et l'échantillonnage de Chang'e-5 doivent avoir lieu en une seule journée lunaire (14 jours terrestres). La mission totale devrait durer au total 23 jours jusqu'à son atterrissage à Dorbod Banner, en Mongolie intérieure, vers la mi-décembre. Les échantillons seront ensuite transférés vers des installations spécialement développées pour la manipulation, l'analyse et le stockage du matériel lunaire.

Chang'e-5



Zone d'atterrissage de Chang'e-5, et sites des missions Apollo. Photo de la Lune : superbe image d'André Aurélien (Route66).



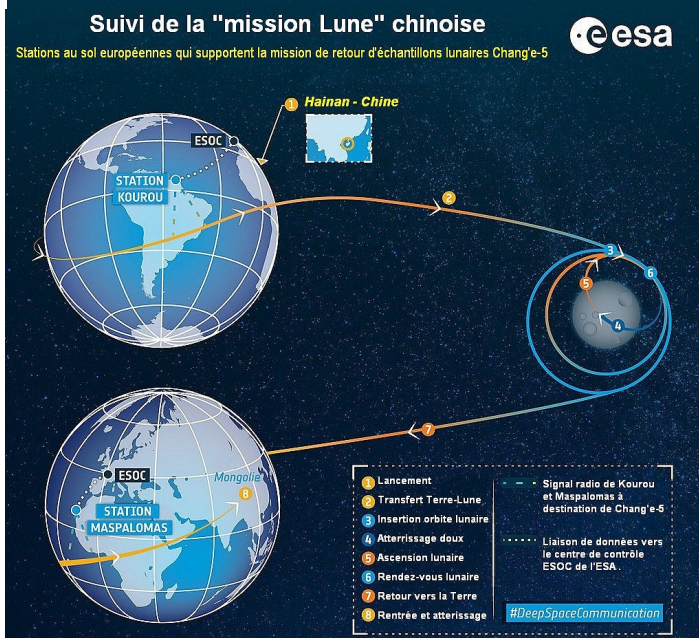
Vue d'artiste de Chang'e-5 atterrissant sur la Lune

L'Agence Spatiale Européenne soutient la mission Chang'e-5 en assurant le suivi, via la station Kourou de l'ESA située en Guyane française. L'ESA suivra le vaisseau spatial pendant les phases de lancement et d'atterrissage tout en fournissant une assistance aux stations au sol chinoises tout au long de la mission. Les données de la station de Kourou aident l'équipe de contrôle de mission chinoise du centre de contrôle aérospatial de Beijing à déterminer l'état de santé, et l'orbite du vaisseau spatial. Pendant la phase d'atterrissage, l'ESA utilisera sa station de Maspalomas, exploitée par l'Instituto Nacional de Tecnica Aeroespacial (INTA) en Espagne, pour soutenir les efforts de suivi.

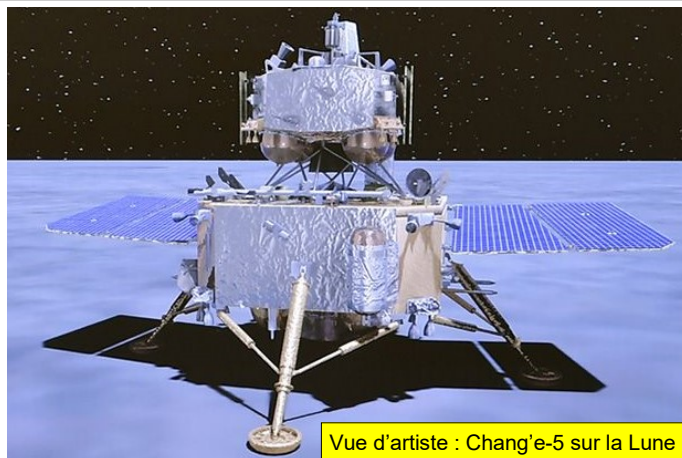


Station de Maspalomas

La Lune n'est pas loin et le 1er décembre, l'atterrisseur de Chang'e-5 se posait, en bon état, sur le sol sélénien. Il est aussi équipé de quelques instruments dont une caméra, un spectromètre et un radar afin d'évaluer son environnement. La télé

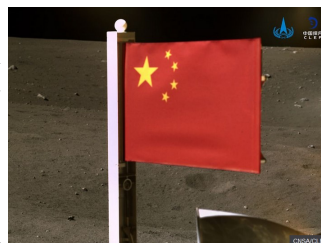


chinoise n'a pas manqué de diffuser les premières images de l'arrivée de Chang'e-5 dont celle de l'ombre d'un pied de l'atterrisseur de la sonde, dessinée sur le sol lunaire ; mais ce n'était pas en direct comme lors du lancement de celle-ci, et ce n'est qu'après confirmation du succès que les programmes TV ont été interrompus par la bonne nouvelle.



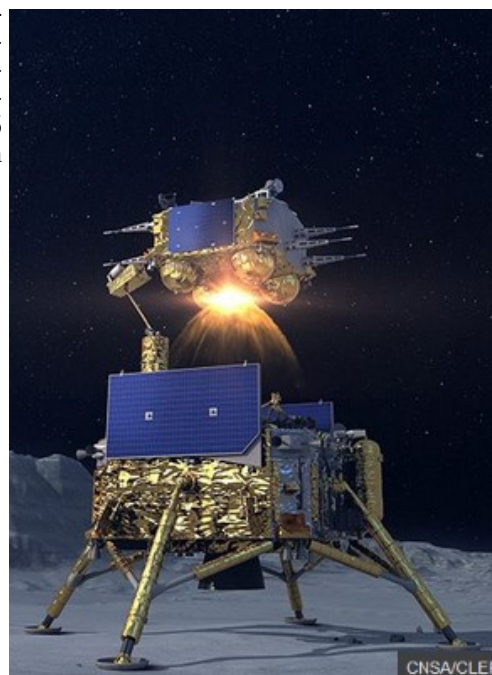
Vue d'artiste : Chang'e-5 sur la Lune

La Chine tient à marquer son passage et a laissé un beau drapeau chinois flotter dans la brise lunaire ;-)

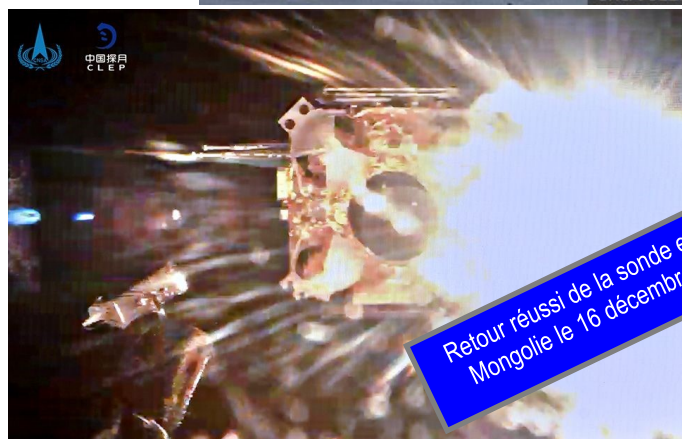


Une partie de l'atterrisseur restera sur la Lune en servant de plateforme de lancement au collecteur d'échantillons qui s'élancera vers son rendez-vous avec l'orbiteur pour un retour des échantillons vers le 16 décembre en Mongolie.

Image d'artiste du décollage de Chang'e-5 avec sa capsule :



Image, transmise du sol lunaire, de la capsule partant vers son rendez-vous orbital lunaire prévu le 5 décembre.



Retour réussi de la sonde en Mongolie le 16 décembre.

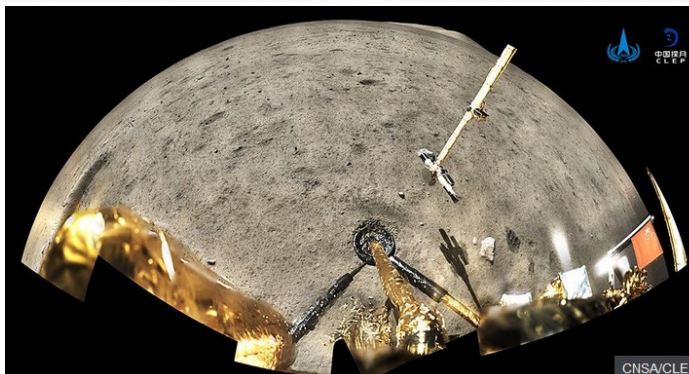
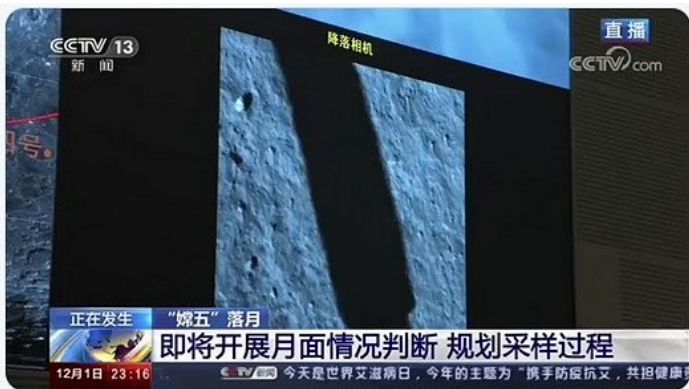


Image panoramique prise par Chang'e-5

La partie robotique de la sonde s'est tout de suite mise en œuvre pour récolter les échantillons désirés qui devraient permettre de mieux calibrer le « chronomètre » que les scientifiques utilisent pour dater les surfaces des planètes du Système Solaire. Pour cela il faut pouvoir dater précisément quelques endroits caractéristiques, ce qu'ont permis les échantillons ramenés des mission Apollo et soviétiques, et Chang'e-5 devrait fournir des données supplémentaires.



La NASA a félicité la Chine, et Thomas Zurbuchen a dit qu'il espérait que la communauté internationale de la recherche scientifique puisse éventuellement avoir la chance d'analyser une partie des échantillons qui seront ramenés. La partie périlleuse de la mission est le retour de la capsule avec ses échantillons, lors de sa rentrée « chaude » dans l'atmosphère terrestre.



La plupart des Chinois connaissent l'histoire de la mythologique Chang'e, la déesse chinoise de la Lune.

C'est une histoire qui n'est pas différente de celle de Roméo et Juliette : une femme qui boit une potion d'immortalité et, n'en laissant accidentellement rien pour son mari, décide de s'envoler vers la Lune pour qu'elle puisse rester près de lui jusqu'à sa mort.

Cette histoire est racontée chaque année pendant le festival chinois de la Lune et la mi-automne, et ainsi les gens ne peuvent pas entendre le mot "Chang'e" sans évoquer les images romantiques d'une déesse de la Lune.

La Chine essaie de plus en plus de mettre en évidence des figures féminines fortes dans le pays. Les hauts dirigeants du pays sont extrêmement dominés par les hommes, mais en novembre, le journal national Global Times a invité les internautes à commenter les réalisations de l'année par des femmes comme la scientifique médicale Chen Wei, la porte-parole du ministère des Affaires étrangères Hua Chunying et la combattante de l'UFC Zhang Weili.

La mission de la Chine sur la Lune appelait à une forte figure féminine. Et ainsi, les photos de Zhou Chengyu, 24 ans, ont été partout dans les médias d'État, avec des commentaires sur le fait qu'elle est une « soldate » de première ligne dans le domaine de l'aérospatial et une « grande sœur » que les jeunes Chinois peuvent admirer. En effet, c'est une femme qui est derrière la mission chinoise vers la Lune Chang'e-5 : Mme Zhou est la plus jeune commandante du programme d'exploration de la Lune Chang'e-5, qui, à 24 ans, est devenue une sensation virale sur les réseaux sociaux chinois pour son travail sur le programme d'exploration de la Lune. Zhou Chengyu est connue au travail comme la « Big Sister » en signe de respect. L'énorme intérêt pour la native de la province du Guizhou ne semble cependant pas avoir eu beaucoup d'effet sur elle. Selon le site d'information Duocai Guizhou Net, Mme Zhou a refusé les demandes répétées d'interview car elle ne souhaite pas laisser la célébrité entraver son travail. La jeune femme est un sujet d'actualité sur Weibo depuis que les

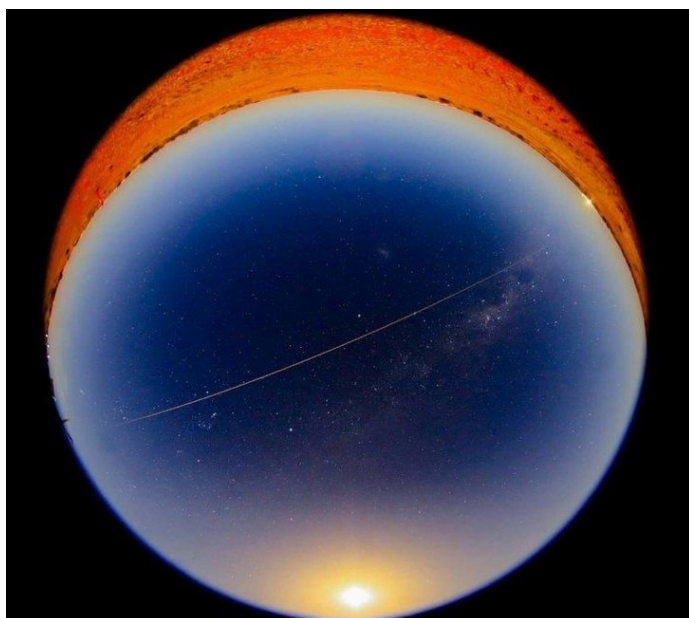


médias d'État chinois l'ont désignée comme l'une des femmes impliquées dans le lancement réussi de la sonde lunaire Chang'e-5 le 23 novembre. La mission fait partie de la volonté de Pékin de devenir une superpuissance spatiale, et les médias d'État chinois présentent le « rêve spatial », comme l'appelle le Président Xi Jinping, comme une étape sur la voie du « rajeunissement national ». Le professeur Ouyang Ziyuan, l'un des plus grands scientifiques du pays, a déclaré au journal officiel chinois People's Daily en 2006 :

« L'exploration lunaire est le reflet de la puissance nationale globale d'un pays ».



En attendant le retour de Chang'e-5, les australiens ont pu voir la rentrée atmosphérique d'une capsule qui ramène aussi des échantillons de sol extra-terrestre : des poussières de l'astéroïde Ryugu collectées par la mission Hayabusa-2, un objet situé « un peu plus loin » que la Lune : la mission a donc duré



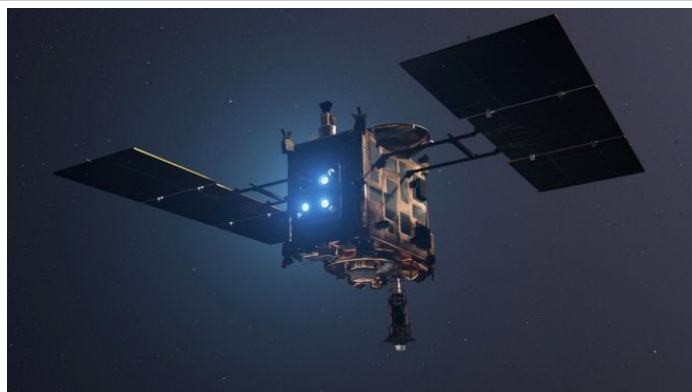
Caméra australienne ayant capturé la traînée lumineuse du bolide.

un peu plus longtemps et les temps de latence pour les communications, la faible gravité de l'objet, rendaient certainement les choses un tantinet plus complexes.

Le container tant attendu par les scientifiques s'est posé avec un parachute près de Woomera, sur l'aire d'une base de la *Royal Air Force* australienne, samedi 5 décembre à 19h47 UTC. Une équipe dédiée avait été envoyée pour récupérer le précieux objet, doté d'une balise radio afin d'aider à son repérage. Hayabusa avait passé plus d'un an à cartographier l'astéroïde et aider au repérage du site de prélèvement. La sonde, après avoir ramené la capsule vers la bonne direction, et assuré sa rentrée dans l'atmosphère, a été réexpédiée dans l'espace.



Un membre de l'équipe de récupération transporte la précieuse capsule : un trésor pour les scientifiques...



La sonde **Hayabusa-2** qui a collecté des échantillons sur l'astéroïde Ryugu photographié ci-dessous, par celle-ci :

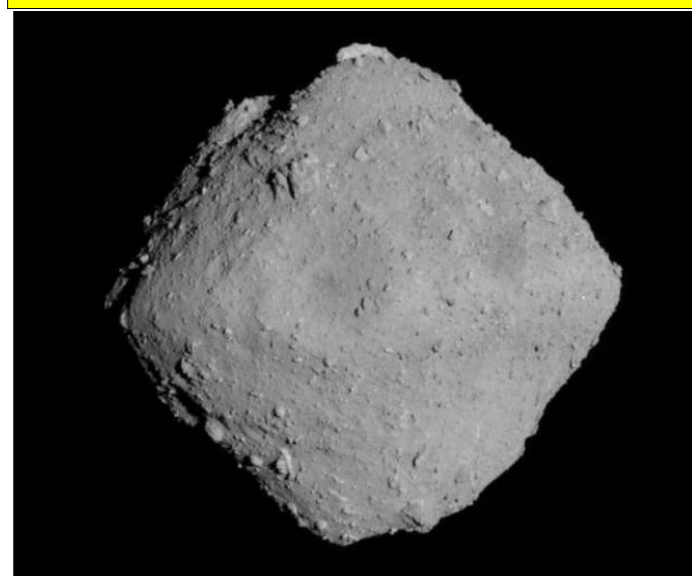
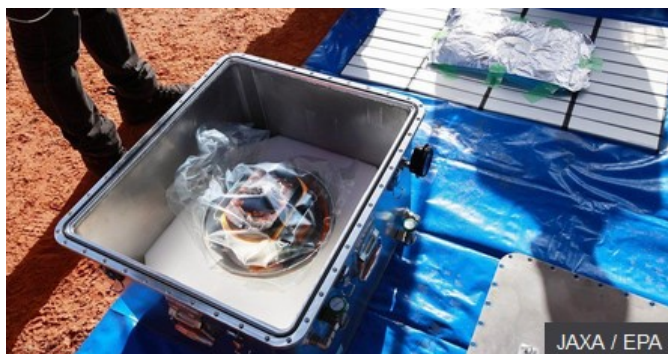


Photo de Ryugu par un des rovers déployé par Haybusa-2

Dr Hitoshi Kuninaka (Directeur général du Japan's Institute for Space and Astronautical Science (ISAS) : « *Nous avons commencé le développement de Hayabusa-2 en 2011. Je pense que le rêve est devenu réalité* ». Tout s'est passé comme prévu pour cette mission de retour d'échantillons de roche extra-terrestre, et la deuxième étape de ce « développement spatial » peut commencer avec MMX, une mission qui devrait ramener des échantillons du plus gros satellite de Mars : Phobos.

