

101

juin 2022

www.albireo78.com

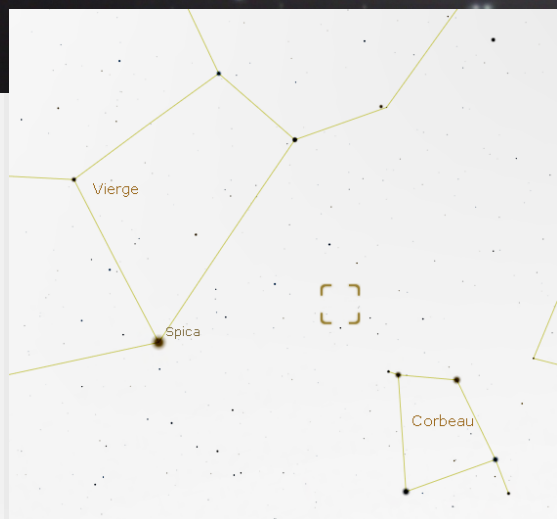
*Albireó*⁷⁸

L'ALBIREOSCOPE



*les sondes Voyager
le télescope James Webb*

Observatoire Atria



M104, la galaxie du Sombrero

Constellation : Vierge

Instrument : télescope CDK 17"

Image : LRVB

Total : 24 h

Date : avril 2022

Observatoire Atria

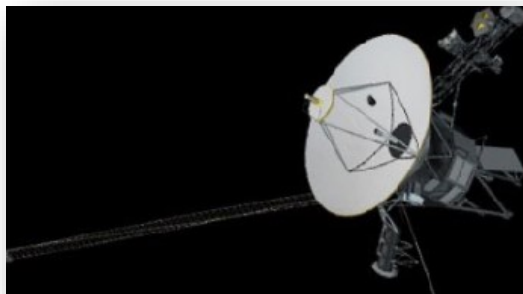
M104, la galaxie du Sombrero est située à 47 millions d'années-lumière dans la constellation de la Vierge. Cette galaxie spirale est vue pratiquement par la tranche. Elle est un peu plus petite que notre Voie Lactée avec un diamètre de 78 000 al. En son centre se trouve un trou noir galactique dont la masse est comprise entre 260 et 860 millions de masses solaires. Sa caractéristique la plus remarquable est son énorme anneau de poussière, c'est le principal site de formation d'étoiles dans la galaxie.



M 104 en infrarouge

Sommaire

4



les sondes Voyager

L'Odyssée des
années 70

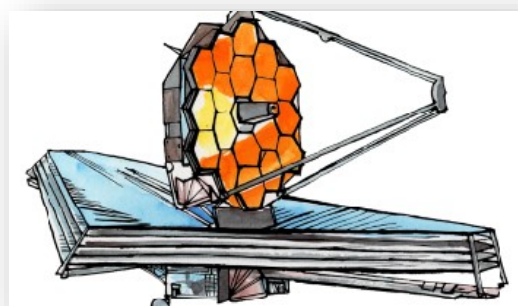
Michel

24

James Webb

Un télescope pour sonder
l'Univers

Michel



36



C'est arrivé ce jour-là...