L'Agence Spatiale Australienne s'est félicité d'avoir participé à la récupération de la capsule qui a été soigneusement emballée. La capsule a ensuite été transportée dans un bâtiment de la



base de la *Royal Air Force* pour être rapidement examinée par les spécialistes. La JAXA (Agence Spatiale Japonaise) a collecté des gaz contenus dans le container pour analyse, mais il n'est pas certain que cela provienne des échantillons de Ryugu. La capsule va partir ensuite en avion vers le Japon, dans un laboratoire de la JAXA à Sagamihara pour analyse et



dépôt. La mission prévoyait de rapporter au moins 100 mg de poussières de l'astéroïde Ryugu, ce qui devrait donner beaucoup d'informations sur l'histoire du Système Solaire, et aussi sur cet objet céleste. Ces astéroïdes vagabonds sont des éléments qui ont été « délaissés » lors de la formation du Système Solaire mais qui ont, pour certains, participé à la formation des planètes comme la Terre. L'étude des échantillons de Ryugu peut nous fournir des réponses à la manière dont l'eau et les ingrédients de la vie ont été délivrés à la Terre. Les scientifiques ont longtemps pensé que les comètes avaient apporté l'eau de la Terre mais le profil chimique de l'eau des comètes est quelque peu différent de l'eau de nos océans. Par contre, la composition de certains astéroïdes aux confins du Système Solaire semble plus « coller » à cette explication. C'est donc un point qui va demander des analyses très sérieuses des échantillons de la part des scientifiques ; une collaboration de plusieurs pays avec le Japon est prévue pour ce travail.

Hayabusa-2 qui a relâché sa capsule dans l'atmosphère terrestre est repartie dans l'espace pour une nouvelle mission : rejoindre un astéroïde plus petit (30 m), et qui devrait être atteint en 2031. Bon voyage Hayabusa !

22 février 2019

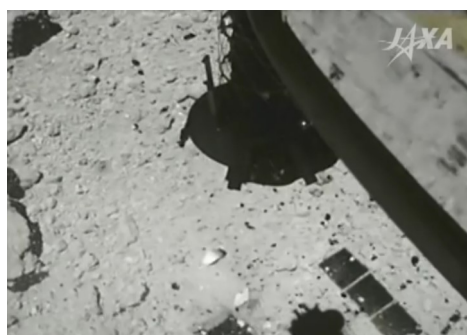
Approche de Ryugu par Hayabusa-2 :

L'ombre de la sonde, avec ses panneaux solaires, se dessine sur le sol de l'astéroïde.



La trompe de la sonde s'approche de la surface de l'astéroïde, et va bientôt tirer un projectile de tantale de 5 g pour expulser de la matière et la récupérer ensuite.

L'impact du tir envoie les particules de roches en l'air et la trompe d'Hayabusa-2 s'éloigne de la surface de l'astéroïde



Des particules de poussière flottent encore quand la sonde s'est déjà bien éloignée...

Images délivrées par la caméra de bord CAM-H (donation du public)

JAXA, Tokyo University of Science, Kimura Laboratory

Le premier « touché » de Hayabusa-2 pour effectuer le prélèvement d'échantillons à la surface de l'astéroïde Ryugu.

HAYABUSA-2 a été lancé le 3 décembre 2014 (Tanegashima Space Center) pour un « rendez-vous » avec l'astéroïde Ryugu le 27 juin 2018. Une mission dont la durée a été de 6 ans.

La sonde était repassée près de la Terre (3 090 km) le 3 décembre 2015. Elle devait partir de Ryugu pour son voyage de retour vers la Terre le 12 novembre 2019.

La sonde a observé et cartographié l'astéroïde pendant plus d'une année avant de procéder à la récupération des échantillons, d'autant que la surface était beaucoup plus accidentée que prévu ; il fallait donc choisir un endroit « accueillant ».

La sonde a déposé 3 rovers sur la surface dont MASCOT (German Aerospace Center et CNES - cf. : Albréscope n° 82)

NASA's Infrared Telescope Facility (IRTF) Maunakea (Hawaii)



2020 SO, voilà quelque chose qui a fait la une des journaux qui aiment bien les prédictions catastrophiques : le ciel va nous tomber sur la tête... ou un objet volant non identifié se dirige vers la Terre. Heureusement, la science est encore là en ce 21^{ème} siècle qui se veut « tendance obscurantiste ».

L'objet, découvert en septembre par des astronomes à la recherche d'astéroïdes géocroiseurs à partir du télescope d'enquête Pan-STARRS1 financé par la NASA, a suscité l'intérêt de la communauté scientifique planétaire en raison de sa taille et de son orbite inhabituelle et il a été étudié par des observatoires du monde entier. Une analyse plus approfondie de l'orbite de 2020 SO a révélé que l'objet s'était rapproché de la Terre à quelques reprises au cours des décennies passées, et suffisamment en 1966 pour suggérer qu'il pouvait provenir de la Terre. En comparant ces données avec l'histoire des précédentes missions de la NASA, Paul Chodas, directeur du CNEOS (Center for Near Earth Object Studies), a conclu que 2020 SO pourrait être le propulseur de fusée de l'étage supérieur Centaur de la malheureuse mission Surveyor 2 de la NASA en 1966 sur la Lune (lancée le 20 septembre 1966 et perdue le 22 suite à un défaut de correction de trajectoire ; la sonde s'est écrasée pas loin du cratère Copernic).

Une équipe dirigée par Vishnu Reddy, professeur agrégé et planétologue au laboratoire lunaire et planétaire de l'Université d'Arizona, a effectué des observations de spectroscopie de suivi de 2020 SO à l'aide de l'IRTF de la NASA à Maunakea. « *En raison de l'extrême faiblesse de cet objet suite à la prédiction du CNEOS, c'était un objet difficile à caractériser* », a déclaré Reddy ; « *nous avons obtenu des observations en couleur avec le grand télescope binoculaire (LBT) qui laissait suggérer que 2020 SO n'était pas un astéroïde* ».

Grâce à une série d'observations de suivi, Reddy et son équipe ont analysé la composition de 2020 SO à l'aide de l'IRTF et ont comparé les données spectrales de 2020 SO avec celles de l'acier inoxydable 301 (matériau des propulseurs de fusée Centaur dans les années 1960). Sans une correspondance parfaite, Reddy et son équipe ont toutefois persisté, réalisant que l'écart dans les données spectrales pouvait être le résultat de l'analyse de l'acier « frais » dans un laboratoire par rapport à l'acier qui aurait été exposé aux dures conditions de la météo spatiale pendant plus de 50 ans. Cela a conduit Reddy et son équipe à mener une enquête supplémentaire pour obtenir des données spectrales d'un autre propulseur de fusée Centaur qui était en orbite ter-

restre depuis de nombreuses années et voir ensuite s'il correspondait mieux au spectre de 2020 SO. Cependant, en raison de la vitesse extrême à laquelle les éléments Centaur transitent dans le ciel, il s'avérait extrêmement difficile de verrouiller l'IRTF assez longtemps pour obtenir un ensemble de données solide et fiable. Mais, le matin du 1^{er} décembre, Reddy et son équipe ont réussi ce qu'ils pensaient être impossible : ils ont observé un autre propulseur de fusée Centaur D de 1971 (résultat du lancement d'un satellite de communication qui était en orbite de transfert géostationnaire), assez longtemps pour obtenir un bon spectre. Avec ces nouvelles données, Reddy et son équipe ont pu les comparer à 2020 SO et ont trouvé que les spectres étaient cohérents les uns avec les autres, concluant ainsi définitivement que 2020 SO devait être également un propulseur de fusée Centaur.

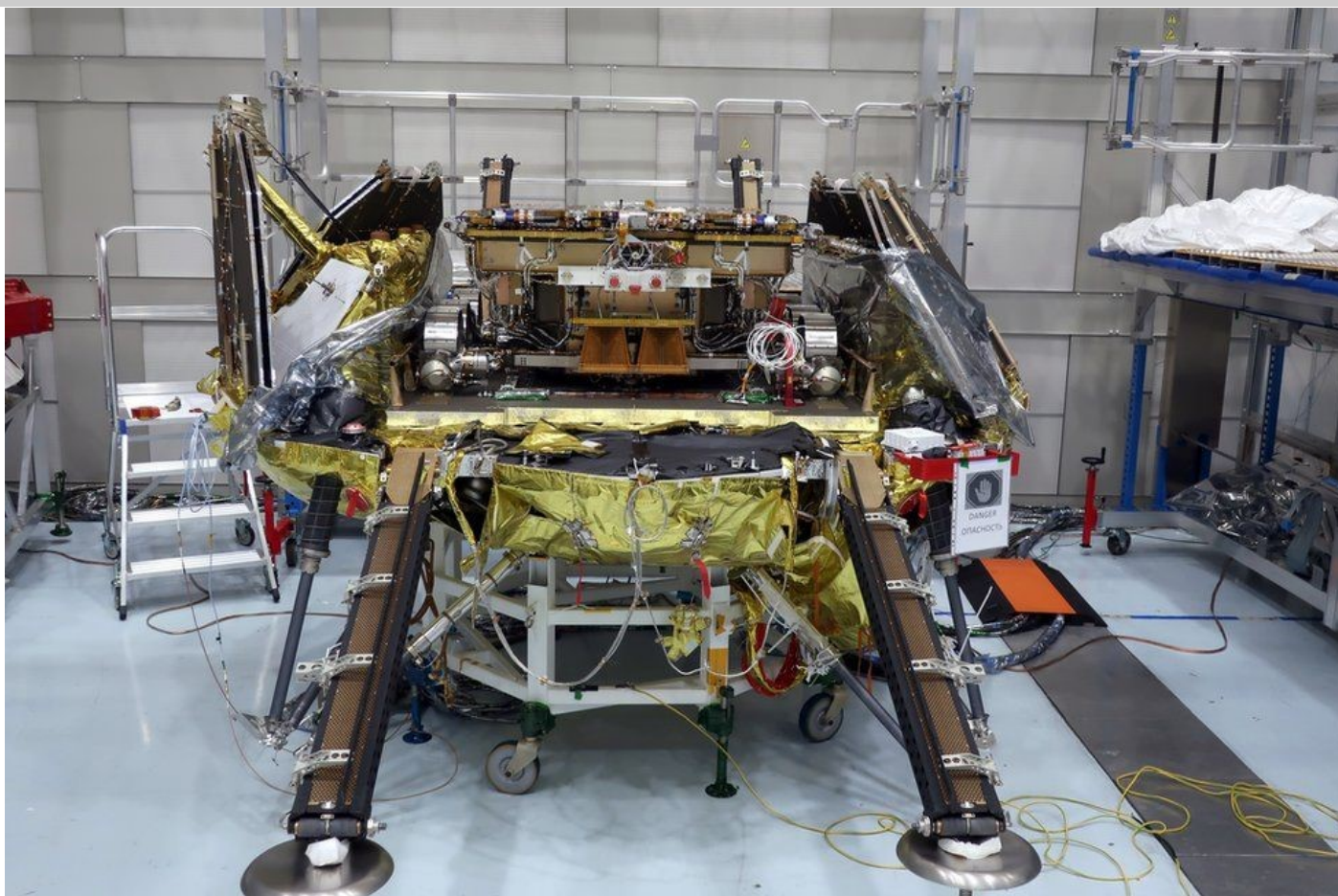
« *Cette conclusion est le résultat d'un formidable effort d'équipe* », a déclaré Reddy. « *Nous avons finalement pu résoudre ce mystère grâce à l'excellent travail de Pan-STARRS, de Paul Chodas et de l'équipe du CNEOS, du LBT, de l'IRTF et des observations à travers le monde* ».

2020 SO a fait son passage le plus proche de la Terre le 1^{er} décembre 2020 et restera dans la sphère de dominance gravitationnelle de la Terre - une région de l'espace appelée « *Hill Sphere* » qui s'étend à environ 1,5 million de kilomètres de notre planète - jusqu'à ce qu'il s'échappe de nouveau sur une nouvelle orbite autour du Soleil en mars 2021.

Alors que les télescopes financés par la NASA étudient le ciel à la recherche d'astéroïdes susceptibles de constituer une menace d'impact pour la Terre, la capacité de distinguer les objets naturels et artificiels est précieuse, d'autant que l'espace devient de plus en plus une « zone commerciale », que de nouvelles nations entendent aussi devenir acteurs de l'exploration spatiale, et qu'ainsi de plus en plus d'objets artificiels se retrouvent en orbite autour du Soleil.

Les astronomes continueront cependant d'observer cette relique particulière du début de l'ère spatiale jusqu'à ce qu'elle disparaisse.

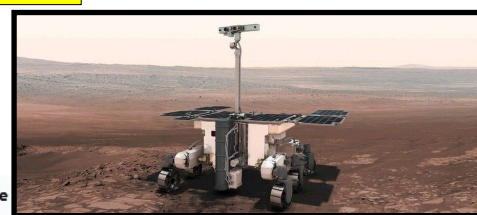




Le Rover Rosalind Franklin vu en position replié au dessus de son atterrisseur ; cette image montre l'arrière du rover et la rampe pour descendre sur la surface de Mars (photo : TAS Thales Alenia Space).

Une étape clé a été franchie dans les préparatifs de la mission conjointe européenne et russe sur Mars, dont le lancement est prévu en 2022 ; le rover Rosalind Franklin, qui cherchera la vie, a été accouplé à la plate-forme Kazachok qui l'atterrira à la surface de la planète rouge. C'est la première fois que les deux ensembles sont réunis ; un contrôle d'ajustement a été réalisé par les ingénieurs de l'usine Thales Alenia Space de Cannes (France) ; le rover a été assemblé au Royaume-Uni. Cet assemblage sera plus tard enfermé dans une capsule puis attaché à un module de croisière, une configuration somme toute similaire à celle utilisée pour Perseverance. La capsule sert à protéger le rover Franklin et la plate-forme Kazachok de la chaleur brûlante rencontrée lors de l'entrée dans l'atmosphère de Mars. Le module de croisière est le véhicule qui guide toute la mission vers la planète rouge après le lancement. Tous les éléments doivent passer non seulement par une vérification physique, mais également par une évaluation des connexions électriques et de données entre eux. Les quatre parties principales de cet « empilage » seront démontées pour être expédiées au site de lancement de Baïkonour au Kazakhstan ; le réassemblage comprendra l'insertion de radiateurs radio-isotopiques à Rosalind Franklin pour l'aider à supporter les températures glaciales de Mars car le rover est alimenté en électricité seulement par des panneaux solaires. Le décollage est prévu en septembre 2022, avec un atterrissage sur la planète rouge en juin 2023. La destination est un ancien terrain appelé Oxia Planum où il pourrait y avoir des preuves d'activité microbienne... il y a quelques milliards d'années dans le passé.

Vue d'artiste de Rosalind Franklin



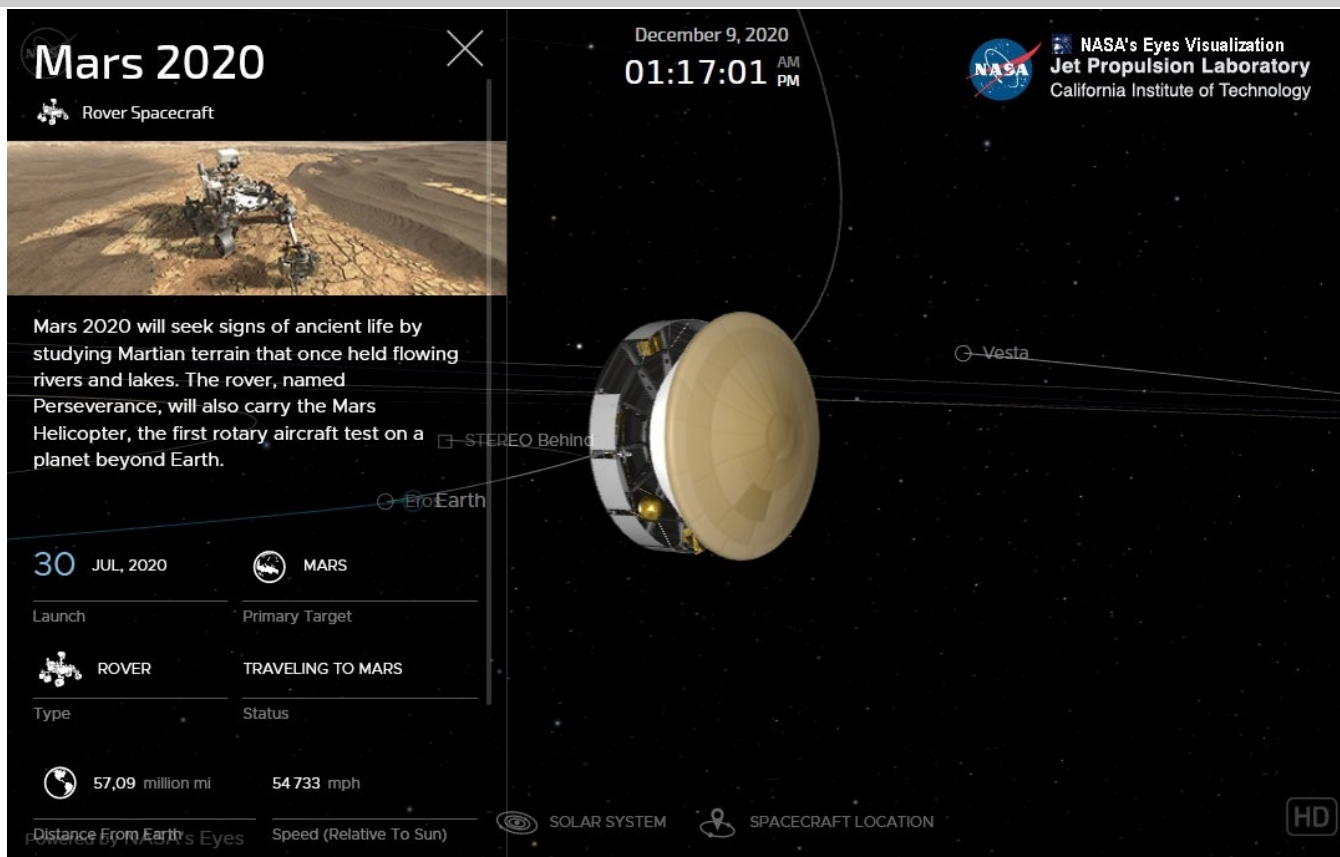
ThalesAlenia Space
@Thales_Alencia_S

Stunning picture of #RosalindFranklin & #Kazachock standing closed to each other. The photo was taken recently inside @Thales_Alencia_S' clean rooms in #Cannes 🤩. An astonishing preview of #ExoMars2022 landing configuration. #ExoMars @ESA_ExoMars @ESA_TGO #RedPlanet #Mars



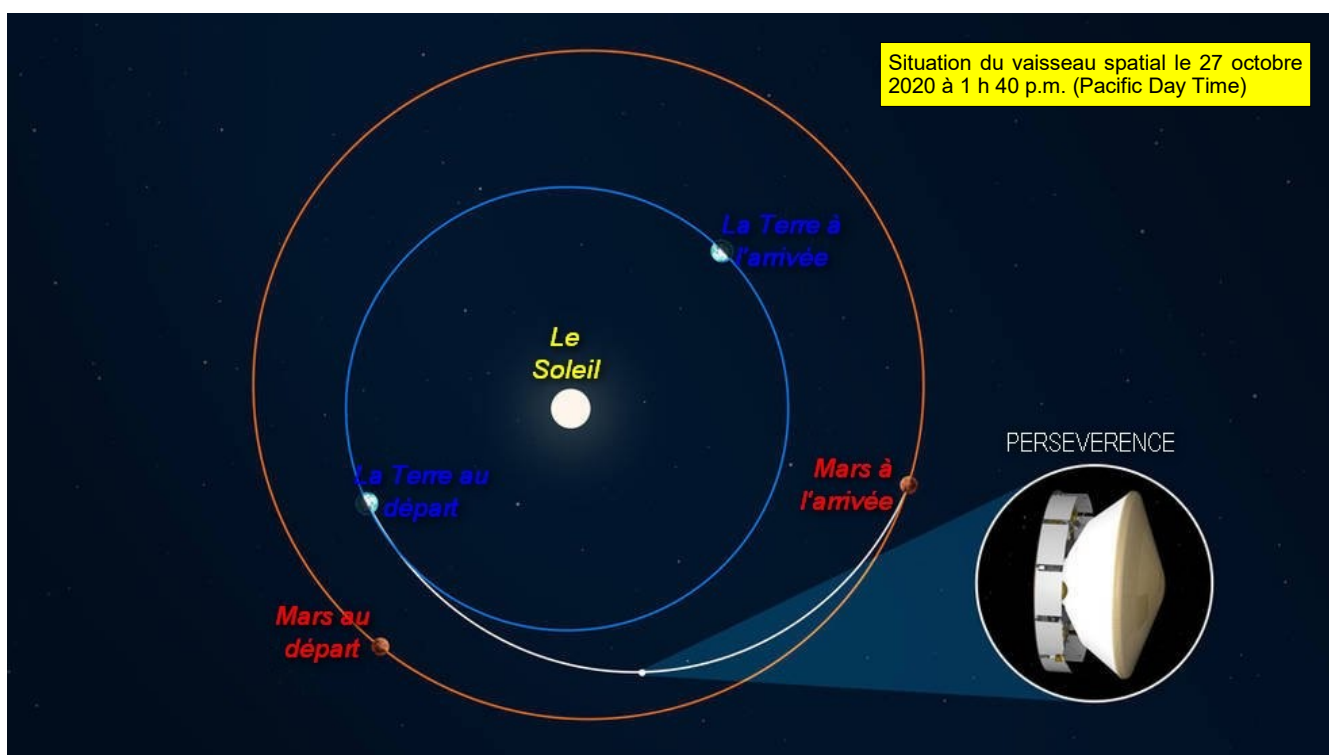
10:36 AM · Dec 8, 2020



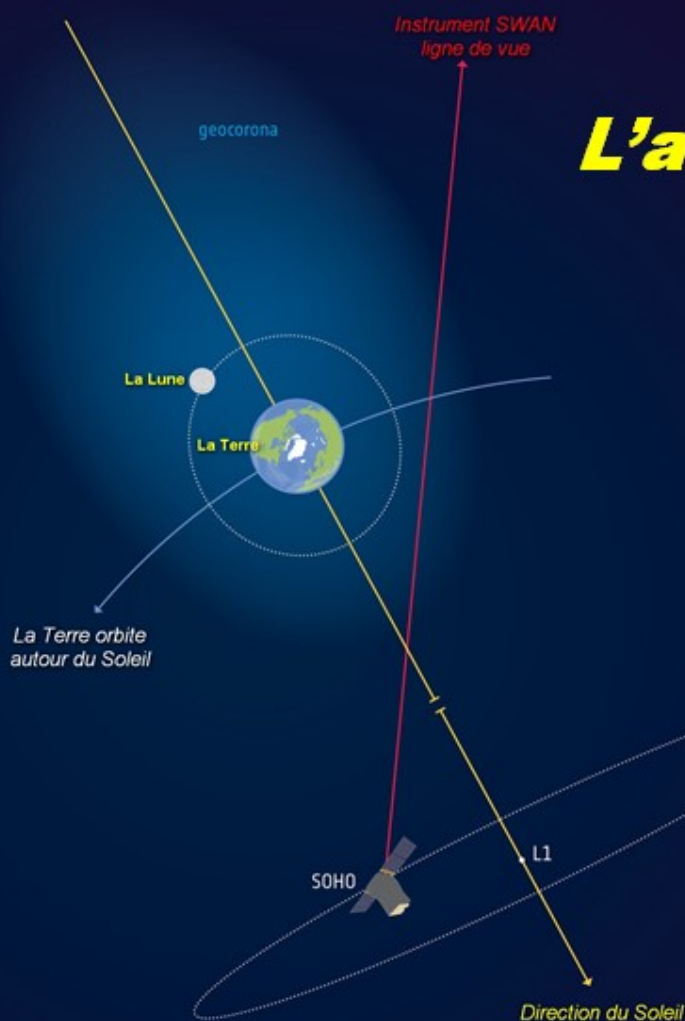


Le dernier rover de la NASA, **Perseverance**, de la mission Mars 2020 est, quant à lui, toujours sur le chemin qui doit le mener à Mars, et il n'avait plus que 235,4 millions de kilomètres à parcourir le 27 octobre dernier pour atteindre sa destination. Toutefois, le rover n'est pas à mi-chemin entre les deux mondes car en ligne droite, la Terre est à 42,7 millions de kilomètres derrière Perseverance et Mars est à 28,8 millions de kilomètres devant.

La route de Perseverance vers la planète rouge suit une trajectoire courbe à cause de l'influence gravitationnelle du Soleil, qui agit sur les vaisseaux spatiaux comme sur les planètes. Au moment de l'atterrissage, Perseverance aura couvert 470,8 millions de kilomètres et Mars sera à environ 209 millions de kilomètres de la Terre ; à ce stade, une transmission radio prendra environ 11,5 minutes pour atteindre le vaisseau spatial.



L'atmosphère terrestre s'étend jusqu'à la Lune, et au-delà...



Une découverte récente basée sur les observations de l'Observatoire Solaire et Hélosphérique SOHO (ESA/NASA), montre que la couche gazeuse qui entoure la Terre monte à plus de 630 000 km, soit 50 fois le diamètre de notre planète.

« La Lune traverse l'atmosphère terrestre », déclare Igor Baliukin de l'Institut Russe de Recherche Spatiale, auteur principal de l'article présentant cette étude. Un résultat lié à un « dépoussiérage » des observations réalisées il y a plus de deux décennies par l'observatoire SOHO (Solar and Heliospheric Observatory). Là où notre atmosphère se fond dans l'espace, il y a un nuage d'atomes d'hydrogène appelé *géocorona*. L'un des instruments de l'engin spatial, SWAN (Solar Wind Anisotropies), a utilisé ses capteurs sensibles pour tracer la signature de l'hydrogène et détecter précisément à quelle distance se trouve la périphérie même du nuage.

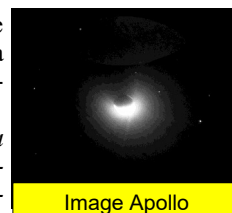
Pour les planètes avec de l'hydrogène dans leurs exosphères, la vapeur d'eau est souvent vue plus près de leur surface ; c'est le cas de la Terre, de Mars et de Vénus.

« C'est particulièrement intéressant lorsque l'on recherche des planètes avec des réservoirs d'eau potentiels, au-delà de notre système solaire », explique Jean-Loup Bertaux, co-auteur et ancien chercheur principal de SWAN.

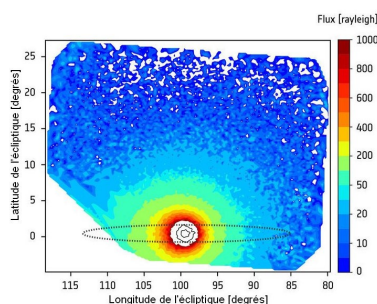
Le premier télescope sur la Lune, placé par les astronautes

d'Apollo 16 en 1972, a capturé une image évocatrice de la *géocorona* entourant la Terre, et brillante dans la lumière ultraviolette.

« À cette époque, les astronautes sur la Lune ne savaient pas qu'ils étaient réellement noyés dans la périphérie de la *géocorona* », explique Jean-Loup Bertaux.



Le Soleil interagit avec les atomes d'hydrogène à travers une longueur d'onde particulière



Geocorona observée par SOHO

de la lumière ultraviolette appelée Lyman-alpha, que les atomes peuvent à la fois absorber et émettre. Étant donné que ce type de lumière est absorbé par l'atmosphère terrestre, il ne peut être observé que depuis l'espace.

Grâce à sa cellule d'absorption d'hydrogène, l'instrument SWAN pouvait mesurer sélectivement la lumière Lyman-alpha de la *géocorona* en filtrant les atomes d'hydrogène plus lointains de l'espace interplanétaire. La nouvelle étude a révélé que la lumière du soleil comprime les atomes d'hydrogène dans la *géocorona* du côté de la Terre, et produit également une

région de densité accrue côté nuit. La région plus dense de l'hydrogène, côté jour, est encore assez clairsemée, avec seulement 70 atomes par centimètre cube à 60 000 kilomètres au-dessus de la surface de la Terre et environ 0,2 atome à la distance de la Lune. « *Sur Terre, nous appellerions cela le vide, donc cette source supplémentaire d'hydrogène n'est pas suffisamment importante pour faciliter l'exploration spatiale* », explique Igor Baliukin. La bonne nouvelle est que ces particules ne représentent aucune menace pour les voyageurs de l'espace lors de futures missions avec équipage en orbite autour de la Lune. Jean-Loup Bertaux : « *Il y a aussi un rayonnement ultraviolet associé à la géocorona, car les atomes d'hydrogène diffusent la lumière du soleil dans toutes les directions, mais l'impact sur les astronautes en orbite lunaire serait négligeable par rapport à la principale source de rayonnement : le Soleil* ».

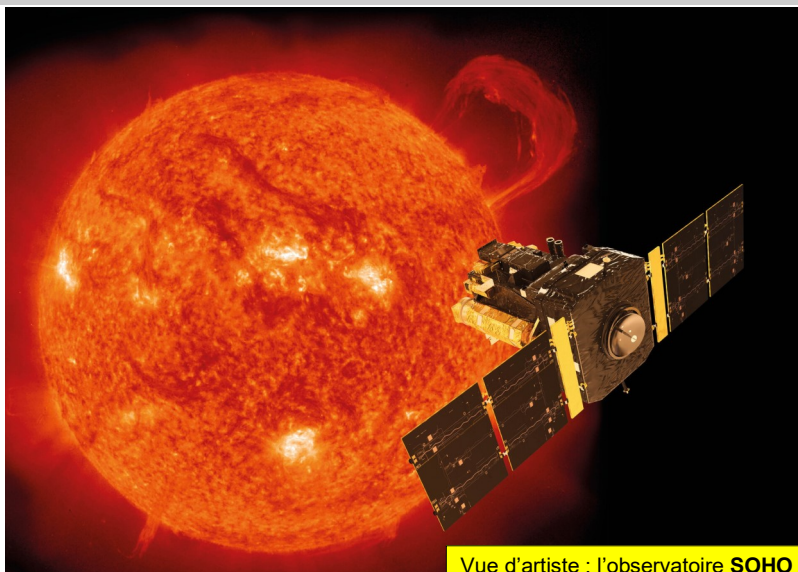
Cependant la *géocorona* de la Terre pourrait interférer avec les futures observations astronomiques effectuées à proximité de la Lune ; « *Les télescopes spatiaux observant le ciel aux longueurs d'ondes ultraviolettes pour étudier la composition chimique des étoiles et des galaxies devraient en tenir compte* », ajoute Jean-Loup Bertaux.

Lancé en décembre 1995, l'observatoire spatial SOHO étudie le Soleil, de son noyau profond à la couronne externe et au vent solaire, depuis plus de deux décennies. Le satellite tourne autour du premier point de Lagrange (L1), à environ 1,5 million de kilomètres de la Terre, vers le Soleil.

Cet emplacement est un bon point de vue pour observer la *géocorona* de l'extérieur. L'instrument SWAN de SOHO a photographié la Terre et son atmosphère étendue à trois reprises entre 1996 et 1998.

L'équipe de recherche de Jean-Loup Bertaux et Igor Baliukin en Russie a décidé de récupérer cet ensemble de données des archives pour une analyse plus approfondie. Ces vues uniques de l'ensemble de la *géocorona* par SOHO jettent maintenant une nouvelle lumière sur l'atmosphère terrestre.

Bernhard Fleck, scientifique du projet ESA SOHO : « *Les données archivées il y a de nombreuses années peuvent souvent être exploitées pour de nouvelles sciences ... cette découverte met en évidence la valeur des données collectées il y a plus de 20 ans et les performances exceptionnelles de SOHO* ».



Vue d'artiste : l'observatoire SOHO

SOHO, l'observatoire solaire et héliosphérique a été lancé le 2 décembre 1995. Une mission conjointe entre l'Agence Spatiale Européenne et la NASA, avec une phase d'exploitation initiale de SOHO qui était prévue pour deux ans ; maintenant, grâce à des extensions répétées, elle célèbre un quart de siècle en orbite. Au fil des ans, son ensemble d'instruments révolutionnaires est devenu une source de nombreuses découvertes scientifiques, une source d'inspiration pour les missions de suivi et un débouché pour les scientifiques. SOHO a également survécu à deux reprises en frôlant la catastrophe et il est devenu le plus ancien vaisseau spatial d'observation du Soleil. Ce que cette mission centrale a vu au cours de ses 25 ans a changé la façon dont l'humanité voit le Soleil.

La révolution a commencé dans sa conception. SOHO était censé fournir un aperçu complet du flux d'énergie et de matière du Soleil vers la Terre. Les 12 instruments à bord ont permis au vaisseau spatial de renvoyer une combinaison spécialisée d'observations, un atout pour les scientifiques solaires qui voulaient comprendre comment notre étoile fonctionnait. À l'époque, ce type de recherche fondamentale en physique était considéré comme l'objectif principal, mais au cours du dernier quart de siècle, les chercheurs ont appris qu'ils pouvaient, en fait, commencer à surveiller notre Soleil en temps réel, en étudiant et en essayant de prédire la météo spatiale.

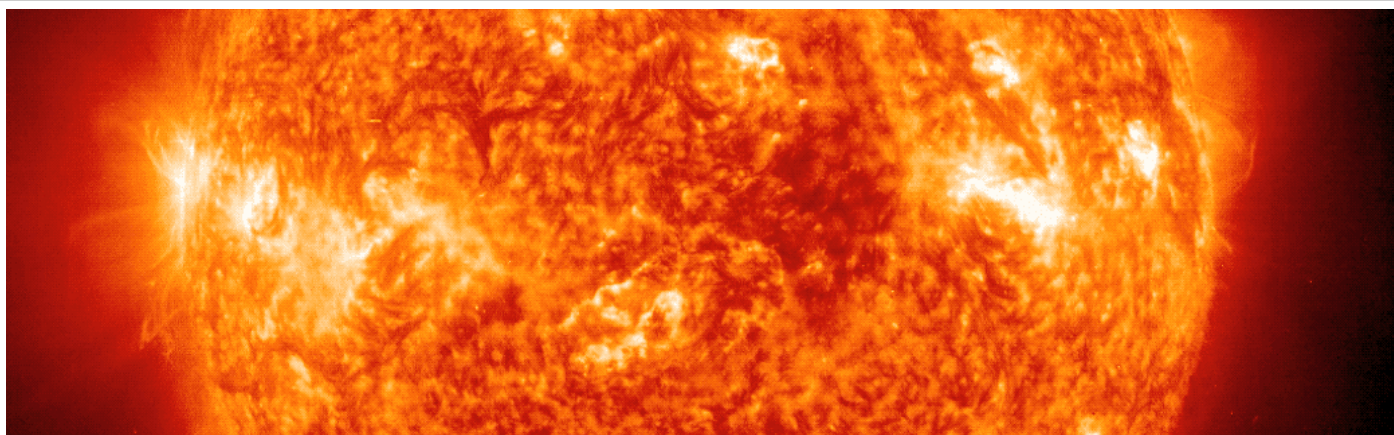
« *Au moment de la conception de SOHO, très peu de gens parlaient ou pensaient à la météorologie spatiale* », a déclaré Bernhard Fleck, scientifique du projet SOHO à l'ESA. « *Mais maintenant, nous regardons les observations de SOHO comme nous regardons un radar météorologique... c'est aussi normal que d'ouvrir une application météo et de vérifier quand la pluie arrive* ».

Cette capacité est due aux coronographes de SOHO, des télescopes spécialisés qui bloquent la face brillante du Soleil pour permettre une meilleure visibilité de la faible lumière s'étendant de l'étoile. Le coronographe grand angle et spectrométrique de SOHO, connu sous le nom de LASCO, offre une vue à 360 degrés de l'atmosphère autour du Soleil ; une nouvelle science est née de sa capacité à imager les éruptions géantes de matière solaire et de champs magnétiques, appelées éjections de masse coronale ou CME. Les chercheurs ont enfin pu voir la forme et la structure des CME avec des détails à couper le souffle. Lorsque ces tempêtes visent la Terre, elles peuvent avoir un impact

Jean-Loup Bertaux
Former principal investigator of
SWAN
Laboratoire Atmosphères, Milieux,
Observations Spatiales
(LATMOS)
Université de Versailles
Saint-Quentin-en-Yvelines,
France

Igor Baliukin
Space Research Institute
Russian Academy of Science
Moscow, Russia

Le 2 décembre 2020, la mission SOHO d'observation du soleil de l'ESA/NASA célébrait un quart de siècle dans l'espace.



sur la fonctionnalité des engins spatiaux, menacer les astronautes lors de sorties dans l'espace et même, lorsqu'elles sont très intenses, avoir un impact sur les réseaux électriques ici, sur Terre, chez nous.

SOHO : une vue du Soleil depuis le télescope d'imagerie ultraviolette extrême de l'Observatoire solaire et héliosphérique de l'ESA/NASA. Lancé le 2 décembre 1995, SOHO a passé un quart de siècle dans l'espace.



2001/07/17 02:06

Image du coronographe SOHO

En plus de faire progresser la science solaire, les coronographes LASCO de SOHO l'ont aidé à devenir le plus grand chasseur de comètes dans l'espace. À ce jour, la mission a aidé à découvrir plus de 4 000 comètes, y compris par des amateurs scientifiques grâce à la disponibilité des données LASCO en ligne. L'équipe SOHO a créé le projet SOHO Sungrazer, où des scientifiques citoyens peuvent partager leurs découvertes.

Au-delà de la surveillance quotidienne de la météorologie spatiale, SOHO a également été en mesure de fournir un aperçu dynamique de notre Soleil sur des échelles de temps plus longues. L'étoile change de polarité magnétique tous les 11 ans et le cycle complet dure 22 ans.

Avec 25 ans à son actif, SOHO a observé des versions complètes des phénomènes. EIT, le télescope d'imagerie ultraviolette extrême de SOHO, capable d'observer dans des longueurs d'onde de lumière que nous ne pouvons pas voir depuis le sol car elles sont bloquées par notre atmosphère, a été le premier instrument du genre à être en orbite. La vision continue de ces processus par le télescope en a fait une source d'inspiration

pour d'autres missions. « *Je pense que SOHO a prouvé la valeur de longues études de base sur des phénomènes qui changent sur des échelles de temps bi-décennales* », a déclaré l'ancien scientifique du projet de la NASA, Joe Gurman : « *Peut-être grâce à ce succès, SOHO a engendré des successeurs* ». Des engins spatiaux comme le Solar Dynamics Observatory (SDO) et Solar TERrestrial RELations Observatory (STEREO) doivent leurs observations étonnantes dans l'extrême ultraviolet à leur prédécesseur : EIT.

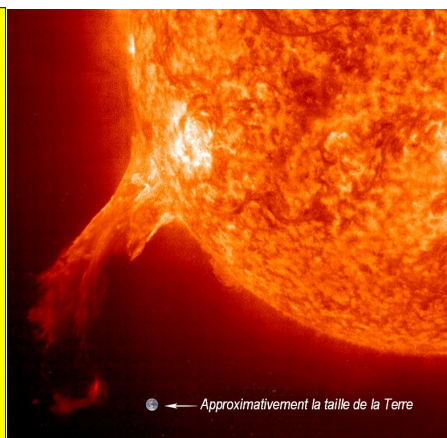
Malgré le fait que les instruments plus récents disposent d'une technologie plus avancée, SOHO reste une mine inégalée de données en continu. À ce jour, six mille publications scientifiques ont utilisé les données du SOHO et la mission produit encore près de 200 articles par an. Il y a eu cependant un risque de perdre cette longue chronologie de données. Tout le potentiel de recherche de SOHO a été presque perdu en juin 1998. Au cours d'une manœuvre de routine du vaisseau spatial, l'équipe d'exploitation a perdu le contact avec l'engin spatial. Avec l'aide du radiotélescope à Arecibo, l'équipe a finalement localisé le vaisseau spatial. SOHO est passé du froid et de la rotation à travers l'espace pour se réveiller et être productif en novembre de la même année... Cependant, il a perdu l'usage de ses gyroscopes de stabilisation peu après, mais les ingénieurs en logiciel de l'équipe ont développé un nouveau programme qui stabilise le vaisseau spatial sans les gyroscopes : c'était une autre chance de vivre pour la mission. SOHO a repris ses activités normales en février 1999 et est devenu le premier vaisseau spatial de ce type à fonctionner sans gyroscopes.

SOHO : une protubérance solaire prise en juillet 2002.

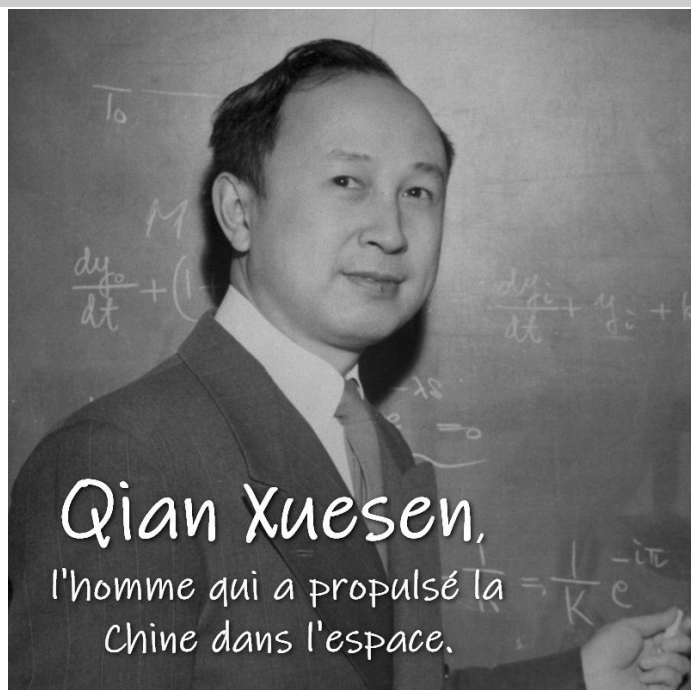
Image en ultra-violet (hélium ionisé).

Les régions très chaudes sont en blanc, et les régions plus froides en rouge.

Le Soleil était dans un maximum de son cycle dans les années 2000.



← Approximativement la taille de la Terre



Qian Xuesen,
l'homme qui a propulsé la
Chine dans l'espace.

A Shanghai, un musée contenant 70 000 objets est consacré à un homme, « le scientifique du peuple : Qian Xuesen ».

Un scientifique chinois a aidé non pas une, mais deux superpuissances à atteindre la Lune mais son histoire n'est rappelée que dans une seule d'entre elles.

Qian est le père du programme de missiles et du programme spatial de la Chine. Ses recherches ont aidé à développer les fusées qui ont tiré le premier satellite chinois dans l'espace et les missiles qui sont devenus une partie de son arsenal nucléaire ; il est vénéré comme un héros national. Mais dans une autre superpuissance, où il a étudié et travaillé pendant plus d'une décennie, ses contributions importantes sont rarement rappelées, voire pas du tout.

Qian est né en 1911 à Shanghai, alors que la dernière dynastie impériale de Chine était sur le point d'être remplacée par une République. Ses parents étaient tous deux bien éduqués et son père, après avoir travaillé au Japon, a établi le système éducatif national chinois. Il était évident, dès son plus jeune âge, que Qian était doué, et il a finalement obtenu son diplôme en tête de sa classe à l'Université Jiao Tong de Shanghai, et a aussi remporté une bourse pour aller au MIT (*Massachusetts Institute of Technology aux États-Unis*).

En 1935, un jeune homme élégant et bien habillé arrive à Boston. Qian a peut-être connu un peu de xénophobie et de racisme, dit Chris Jaspersen, professeur d'histoire à l'Université de Géorgie du Nord, mais il avait aussi « *un sentiment d'espoir et de conviction que la Chine était en train de changer de manière fondamentalement significative* » ; il pensait sûrement que des gens respectaient ses connaissances. Au MIT, au bout d'un an, il avait obtenu son « *Master of Science* » en ingénierie mécanique. Du MIT, Qian a déménagé au California Institute of Technology (Caltech), pour étudier avec l'un des ingénieurs aéronautiques les plus influents de l'époque, l'émigré hongrois Theodore von Kármán. Là, Qian partageait un bureau avec un autre scientifique éminent, Frank Malina, qui était un

membre clé d'un petit groupe d'innovateurs connu sous le nom de *Suicide Squad*. Le groupe avait gagné ce surnom en raison de leurs tentatives de construire une fusée sur le campus, et parce que certaines de leurs expériences avec des produits chimiques volatils se sont mal déroulées, explique Fraser Macdonald (auteur de *Escape from Earth: A Secret History of the Space Rocket*), qui ajoute que personne n'est mort. Ses discussions mathématiques avec Malina et d'autres membres l'ont vite introduit en tant que membre de ce groupe de recherches fondamentales sur la propulsion des fusées. Pour Fraser Macdonald, la science des fusées était



Franck Malina au White Sands Missile Range devant son Wac Corporal (11 oct. 1945).

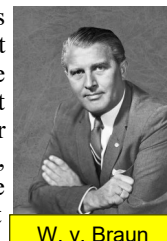
« *le truc des manivelles et des fantômes ... personne ne prenait cela au sérieux et aucun ingénieur à prédilection mathématique ne risquait sa réputation en disant : c'est l'avenir* ». Mais cela a rapidement changé avec le début de la Seconde Guerre mondiale. La *Suicide Squad* a attiré l'attention de l'armée américaine, qui a financé des recherches sur le décollage assisté JATO, où des propulseurs étaient attachés au fuselage des avions pour leur permettre de voler à partir de pistes courtes.



Premier décollage assisté par une fusée JATO mise au point par les fondateurs du JPL.

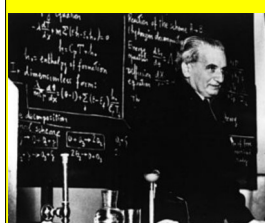
Le financement militaire a également aidé à établir le *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) en 1943, sous la direction de Theodore von Kármán. Qian, avec Frank Malina, était au cœur du projet. Qian était un citoyen chinois, et la République de Chine était un allié des États-Unis à cette époque ; il n'y avait donc aucun soupçon massif concernant un scientifique chinois au cœur de l'effort spatial américain. Qian a reçu une autorisation de sécurité pour travailler comme chercheur sur les armes classifiées et a même siégé au Conseil consultatif scientifique du gouvernement américain.

À la fin de la guerre, il était l'un des plus grands experts mondiaux de la propulsion à réaction et fut envoyé avec Théodore von Kármán pour une mission extraordinaire en Allemagne, occupant le grade temporaire de lieutenant-colonel. Leur objectif était d'interviewer des ingénieurs nazis, dont Wernher von Braun, le principal spécialiste des fusées en Allemagne. L'Amérique voulait savoir exactement ce que savaient les Allemands. Mais à la fin de la décennie, la brillante carrière de Qian aux États-Unis s'est soudainement arrêtée et sa vie là-bas a commencé à s'effriter.

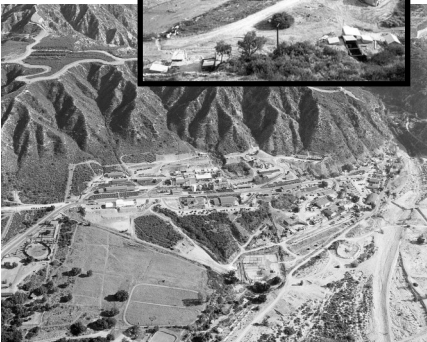


W. v. Braun

Théodore von Kármán : né le 11 mai 1881 à Budapest, décédé en Allemagne le 6 mai 1963 - ingénieur et physicien hongrois et américain spécialisé en aéronautique dans les années fondatrices de 1940 à 1960. Premier directeur du JPL de 1938 à 1944. Il quitte le JPL en 1947 et devient un fervent avocat de la *politique d'endiguement* pour limiter la zone d'influence soviétique et contrer l'avancée du communisme.



JPL
Jet
Propulsion
Laboratory



Encadré, le site du JPL photographié en 1942 : de modestes bâtiments et une fosse pour tester les moteurs de fusée.

Vue large : le site du JPL en 1950 avec des bâtiments alignés au pied d'un contrefort des monts ST Gabriel. A l'extrême droite se trouve le lit asséché de l'Arroyo Seco.



En Chine, le président Mao a déclaré la création de la République populaire communiste

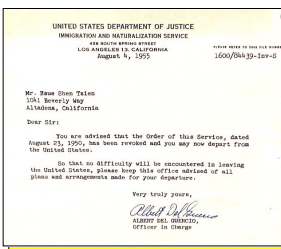
sa promesse. Il était l'un des scientifiques les plus éminents d'Amérique. Il avait bien contribué et aurait pu contribuer beaucoup plus... Qian est arrivé en héros en Chine mais n'a pas été immédiatement admis au Parti communiste chinois. Son bilan n'était pas impeccable. Sa femme était la fille aristocratique d'un leader nationaliste, et jusqu'à ce que Qian tombe en disgrâce, il vivait heureux en Amérique, faisant même les premiers pas pour demander la citoyenneté. Dan Kimball, ancien secrétaire américain à la Marine et qui a fréquenté Qian, dira plus tard au sujet de cet exil forcé : « *la chose la plus stupide que ce pays ait jamais faite* ». Mais lorsqu'il est finalement devenu membre du parti en 1958, il l'a embrassé et a toujours essayé de rester du côté droit du régime. Il a survécu aux purges et à la Révolution culturelle, et a ainsi pu poursuivre une carrière extraordinaire. 15 ans plus tard, il a supervisé le lancement du premier satellite chinois dans l'espace. Au fil des décennies, il a formé une nouvelle génération de scientifiques et son travail a jeté les bases pour que la Chine envoie son propre peuple sur la Lune. Le gouvernement chinois a lancé son programme spatial habité en 1992, apparemment avec l'aide de la Russie en raison de sa longue histoire dans l'espace. Les recherches de Qian ont servi de base à la fusée Longue Marche, qui a lancé avec succès la mission Shenzhou V en octobre 2003. Le vieux Qian a pu regarder la première mission spatiale habitée de Chine à la télévision depuis son lit d'hôpital. Le 31 octobre 2009, Qian est décédé à l'âge de 98 ans à Pékin. La vie de Qian Xuesen a duré près d'un siècle, le temps que la Chine passe d'un minima économique à une superpuissance sur Terre et dans l'espace. Qian faisait partie de cette transformation. Mais son histoire aurait pu être aussi une grande histoire américaine : le talent, où qu'il se trouve, peut prospérer.

en 1949 et, aux États-Unis, les Chinois ont rapidement été considérés comme « les méchants ». Dans les années 1950, le maccarthysme, la chasse aux communistes va balayer les États-Unis et les étrangers en font les frais... y compris les scientifiques qui ont participé activement à l'effort de guerre américain. D'après Fraser Macdonald, un nouveau directeur du JPL en est venu à croire qu'il y avait un réseau d'espionnage dans le laboratoire et a partagé ses soupçons sur certains membres du personnel avec le FBI : « *Je constate qu'ils sont tous soit chinois, soit juifs* »... C'est dans cette atmosphère que le FBI a accusé Qian, Frank Malina et d'autres d'être communistes et une menace pour la sécurité nationale. Les accusations contre Qian étaient basées sur un document de 1938 du Parti communiste américain qui montrait qu'il avait assisté à une réunion sociale que le FBI soupçonnait d'être une réunion du Parti communiste de Pasadena. Qian a nié être membre du parti ; de nouvelles recherches suggèrent qu'il l'a rejoint en même temps que Frank Malina en 1938. Pour Zuoyue Wang, professeur d'histoire à la California State Polytechnic University : « *il n'y a aucune preuve que Qian ait jamais espionné pour la Chine ou était un agent de renseignement quand il était aux États-Unis* ». Mais Qian a cependant été déchu de son habilitation de sécurité et assigné à résidence.



Qian et son avocat Grant Cooper lors d'une audience d'expulsion.

Des collègues de Caltech, dont Theodore von Kármán, ont écrit au gouvernement pour plaider l'innocence de Qian, mais en vain. Après cinq années de diplomatie secrète et de négociations entre les États-Unis et la Chine, en 1955, alors que Qian était en résidence surveillée, le président Eisenhower a pris la décision de l'expulser vers la Chine. Le scientifique est parti en bateau avec sa femme et ses deux enfants nés aux États-Unis, disant aux journalistes en attente qu'il ne remettrait plus jamais les pieds en Amérique. Il a tenu



Vous pouvez partir.

L'année dernière, lorsque la Chine est entrée dans l'histoire et a atterri de l'autre côté de la lune, elle l'a fait dans le cratère Von Kármán, du nom de l'ingénieur aéronautique qui était un mentor de Qian. Un clin d'œil, peut-être, au fait que l'anticommunisme américain a contribué à propulser la Chine dans l'espace.



Un missile au Qian Xuesen Museum (Shanghai)



Starship SN8... d'Elon Musk bien sûr. Ici, magnifiquement dressé sur son pas de tir de *Boca Chica R&D Facility* pour un nouvel essai.

En ce début décembre, après une mission de fret pour l'ISS encore bien menée avec son tout nouveau cargo Dragon 2, SpaceX repensait à son objectif Mars. L'entrepreneur américain Elon Musk lançait le dernier prototype de son véhicule Starship en provenance du Texas. Nom de code : SN8.

La fusée sans équipage, s'est élevée au dessus du centre de recherche et développement de Boca Chica pour ce qui avait été « vendu » comme un vol bref à 41 000 pieds d'altitude (12 500 mètres). Mais, avant le vol, le milliardaire avait modéré les ardeurs en avertissant ses fans qu'un accident était probable. Néanmoins, Musk a de grands espoirs pour le Starship lorsqu'il sera complètement développé : « c'est l'avenir de la société SpaceX ». Starship lancera des personnes et des marchandises en orbite, et l'entrepreneur envisage également que le véhicule puisse voyager vers la Lune et Mars. Il n'a pas hésité à twitter du « *Mars, nous voilà* » :



Le PDG de SpaceX a félicité son équipe, ajoutant que la démonstration avait acquis « *toutes les données dont nous avions besoin* ».

Le retour de SN8 au sol a été un peu plus brutal qu'espéré, car on sait que SpaceX aime bien récupérer des choses de ce qu'il envoie dans l'espace. SN8 aurait dû rentrer sain et sauf à terre. Hélas pour Elon, il y a eu ce qu'il appelle un « RUD », à savoir un *Rapid Unscheduled Disassembly* : un démontage rapide et imprévu ; et pour nous... c'est un crash mais pas de quoi se moquer (cf. : Vega à Kourou).

À Boca Chica, on développe une gamme de prototypes toujours plus complexes. La philosophie est de tester chaque itération jusqu'à ce qu'elle échoue. Parfois de manière explosive. SN8 était le premier test de Starship pour essayer un vol suborbital à haute altitude. Le plan était de démontrer certaines manœuvres qui imitaient une rentrée face au ventre dans l'atmosphère terrestre, et se terminant par un retour à la verticale juste avant le toucher des roues. La plupart des résultats ont été atteints : un décollage net de la plate-forme, une montée régulière en altitude, suivie d'une descente horizontale. Mais c'est lorsque le Starship a essayé de revenir à la verticale que les choses ont commencé à mal tourner. Le véhicule est entré trop vite sur sa piste d'atterrissage et a donc rapidement explosé à l'impact.

Elon Musk passera rapidement à autre chose. Il a déjà d'autres prototypes à Boca Chica prêts à prendre la place de SN8.

Si on regarde la belle photo ci-dessus, SN8 était assez différent des « silos » de test qui l'avaient précédé. Le nouveau véhicule a reçu un cône de nez et des surfaces de contrôle aérodynamiques et des grands volets en haut et en bas, ainsi que trois

des derniers moteurs *Raptor* à méthane de SpaceX :



Les Raptors de SN8

Le Starship devrait être lancé sur un booster : Super Heavy qui mettra en vedette peut-être 28 Raptors, produisant plus de 70 méganewtons de poussée ; c'est bien plus que la puissante fusée Apollo Saturn 5, qui a envoyé des hommes sur la Lune.

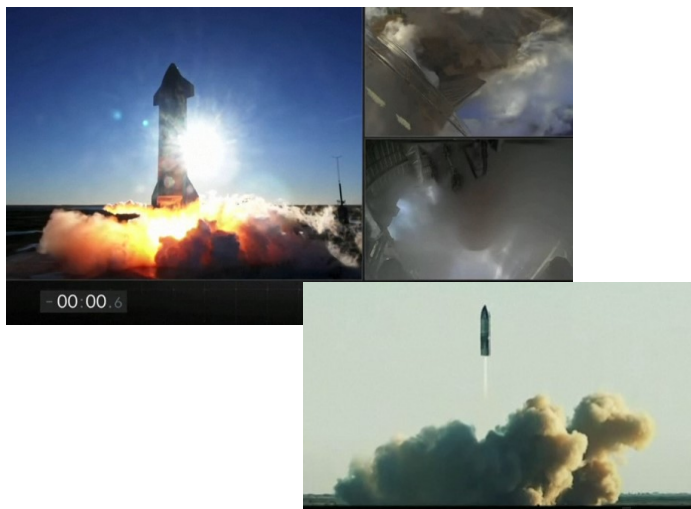
Les deux parties du nouveau système SpaceX - Starship et Super Heavy - auront une hauteur de 118 m sur la rampe de lancement et, bien sûr, les deux éléments sont conçus pour être entièrement réutilisables, permettant des atterrissages propulsifs à la fin de chaque mission.

En juin de cette année, Musk déclarait que Starship était désormais sa priorité numéro un, plus que les fusées Falcon pour envoyer des satellites, ou satisfaire les besoins de l'US Air Force et de la NASA ; Starship peut transformer l'économie des vols spatiaux.

Les spécifications exigent que plus de 100 tonnes soient emmenées en orbite terrestre basse. Cette masse pourrait inclure des satellites, des personnes et même du matériel pour construire des bases sur la Lune et sur Mars. La NASA a déjà sollicité Musk sur la possibilité de faire atterrir un vaisseau spatial sur la surface lunaire ces prochaines années.

L'entrepreneur Elon Musk a cependant en tête un objectif plus élevé et un calendrier plus rapide. Recevant un prix la semaine dernière du groupe d'édition numérique allemand Axel Springer SE, il a déclaré qu'il avait l'intention d'avoir des gens sur Mars dans les quatre à six prochaines années.

Le PDG de SpaceX est célèbre pour ses calendriers agressifs et trop optimistes mais il a cependant l'habitude de prouver que les critiques ont tort en atteignant finalement ses objectifs...



Installations sur Mars : concept SpaceX





Starliner avec ses coques arrière installées

CST-100 Starliner de Boeing

8 décembre 2020 : le module équipage Starliner est en phase de préparation du test en vol orbital au Kennedy Space Center.

Au cours de la mission OFT-2, le vaisseau spatial Starliner, sans équipage, s'envolera vers la Station Spatiale Internationale dans le cadre du Programme d'Equipage Commercial de la NASA.

La NASA et Boeing visent maintenant le 29 mars 2021 pour le lancement du deuxième test en vol sans équipage de Starliner vers la Station Spatiale Internationale dans le cadre du Programme d'Equipage Commercial de l'agence. Orbital Flight Test-2 (OFT-2) est une étape cruciale de développement pour que Boeing puisse prétendre assurer des missions avec équipage vers l'ISS pour la NASA.

Pour la mission OFT-2, le vaisseau spatial CST-100 Starliner sera lancé par une fusée United Launch Alliance Atlas V à partir du Space Launch Complex-41 à Cape Canaveral Air Force Station en Floride pour accoster à la Station Spatiale Internationale et reviendra pour atterrir dans l'ouest des États-Unis environ une semaine plus tard dans le cadre d'un test de bout en bout pour prouver que le système est prêt à transporter un équipage en toute sécurité. « *Boeing fait de solides progrès sur la voie de la réalisation d'une deuxième mission de test sans équipage* », a déclaré Kathy Lueders, Associate Administrator of NASA's Human Exploration and Operations Mission Directorate. « *Nos équipes se concentrent sur l'application des leçons apprises, et il ne faudra pas longtemps avant de voir Starliner visiter sa destination : la Station Spatiale Internationale* ».

Le vaisseau spatial Starliner de la mission OFT-2 est en voie d'assemblage final à l'intérieur des bâtiments Boeing réservés au traitement des cargaisons au centre spatial Kennedy de la NASA en Floride. Le module équipage, qui est réutilisable, a été mis sous tension et les vérifications finales des systèmes d'avionique, d'alimentation et de propulsion sont presque terminées. Les parachutes, les airbags d'atterrissage, le bouclier thermique de la base et les coques arrière du vaisseau spatial sont installés, ce qui signifie que la phase de construction du véhicule est terminée. Dans les semaines à venir, les équipes chargeront le module équipage



Rosie the Rocketeer : le mannequin de Boeing qui va voler sur OFT-2, tout comme Ripley chez SpaceX (Crew Demo-1).

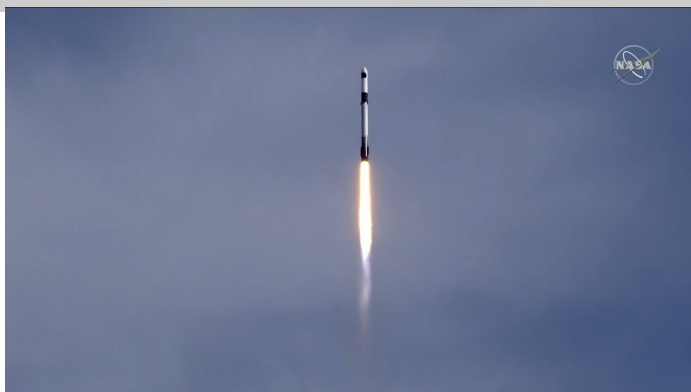
avec du fret, y compris *Rosie the Rocketeer*, et pèseront le véhicule avant de l'accoupler à son module de service, qui est déjà terminé. En parallèle, les techniciens de Boeing continuent de remettre à neuf le module équipage utilisé lors du premier test en vol orbital de Starliner tout en construisant un tout nouveau module de service pour le Boeing Crew Flight Test (CFT) de la NASA, qui vise désormais un lancement à l'été 2021, bien entendu à condition que OFT-2 soit une réussite.

Les astronautes de la NASA : Barry « *Butch* » Wilmore, Mike Fincke et Nicole Mann continuent de s'entraîner pour ce premier vol CFT avec équipage du vaisseau spatial Starliner. Après l'achèvement des deux vols d'essai, les astronautes de la NASA Sunita Williams, Josh Cassada et Jeanette Epps se lanceront dans la mission Starliner-1, la première des six missions de rotation d'équipage que la NASA et Boeing ont prévues dans le cadre du Commercial Crew Program.

United Launch Alliance progresse également avec le matériel OFT-2 Atlas V à Cape Canaveral Air Force Station en Floride pour le prochain lancement de la mission OFT-2. L'étage supérieur Centaur pour CFT est terminé et tout le matériel nécessaire à la mission CFT est aussi en bonne voie pour une livraison début 2021 sur le site de lancement.

Boeing a travaillé main dans la main avec la NASA pour aborder toutes les leçons tirées du premier vol de Starliner. La société a terminé à plus de 90 % toutes les actions recommandées et préconisées par une équipe d'examen indépendante conjointe de la NASA et de Boeing, même celles qui n'étaient pas obligatoires avant le deuxième test en vol sans équipage de Starliner.

« *Les progrès que nous faisons avant le prochain vol de Starliner jettent les bases de services de transport sûrs et fiables pour la NASA ainsi que pour une variété de clients pendant de nombreuses années à venir* », a déclaré John Vollmer, Vice-président et Directeur de programme de Starliner chez Boeing.



Lancement de la mission **SpaceX CRS-21** le 6 décembre 2020.

Eh oui, encore Elon qui se fait remarquer avec le lancement réussi de Crew Dragon 2 version cargo ce 6 décembre dernier à 11:17 a.m. eastern time, donc 17 h 17 chez nous. Il s'est accroché de manière autonome à la station spatiale directement sur le module Harmony le lundi 7 décembre. C'est une capsule Dragon de conception améliorée, similaire à celle du Crew Dragon utilisé pour transporter les astronautes vers et depuis la station. Ce vaisseau spatial amélioré comporte 12 modules alimentés (le double d'avant), qui préservent les échantillons scientifiques et de recherche pendant le transport vers et depuis la Terre. Les charges utiles scientifiques peuvent désormais également rester dans cette capsule pendant toute la durée de la mission en tant qu'extension de l'espace de laboratoire de la station ; quatre charges utiles alimentées résideront dans Dragon pendant l'amarrage de cette mission. CRS-21 emportait pas loin de 3 tonnes de marchandises pour l'ISS : des vivres bien sûr, mais pas mal d'expérimentations à effectuer en microgravité. Parmi les recherches scientifiques que Dragon livre à la station spatiale, on trouve :

Mineurs de météorites : certains microbes forment des couches à la surface de la roche qui peuvent libérer des métaux et des minéraux, un processus connu sous le nom de *bio-mining*. *BioRock*, une précédente recherche de l'ESA (Agence Spatiale Européenne), a examiné comment la microgravité affecte les processus impliqués dans ce phénomène. L'ESA poursuit ce travail avec *BioAsteroid*, qui examine la formation de biofilm et la bio-extraction de matériaux d'astéroïdes ou de météorites en microgravité. Les chercheurs cherchent une meilleure compréhension des processus physiques de base qui contrôlent ces mélanges, tels que la gravité, la convection et le mélange. Les interactions microbes-roches ont de nombreuses utilisations potentielles dans l'exploration spatiale et la construction hors Terre. Les microbes pourraient décomposer les roches pour la croissance des plantes, par exemple, ou extraire des éléments utiles pour les systèmes de survie et la production de médicaments.

Puces tissulaires cardiaques : la microgravité entraîne des changements dans la charge de travail et la forme du cœur humain, et on ne sait toujours pas si ces changements pourraient devenir permanents si une personne vit dans l'espace plus d'un an. *Cardinal Heart* étudie comment les changements de gravité affectent le cœur au niveau cellulaire et tissulaire. L'expérience utilise des tissus cardiaques conçus en 3D, un type de puce tissulaire. Les résultats pourraient fournir une nouvelle compréhension des

problèmes cardiaques chez les patients sur Terre, aider à identifier de nouveaux traitements et soutenir le développement de mesures de dépistage pour prédire le risque cardiovasculaire avant le vol spatial.

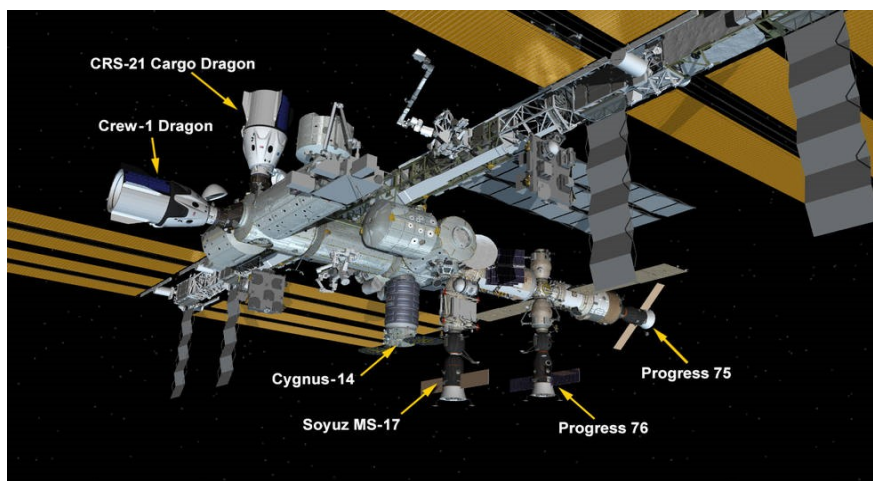
Construire avec brasage : *SUBSA-BRAINS* examine les différences d'écoulement capillaire, de réactions d'interface et de formation de bulles lors de la solidification des alliages de brasage en microgravité. Le brasage est un type de soudure utilisé pour lier des matériaux, tels qu'un alliage d'aluminium à l'aluminium ou un alliage d'aluminium à la céramique, à des températures élevées. La technologie pourrait servir d'outil pour la construction dans l'espace d'habitats humains et de véhicules lors de futures missions spatiales, ainsi que pour réparer les dommages causés par des micrométéorites ou des débris spatiaux.



Culture de radis avec l'expérience *Plant Habitat-2* montrée ici par Kate Rubins.

Ce ne sont là que quelques-unes des centaines d'expériences actuellement menées à bord du laboratoire orbital dans les domaines de la biologie et de la biotechnologie, des sciences physiques et des sciences de la Terre et de l'espace. Les progrès dans ces domaines aideront à garder les astronautes en bonne santé pendant les voyages spatiaux de longue durée et à démontrer les technologies pour la future exploration humaine et robotique au-delà de l'orbite terrestre basse vers la Lune et Mars grâce au programme Artemis de la NASA.

Dragon 2 emportait aussi dans son *Trunk* (le coffre ouvert de la capsule Dragon), les nanoracks *Bishop Airlock* vus précédemment pour offrir une porte supplémentaire à l'ISS.



Configuration de la Station Spatiale Internationale le 7 décembre 2020 où six vaisseaux spatiaux sont au parking : SpaceX Dragon Crew-1 avec le Cargo Dragon 2, et le ravitailleur Cygnus-14 Northrop Grumman's (véhicules U.S.) et les vaisseaux ravitailleurs Progress 75 et 76 avec la capsule équipage Soyuz MS-17 (véhicules russes).



20 ans pour construire l'ISS et établir des services commerciaux en orbite basse.

L'expédition 1 avec son équipage (à gauche Yuri P. Gidzenko, au centre William M. Shepherd, et à droite Sergei K. Krikalev) s'est envolée de Baïkonour le 2 novembre 2000 ; le trio est rentré en mars 2001 à bord de Discovery après avoir été remplacé par l'équipage de la mission 2 .





▲ L'astronaute William M. Shepherd dans le Soyuz TM31 pour le « rendezvous » et l'arrimage avec l'ISS (sans doute le 1er selfie du programme ISS...).



▲ L'ISS à ses débuts est composée, dans l'ordre d'arrivée des modules, par Zarya, Unity et Zvezda.

▼ En 2020, la Station Spatiale Internationale est quasiment terminée et sa structure imposante brille régulièrement dans notre ciel nocturne.



◀ L'administrateur de la NASA Daniel Golden parle à l'expédition 1 depuis le centre de contrôle russe Korolev, près de Moscou.





Virgin Galactic devait lancer son avion-fusée supersonique au dessus du Nouveau-Mexique samedi dernier, 12 décembre 2020. Virgin Galactic a emménagé dans ses installations du Nouveau-Mexique en mai 2019. La société a rénové le bâtiment pour inclure un salon et d'autres équipements que les détenteurs de billets - qui jusqu'à présent ont déboursé entre 200 000 \$ et 250 000 \$ chacun pour réserver des sièges - pourront utiliser avant leur bref voyage au bord de l'espace.

Le programme de développement de la société a subi des années de retards pour diverses raisons, notamment un accident mortel en 2014 qui a tué un pilote d'essai, des blocages technologiques et, plus récemment, la pandémie de Covid-19.

La tentative de vol d'essai de samedi était déjà en retard. Elle était prévue pour novembre, mais Virgin Galactic a retardé la mission après qu'une augmentation des cas de coronavirus a incité le gouvernement de l'État du Nouveau-Mexique à mettre en œuvre de nouvelles restrictions.

L'avion-fusée de Virgin Galactic devait s'élever dans la haute atmosphère samedi, mais après avoir escaladé plus de 40 000 pieds (12 000 m) au-dessus du Nouveau-Mexique attaché à son vaisseau-mère, l'avion spatial a fait un virage inattendu vers la maison plutôt que de continuer sa course. La société a confirmé que l'avion spatial qui transportait les pilotes d'essai Rick Sturckow et Dave Mackay, avait atterri en toute sécurité.

« La séquence d'allumage du moteur de la fusée ne s'est pas terminée », a déclaré la société. « Le véhicule et l'équipage sont en pleine forme. Nous avons plusieurs moteurs prêts à Spaceport America. Nous allons vérifier le véhicule et reprendre le vol bientôt ».

Cette mission était censée être le troisième vol d'essai du *VSS Unity* à dépasser la barre des 50 miles (un peu plus de 80 km), que le gouvernement américain considère comme le début de l'espace extra-atmosphérique. C'était également censé être le premier vol d'essai propulsé par une fusée Virgin Galactic effectué du Nouveau-Mexique, où un port spatial fastueux payé plus de 200 millions de dollars, en argent principalement des contribuables, attend depuis près d'une décennie que Virgin Galactic emménage, et s'ouvre aux affaires.

Si tout s'était déroulé comme prévu, *VSS Unity* aurait allumé son moteur-fusée pendant une minute ou plus alors que le véhicule piquait vers le haut, grimpant dans les parties supérieures de l'atmosphère. Mais, dans les images capturées par la publication spatiale *NASA Spaceflight*, le moteur n'a semblé clignoter que pendant un bref instant avant de s'éteindre. Le logiciel de suivi de vol a montré que le véhicule a plané puis a atterri au port spatial.



Frederick Wilford (Rick) **Sturckow** (américain 59 ans)

Devait faire son 6ème vol dans l'espace samedi. Il a volé en Californie pour Virgin et en Floride pour la NASA (Space Shuttle).



Dave **Mackay** (écossais 63 ans)

Devait faire son 2ème vol dans l'espace samedi. Il a volé sur Harrier (RAF), Boeing 747 et Airbus A340.

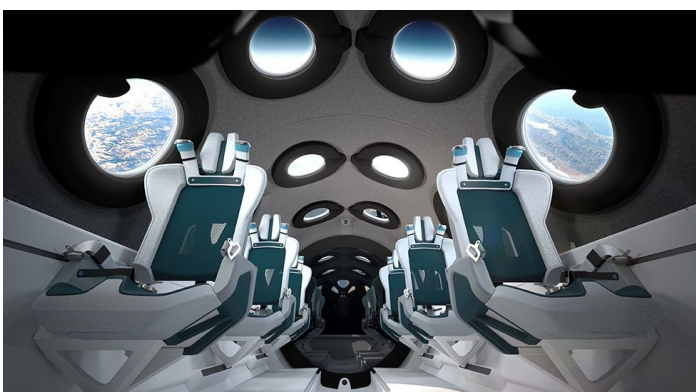


Vue renversante en apesanteur...

Virgin Galactic affirme avoir jusqu'à présent environ 600 clients (dont Leonardo DiCaprio) et la société s'attend à rouvrir bientôt la vente de billets. Cependant, les nouveaux billets devraient coûter plus de 250 000 \$ (le prix moyen des maisons aux États-Unis). Cependant, avant cela, Virgin Galactic dit qu'il doit encore effectuer un autre vol d'essai qui transportera quatre membres d'équipage dans la cabine de VSS Unity.

La société a déclaré aussi, avant de commencer des opérations commerciales plus larges, qu'elle cherchera également à mener à bien sa mission promise de longue date, qui consiste à emmener dans l'espace le fondateur de Virgin Galactic, Richard Branson, l'entrepreneur, âgé de 70 ans maintenant.

Virgin Galactic a récemment dévoilé le design de la cabine touristique :



Un grand miroir au fond de la cabine pour se voir flotter en apesanteur

Les passagers seront assis dans des sièges qui se déplacent pour gérer les « g » dans les différentes phases du vol - lors de la poussée vers l'espace et de la descente vers la Terre. Les sièges seront aménagés avec des écrans pour avoir les données du vol en direct, et 12 grands hublots vont garantir qu'aucun passager ne puisse être déçu de ne pas bien voir l'espace lorsqu'il va déboucler sa ceinture et flotter librement dans la cabine.

Pour flotter en apesanteur :

Appuyer sur le gros bouton du milieu



Flotter en apesanteur, sans doute une formidable expérience...

Chuck Yeager n'aurait certainement pas hésité à tester cette expérience avec Virgin Galactic et son VSS Unity.

L'homme qui a franchi le premier le mur du son en avion est décédé en cette fin d'année 2020, le 7 décembre, à Los Angeles.

Il était né le 13 février 1923 en Virginie pour entrer dans l'histoire de l'aviation avec son avion fusée : le Bell X-1, en franchissant le mur du son. C'était le 14 octobre 1947.



Ce qui suit est une déclaration de l'administrateur de la NASA Jim Bridenstine :

Le décès du général Chuck Yeager aujourd'hui est une énorme perte pour notre nation. L'esprit pionnier et innovateur du général Yeager a fait progresser les capacités de l'Amérique dans le ciel et a propulsé les rêves de notre nation vers l'ère des avions et l'ère spatiale.

Il a dit : « Vous ne vous concentrez pas sur les risques. Vous vous concentrez sur les résultats. Aucun risque n'est trop grand pour empêcher que le travail nécessaire ne soit fait ».

Parmi les nombreuses premières de l'aviation en plus de 60 ans de carrière, Chuck a été le premier homme à voler à la vitesse du son, et ses réalisations rivalisent avec l'une de nos plus grandes premières dans l'espace. Non content de se reposer sur ses lauriers, il a battu son propre record et a voyagé à Mach 2,44. Mais même avant cela, il servait héroïquement son pays pendant la Seconde Guerre mondiale. Longtemps après être devenu une légende à son époque, il a continué à servir son pays à travers l'armée et plus tard dans son travail en cours pour tester de nouveaux avions.

Le courage et les réalisations de Chuck témoignent de la force durable qui a fait de lui un vrai américain d'origine, et le travail aéronautique de la NASA doit beaucoup à ses brillantes contributions à la science aérospatiale. En tant que jeune aviateur naval, j'étais l'un des nombreux dans le monde à admirer Chuck Yeager et ses incroyables exploits en tant que pilote d'essai. Son chemin a ouvert la voie à tous ceux qui voulaient repousser les limites du potentiel humain, et ses réalisations nous guideront pour les générations à venir.

Chuck Yeager devant son Bell X-1.



C'est arrivé ce jour-là...

janvier 1961, il y a 60 ans

Dès l'année 1948, avant même la création de la NASA, les Américains et les Soviétiques envoient dans l'espace des êtres vivants : des chiens errants côté soviétique, des singes côté américain. En 1958, Miss Baker, un singe écureuil et Able, un macaque rhesus sont les premiers à survivre à un aller-retour dans l'espace. A bord d'un missile balistique conçu pour transporter des ogives nucléaires, et non des singes, ils vont survivre à la fois au lancement et à l'atterrissage. Able meurt malheureusement quelques jours plus tard des suites d'une intervention médicale. A la fin des années 50, la NASA lance le programme Mercury dont l'objectif est d'envoyer des Américains dans l'espace. Mais avant d'envoyer des hommes dans l'espace, elle recrute des chimpanzés qui leur sont génétiquement proches. Chang est capturé au Cameroun par des trappeurs. Il est transféré sur la base aérienne de Holloman au Nouveau-Mexique. Rebaptisé Ham (pour Holloman Aerospace Medical center), pour faire plus Amé-



Redstone, le 17 septembre 1958



Ham, alias Chang

ricain, il est sélectionné parmi 40 autres chimpanzés pour participer au lancement d'une fusée Redstone. C'est le deuxième vol opérationnel du programme Mercury et il décolle le 31 janvier 1961. Cette mission doit préparer le premier vol d'un astronaute américain. C'est un vol suborbital de 6 min qui doit atteindre 250 km d'altitude. Durant le vol, la capsule est dépressurisée, mais Ham est protégé par une combinaison spatiale. Durant le vol, il effectue des tests logiques qui s'avèrent conformes à ceux qu'il a effectués au sol pendant son entraînement. Après son exploit, il vivra encore 17 ans au Parc Zoologique National de Washington puis dans un zoo de Caroline du Nord. Il meurt en 1983 à l'âge de 26 ans.

janvier 1911, il y a 110 ans



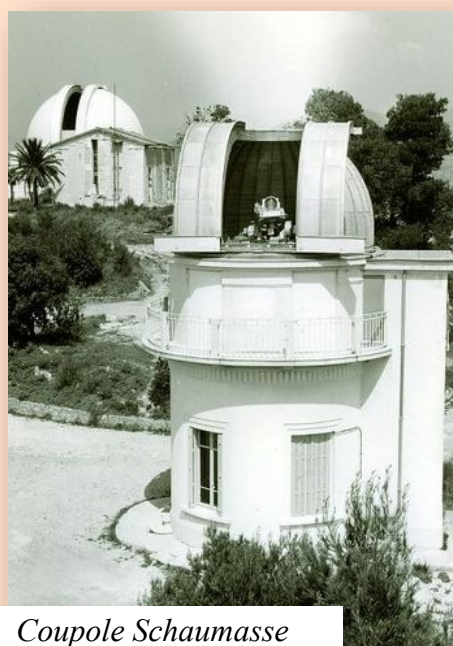
Alexandre Schaumasse (1882 - 1958)

Alexandre Jean Marie Schaumasse est un astronome français qui a travaillé à l'observatoire de Nice.

Il est né le 3 mai 1882 à Saint-Quay-Portrieux dans les Côtes d'Armor. Le 1^{er} décembre 1911, il découvre la comète 24P. De magnitude 12, le diamètre de son noyau est égal à 2,6 km et sa période de révolution est d'abord estimée à 7,1 ans puis recalculée à 8,25 ans. Gaston-Jules Fayet retrouve la comète en 1919. Elle est revue en 1927 mais pas en 1935. Son passage près de Jupiter a quelque peu changé son orbite. Elle est revue en 1944, 1952 et 1960. Elle est maintenant surnommée 24P/Schaumasse. Au début du XX^e siècle, Gaston Fayet, alors directeur de l'observatoire de Nice confie la lunette de 25 cm de l'observatoire à Alexandre Schaumasse. Cette lunette est un don de l'Allemagne à la France au titre de dédommagement de guerre. Elle est baptisée « chercheur de comète » mais, bien que fabriquée par Zeiss, dotée d'une focale de 1,80 m, et réputée pour son grand champ, elle n'est pas dépourvue d'aberrations et elle n'a jamais permis de bonnes observations. En 1951, le « chercheur de comètes » est installé en parallèle sur la grande lunette de 76 cm pour en être le chercheur. La coupole Schaumasse, dépourvue de sa lunette sera équipée, en 1981 d'un télescope de 40 cm et 6 m de focale adapté aux observations des phénomènes mutuels des satellites de Jupiter, les phénus. Ce télescope porte toujours le nom de télescope Schaumasse, même si Alexandre Schau-

masse ne l'a jamais utilisé. Depuis 2007, il a été confié à un club d'astronomes amateurs, le club Aquila, qui l'utilise pour le ciel profond et pour obtenir des courbes de lumière d'astéroïdes. Outre la comète 24P, Alexandre Schaumasse a également découvert deux autres comètes, non périodiques : C/1913 J1 et C/1917 H1. Grièvement blessé pendant la première guerre mondiale, il a passé plus d'un an à l'hôpital. Après la guerre, il a découvert deux astéroïdes, (971) Alsatia (Alexandre Schaumasse avait proposé Alsace) et (1114) Lorraine : sa famille avait quitté cette région après l'annexion allemande en 1871. L'astéroïde (1797) Schaumasse, découvert en novembre 1936 par André Patry a été nommé en son honneur. Les heures passées à observer le ciel seront reconnues dans la communauté des astronomes. Dans un courrier d'André Danjon (astronome qui a inventé et perfectionné des instruments destinés à l'astrométrie) à André Couder (astronome, ingénieur opticien), on peut lire : « Ici, la « doctorite » se superpose à la grippe, et terrasse les astronomes. Aussi, me voilà bien résolu à n'embaucher jamais que des Schaumasse. Ceux-là, au moins, feront de l'astronomie. »

Courrier du 26 janvier 1931.



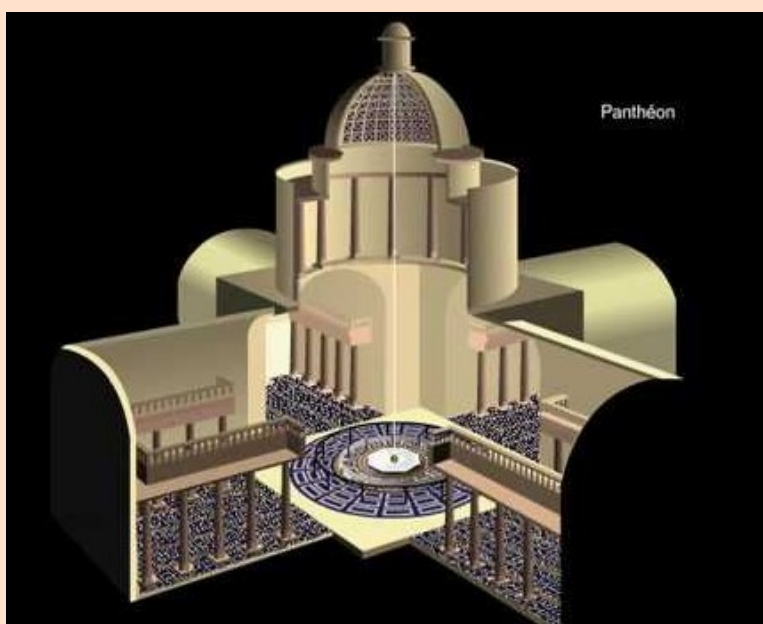
Coupole Schaumasse

janvier 1851, il y a 170 ans

Jean Bernard Léon Foucault est né à Paris le 18 septembre 1819. Il entame des études de médecine qu'il abandonne pour se tourner vers la physique. Avec Hippolyte Fizeau, il mène des expériences sur la lumière du Soleil. Il monte une expérience pour mesurer la vitesse de la lumière grâce à un miroir tournant. Dans le domaine des rayonnements, il s'intéresse aussi aux interférences en infrarouge et à la polarisation de la lumière. Mais il est surtout connu pour son célèbre pendule qui rend évident la rotation de la Terre sur elle-même. Le 3 janvier 1851, il installe un pendule dans la cave de sa maison rue d'Assas à Paris. Quelques semaines plus tard, il renouvelle l'expérience au Panthéon avec un pendule de 67 m de longueur accroché à la coupole. Une boule de 18 cm de diamètre pesant 28 kg oscille avec une période de 16 s. Le pendule pouvait osciller pendant 6 heures sans apport d'énergie. Le plan d'oscillation reste fixe par rapport aux étoiles, à mesure que la Terre tourne, le plan semble donc pivoter par rapport à la surface terrestre.



Léon Foucault (1819 - 1868)



Sur le même principe, celui de la conservation du moment cinétique, il conçoit le gyroscope, qui, une fois lancé, conserve lui aussi une direction fixe. Pour ces deux inventions, il reçoit en 1855 la médaille Copley de la Royal Society de Londres. Il devient, dans la foulée, assistant en physique à l'Observatoire impérial de Paris. Il conçoit une méthode pour donner aux miroirs des télescopes leur forme concave : sphérique ou parabolique. A partir de 1858, il développe des miroirs en verre argenté. En 1862, il est nommé membre du Bureau des longitudes. Il meurt célibataire rue d'Assas, le 11 février 1868.



Les phases de Vénus

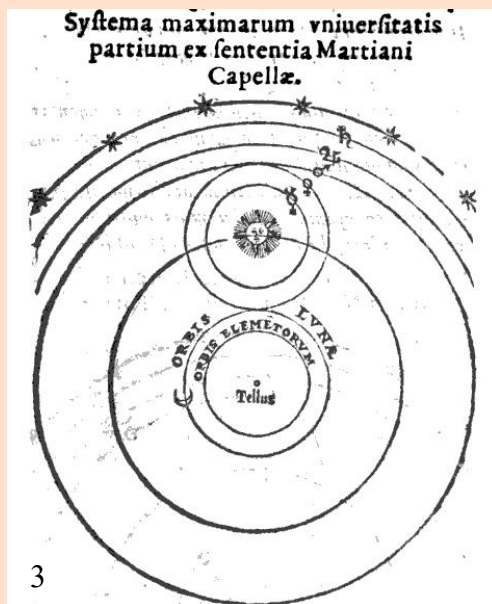
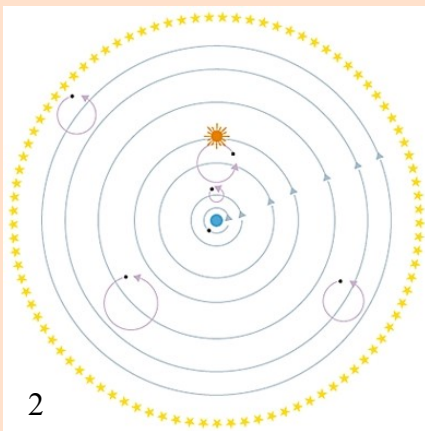
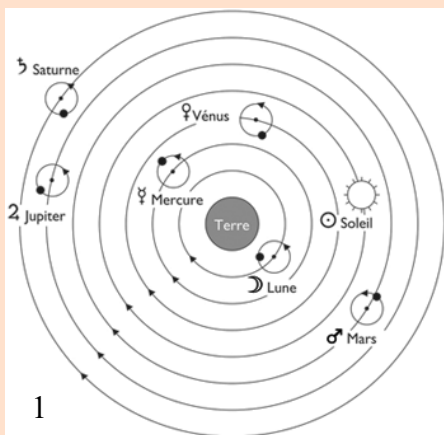
le message caché...

Lionel

© JAXA/ISAS/DARTS/Damia Bouic

Les observations des astres errants (*gr. planètes*) parmi les constellations du zodiaque ont permis aux astronomes de se faire une idée de l'agencement du Système Solaire. Le mouvement relatif des planètes autour du Soleil ou, autre façon de voir les choses, de tous les astres y compris le Soleil autour de la Terre a donné des modèles de système solaire qui ont évolué au cours du temps. Au gré des observations et de l'évolution des instruments de mesure, le Système Solaire tout d'abord géocentrique s'est doté d'épicycles pour expliquer le mouvement de rétrogradation des planètes extérieures au moment de l'opposition (voir encadré vocabulaire). Le comportement étrange

des planètes Mercure et Vénus, qui ne s'éloignent jamais vraiment du Soleil, les a amenées à rester, d'une manière ou d'une autre, liées au Soleil. Il était finalement plus facile d'admettre qu'elles orbitaient autour du Soleil et non autour de la Terre, de là à généraliser le concept à toutes les planètes et accepter un système héliocentrique, il n'y avait plus qu'un pas. C'est Galilée qui, le premier, a observé des phases sur Vénus confirmant qu'effectivement elle orbitait autour du Soleil. Avec de la persévérance et un peu de chance, météorologiquement parlant, il est possible d'effectuer un relevé des phases de

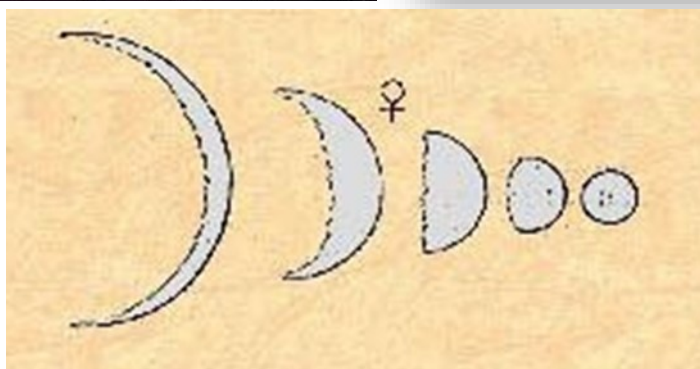
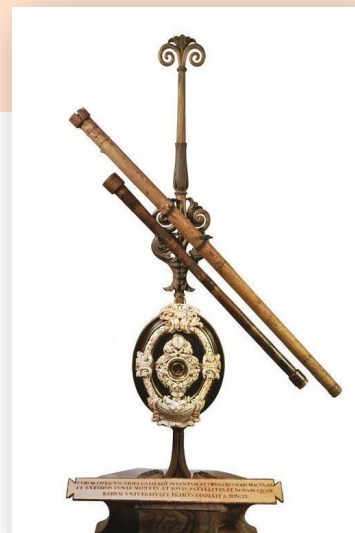


1. Dans ce système géocentrique, les planètes orbitent autour de la Terre sur des trajectoires circulaires, les équants. Pour assurer la rétrogradation bien visible lors des oppositions, les équants sont munis d'épicycles (les petits cercles). Dans ce système rien n'empêche Vénus et Mercure d'être observables en pleine nuit, ce qui est contraire aux observations...

2. Pour empêcher Mercure et Vénus de trop s'écartier du Soleil, il faut, d'une manière ou d'une autre qu'elles restent liées à lui. Les écarts maximum sont appelés les élongations, est et ouest. Mais dans ce système, on ne peut voir ces 2 planètes que sous la forme de croissants, ce qui est également contraire aux observations...

3. Pour avoir le cycle complet des phases, Mercure et Vénus doivent être en orbite autour du Soleil.

Vénus au cours d'une révolution entière autour du Soleil, comme l'avait fait Galilée en 1610. A l'époque, Benedetto Castelli avait demandé à Galilée s'il pouvait voir des phases pour Vénus avec son nouvel instrument. Galilée avait alors fait part de ses observations à Johannes Kepler mais, pour ne pas que Kepler ne révèle l'information trop tôt, le message était crypté, c'était courant à l'époque. Galilée a envoyé à Kepler le message suivant : « *Haec immatura a me iam frustra leguntur o.y* » qui signifie « ceux-ci sont maintenant trop jeunes pour être lus par moi », une anagramme pour le vrai message : « *Cynthiae figuras aemulatur mater amorum* » qui peut se traduire par « Vénus [la mère de l'amour] imite les formes de la Lune [Cynthia] ». Galilée n'a publié ses résultats qu'en 1613.



Vocabulaire

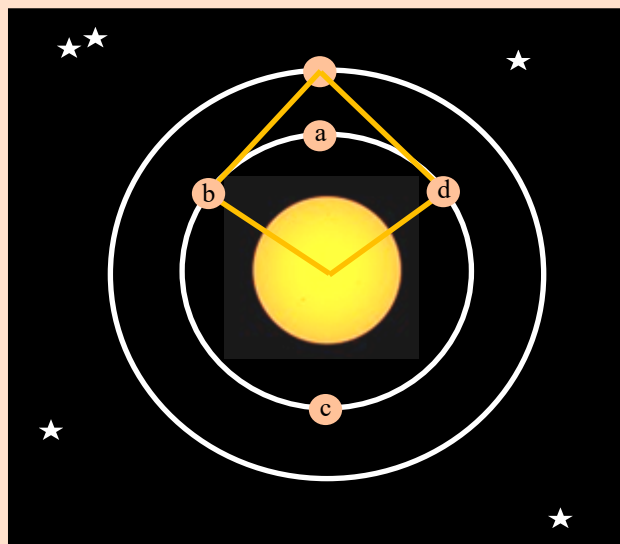
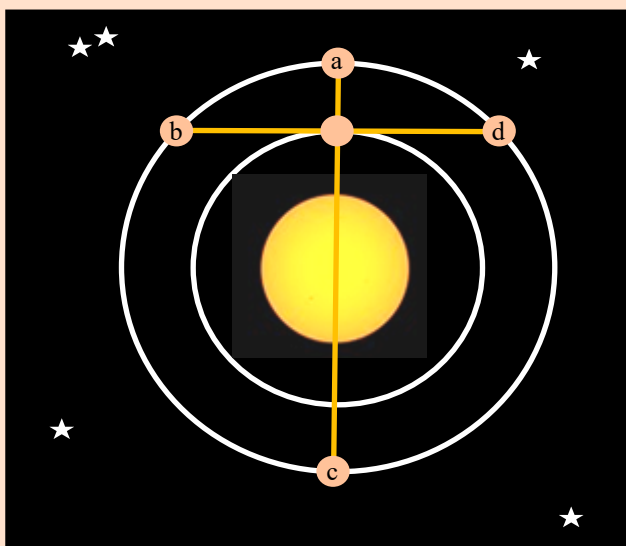
Imaginons que le schéma ci-contre représente le Soleil, Vénus et la Terre. Certaines des positions relatives des planètes entre-elles portent des noms.

Pour les planètes inférieures

La conjonction inférieure (a) : lorsque Vénus est au plus près.

La conjonction supérieure (c) : lorsque Vénus est au plus loin.

Elongations maximum (b, d) : lorsque l'angle Terre-Vénus-Soleil est un angle droit. C'est le moment où Vénus est au plus loin du Soleil dans le ciel. Elongation maximum ouest, le matin, élongation maximum est, le soir. Vénus se présente alors sous la forme d'un quartier.



Pour les planètes supérieures

L'opposition (a) : lorsque la Terre est au plus près de la planète. C'est la meilleure période d'observation. A ce moment-là, la Terre allant plus vite sur son orbite que la planète, cette dernière semble se déplacer en reculant par rapport aux étoiles, c'est la rétrogradation.

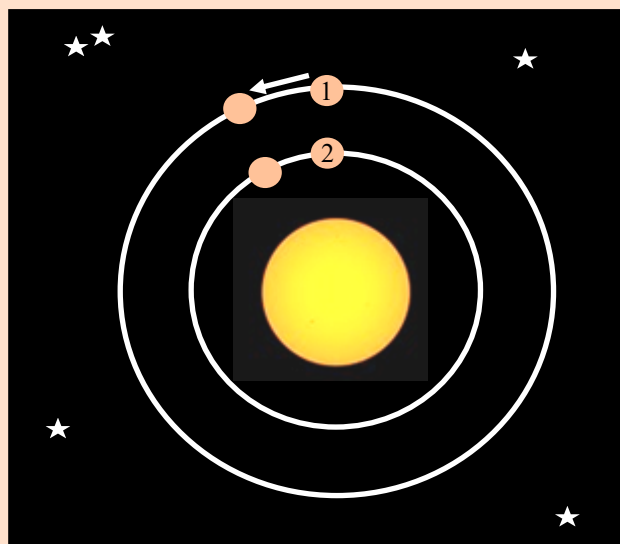
La conjonction (c) : lorsque la Terre est au plus loin.

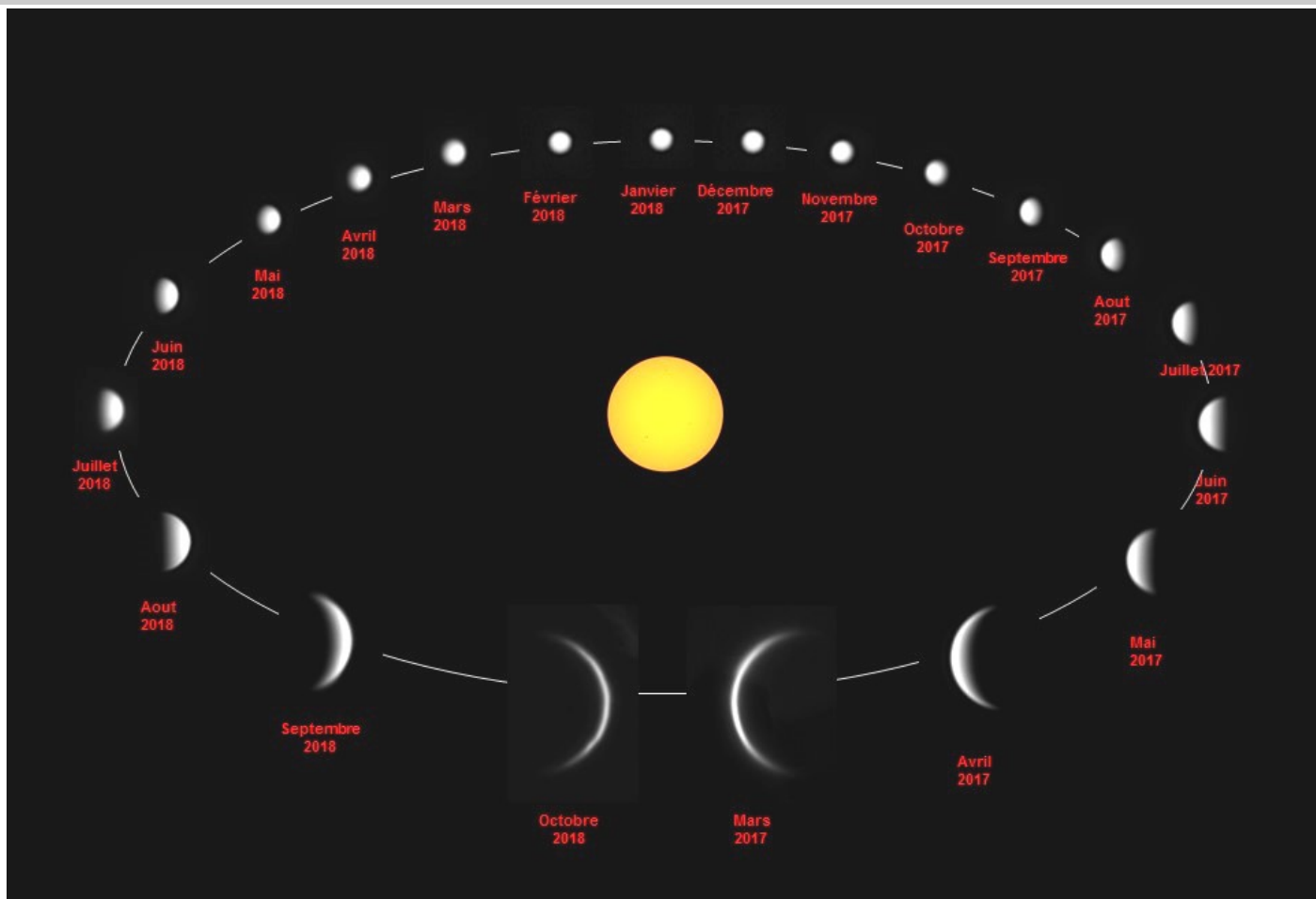
Les quadratures (b, d) : lorsque l'angle entre le Soleil et la planète est un angle droit.

La révolution sidérale : par rapport aux étoiles. C'est le temps que met une planète à faire un tour complet autour du Soleil, ou d'un satellite autour d'une planète.

La révolution synodique : par rapport à un autre astre.

C'est le temps que met une planète pour revenir dans la même position par rapport à une autre : période entre 2 phases identiques de la Lune, entre 2 oppositions, entre 2 conjonctions, etc. Lorsque la planète 2 fait un tour complet autour du Soleil, la planète 1 s'est légèrement déplacée. Il faut donc un peu plus qu'une révolution sidérale pour revenir dans la même configuration, la période de révolution synodique est généralement plus grande que la période de révolution sidérale.

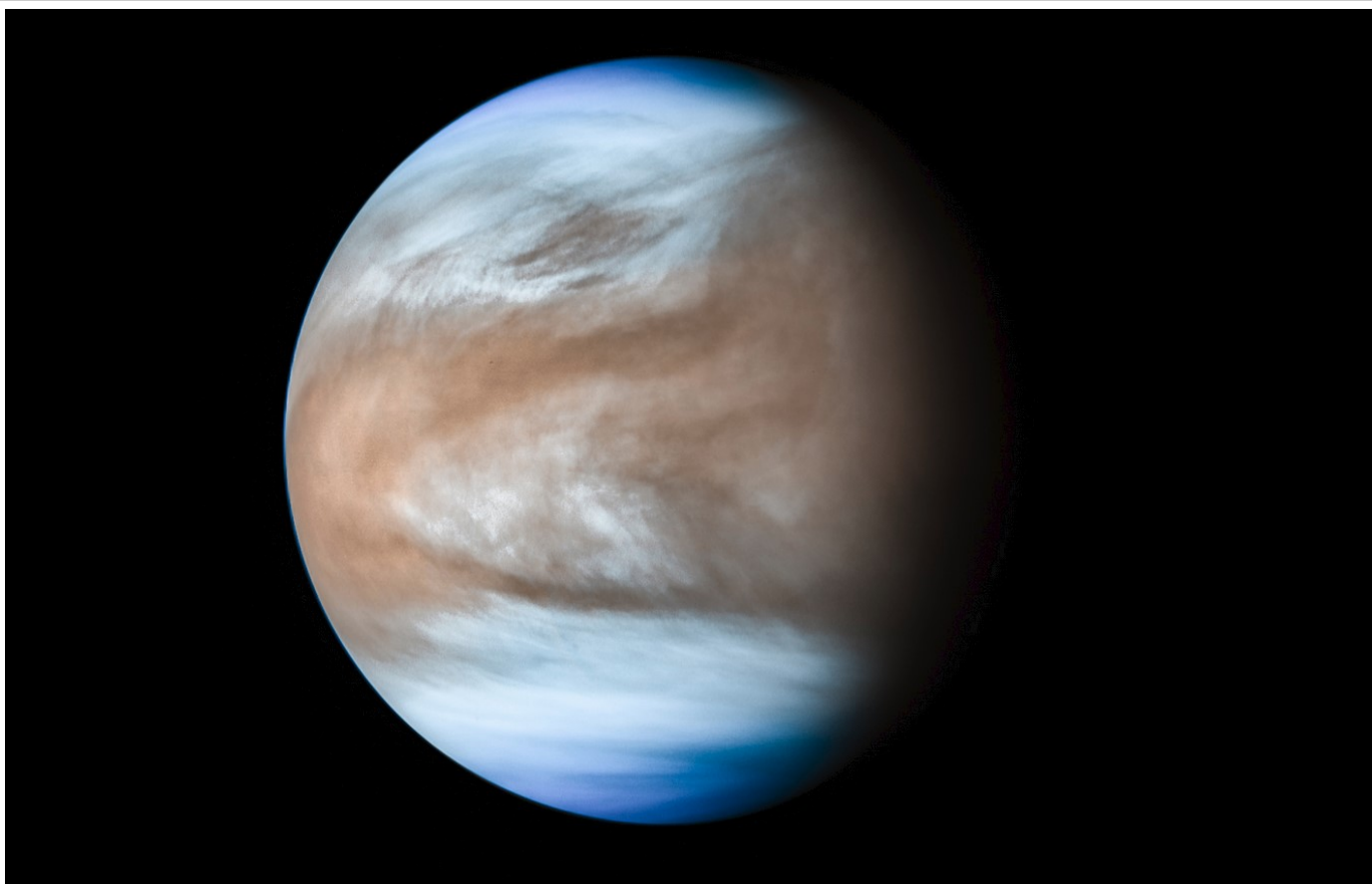




On peut également voir un message caché dans l'image réalisée par Patrick avec une lunette de 102 mm. La composition des images, bien qu'avant tout esthétique, permet néanmoins d'obtenir certains détails sur l'orbite de notre voisine. On voit tout d'abord sur l'image des différences de diamètre apparent. Ce paramètre est directement lié à la distance Soleil-Vénus. Si Vénus était très proche du Soleil, son diamètre varierait peu, si, au contraire, elle était très proche de la Terre, le diamètre apparent varierait énormément. On voit donc bien, qu'à une différence donnée correspond une distance spécifique au Soleil. A partir de l'image, il suffit donc de mesurer le diamètre de Vénus le plus grand et le plus petit en pixels sur l'image, on trouve qu'il varie de 15 pixels pour le plus petit à 97 pixels

pour le plus grand. Le rapport des diamètres est aussi celui des distances par rapport à la terre qui varient de $1-D$ (la distance Terre-Soleil = 1 UA moins la distance Vénus-Soleil = D) au plus près, à $1+D$ au plus loin. De ce simple rapport on peut en déduire D , la distance Vénus-Soleil exprimée





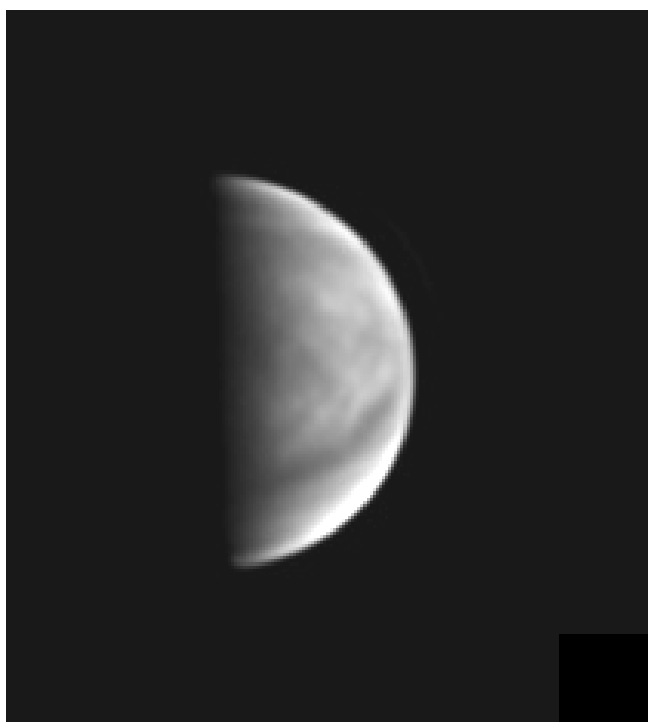
en UA, l'unité astronomique qui est égale à la distance Terre-Soleil. On trouve pour Vénus, $D = 0,73$ UA (valeur réelle = $0,72$ UA). Un résultat remarquable à partir de simples images qui met Vénus à 109 millions de kilomètres du Soleil. Les relevés de Patrick mentionnent également les dates des observations. Vue depuis la Terre, qui elle-même tourne autour du Soleil, Vénus effectue un cycle complet de phases en une période qu'on appelle la révolution synodique (voir encadré, vocabulaire). Les relevés ne permettent pas d'avoir les dates pour une révolution complète, mais par contre on peut mesurer le temps d'une fraction de révolution : entre l'image de Vénus gibbeuse de novembre 2017 et celle de Vénus en croissant d'octobre 2018, les phases sont à peu près complémentaires, il s'est donc écoulé une demi-révolution synodique. Avec ces données les résultats ne seront pas extrêmement précis mais ils donneront néanmoins une bonne idée des valeurs des caractéristiques orbitales de Vénus. A partir de la période de révolution synodique de Vénus qui semble donc être égale à 22 mois (la demi-période entre novembre 2017 et octobre 2018 étant égale à 11 mois) et la révolution sidérale de la Terre qui vaut 1 an, on peut retrouver la donnée importante concernant l'orbite de Vénus : la période de révolution

sidérale. Une simple formule qui lie les 3 grandeurs nous donne une valeur de 0,65 an, soit 237 jours pour la période de révolution sidérale (valeur exacte = 224,667 jours). A partir de cette valeur, et en appliquant la 3^e loi de Kepler, on peut retrouver le rayon de l'orbite de la planète. On trouve plus précisément le demi-grand axe qui est l'équivalent du rayon dans le cas d'une orbite elliptique. Sachant que Vénus a une orbite très peu excentrique, le demi-grand axe peut être assimilé au rayon. La 3^e loi de Kepler nous donne, dans le cas d'une planète qui orbite en 237 jours, un demi-grand axe égal à $0,75$ UA, finalement très proche des $0,73$ UA qu'on avait trouvé à partir des variations de diamètre apparent. Compte tenu des imprécisions sur les données initiales, on trouve des résultats cohérents proches de la réalité. Maintenant qu'on en connaît un peu plus sur l'orbite de Vénus, que peut-on apprendre sur la planète elle-même ?

A partir de la résolution des images, on peut facilement estimer son diamètre réel. Lorsque Vénus est proche de la conjonction inférieure, les 97 pixels de diamètre de Vénus font qu'elle sous-tend un diamètre angulaire apparent de $60''$. Sa-

chant qu'à ce moment-là, elle se trouvait à 41 millions de km de la Terre, le diamètre de Vénus peut être estimé à 12000 km, ce qui en fait une véritable planète jumelle de la Terre qui elle, a un diamètre de 12756 km.

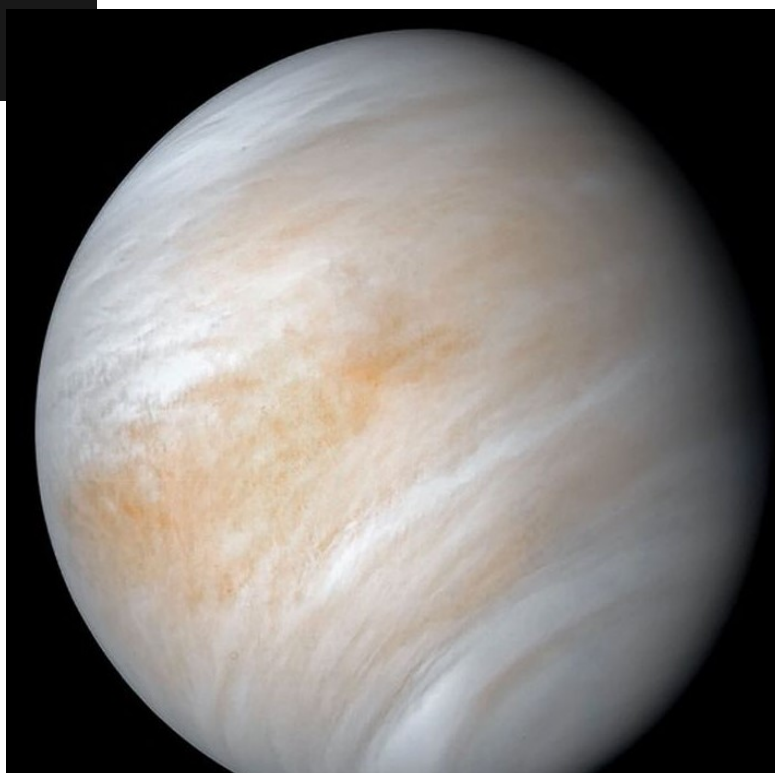
Mais on peut aller encore un peu plus loin, avec les images de Philippe. Avec un filtre UV, il est possible de mettre en évidence des détails dans la structure nuageuse de l'atmosphère de Vénus.



A partir de 2 images faites à 52 min d'intervalle, on peut voir que les nuages se déplacent : l'atmosphère évolue et tourne autour de la planète. En repérant précisément des détails qui se sont déplacés entre les 2 images, on doit pouvoir évaluer la vitesse de révolution des nuages autour de la planète. La vitesse de déplacement des nuages dépend de deux choses : la distance parcourue entre les 2 images, en pixels, et leur position par rapport au limbe de la planète. Plus les détails sont proches du limbe et plus on les voit de manière rasante, moins ils donnent l'impression de se déplacer. En suivant des parties

brillantes plus proches du terminateur, les calculs m'indiquent que la couche nuageuse a tourné de 3° en 52 min. Il leur faut donc 4,3 jours pour faire le tour complet de la planète. Les résultats n'ont probablement pas une précision extrême, mais c'est l'ordre de grandeur qui compte. La valeur admise par les scientifiques est de 4 jours, les images prises par Philippe sont donc suffisamment détaillées pour être exploitées. Ce qui importe dans cette mesure c'est l'extrême vitesse de rotation de l'atmosphère de Vénus. Elle est à comparer à celle de la planète elle-même : 243 jours. Ce phénomène est appelé la super-rotation. Il intrigue les scientifiques, et, à ce jour, nous n'avons toujours pas d'explication convaincante. L'atmosphère de Vénus peut être parcourue par des vents de plus de 300 km/h, 60 fois plus vite que le sol. Sur Terre, les vents les plus rapides n'atteignent que 20 % de la vitesse de rotation de la planète. Les futures missions à destination de Vénus auront aussi pour objectif d'apporter une explication à ce phénomène.

La rotation de la planète est tellement lente, que la planète a même le temps de faire une révolution autour du Soleil avant que la journée ne soit terminée, la période de révolution valant 224 jours...

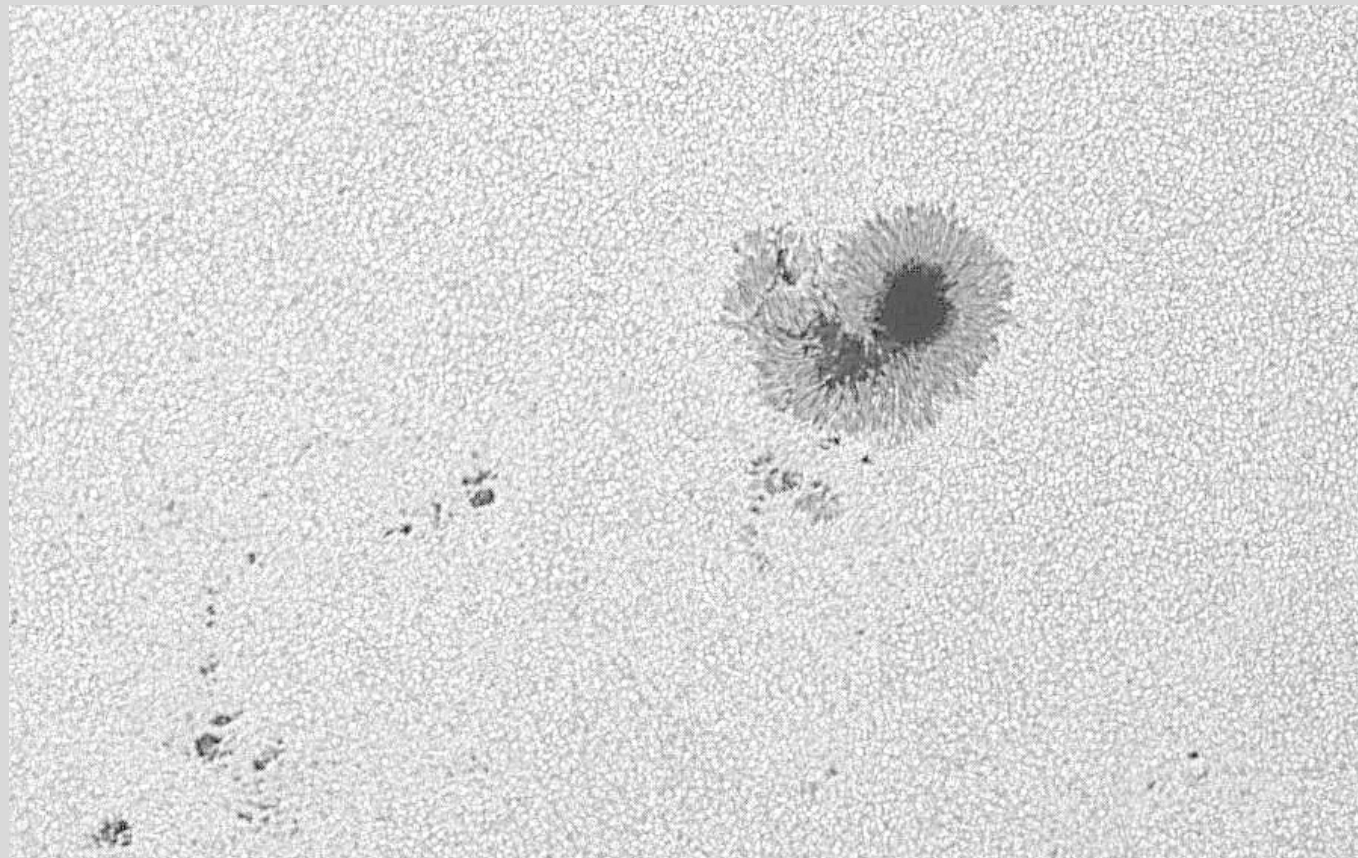




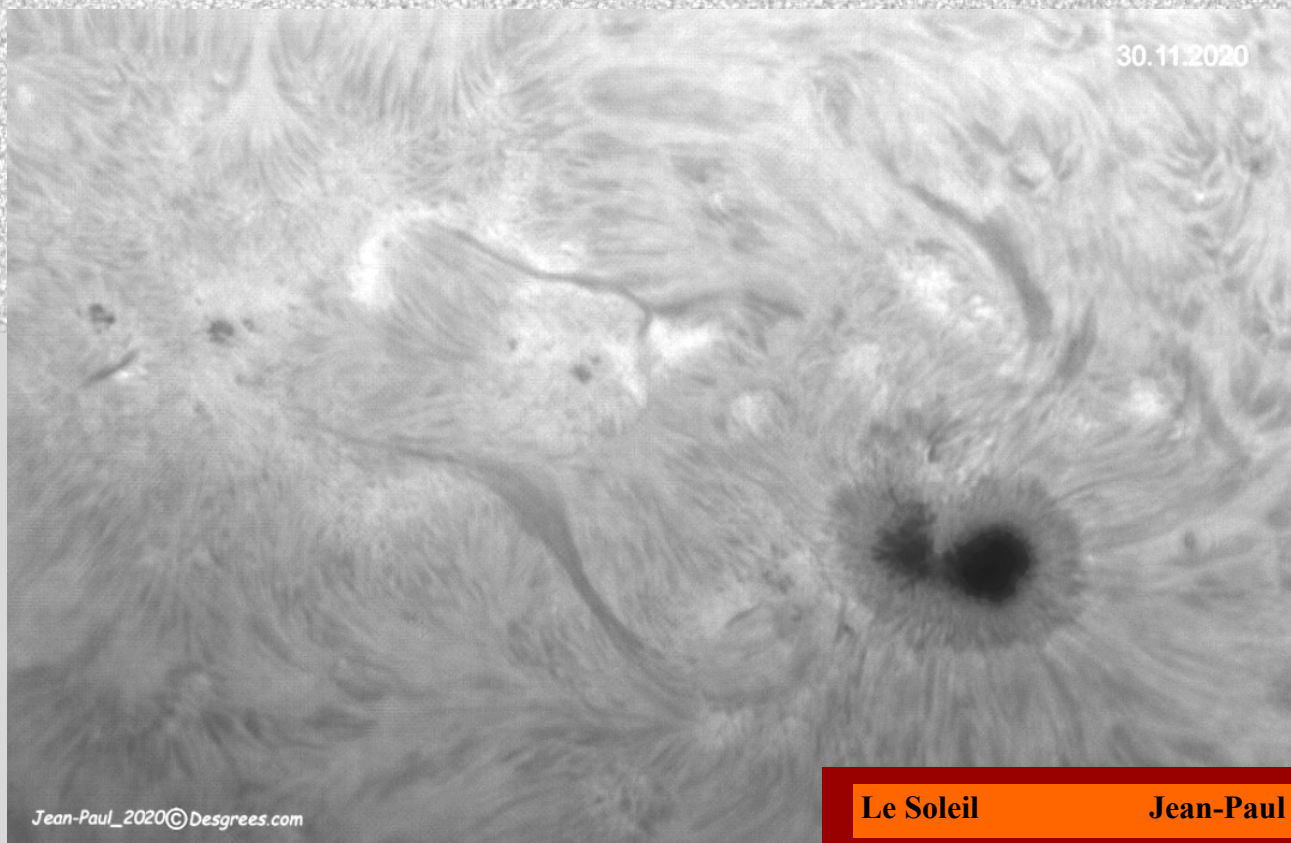
Galerie

Le Soleil

Willy



30.11.2020



Jean-Paul_2020©Desgrees.com

Le Soleil

Jean-Paul

La Lune

Jean-Paul

01.12.2020 - 22hTU



Jean-Paul_2020©Desgrees.com

Albireo78
saison 2020-2021


Albireo⁷⁸

1st - LOCAL WINNER



ASTROPHOTOGRAPHY AWARDS
(Le prix du public, France 🇫🇷)

albreo78.com

2 réunions par mois

Des présentations

Des actus astro
Des exposés

Des ateliers astro

Niveau 1 pour utiliser et maîtriser son instrument
Niveau 2 pour se lancer en astrophotographie
Niveau 3 pour faire de la « science »

Débutants ou plus confirmés pour 35€ / an



53 membres

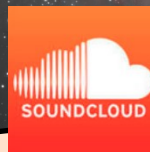


Observations

Gratuites et pour tous :
Emancé / Mesnil St Denis

Newsletter

178 abonnés



« En route vers les étoiles »

Notre émission radio
15 saisons, 160 émissions,
584 chroniques scientifiques

Soundcloud

264 abonnés



SADR

Notre observatoire en remote
www.sadr.fr

DSO

Deep Sky Objects
Browser

6th Place



ASTROPHOTOGRAPHY AWARDS
(Audience Awards, All Europe 🇪🇺)

albreo78.com



L'Albireoscope

41 abonnés