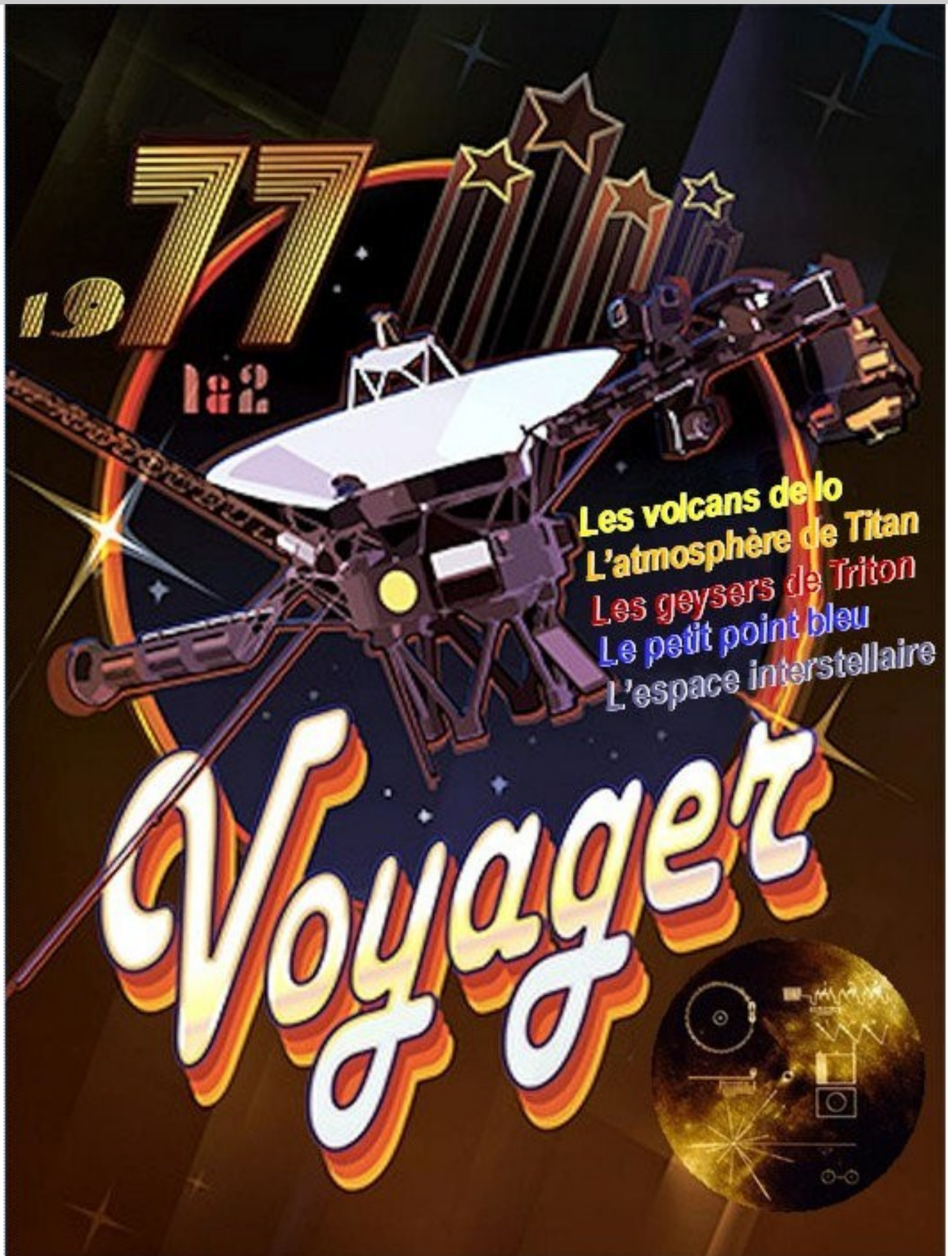
Des évènements en relation avec le monde de
l'astronomie qui se sont déroulés en octobre
1902, 1862, etc...

45

Galerie photos

Les photos les plus récentes de nos
membres...





Les volcans de Io
L'atmosphère de Titan
Les geysers de Triton
Le petit point bleu
L'espace interstellaire

Voyager

Voyager 1 : lancée le 5 septembre 1977 par la NASA, la sonde spatiale faisait partie du programme « Voyager » pour étudier l'espace interstellaire au-delà de l'héliosphère de notre étoile, le Soleil.

Voyager 1 a été lancée 16 jours après Voyager 2, sa sœur jumelle, et le 30 juin 2022, Voyager 1 est toujours en opération après 44 ans, 9 mois et 24 jours de service...

Une magnifique prouesse de l'ingénierie des années 70 !

À une distance de plus de 156 UA (distance Terre Soleil) de la Terre, soit plus de 23,3 milliards de km, Voyager 1 est l'objet artificiel envoyé par l'humanité le plus éloigné de nous... et avec lequel la NASA communique grâce aux gigantesques antennes du Deep Space Network.



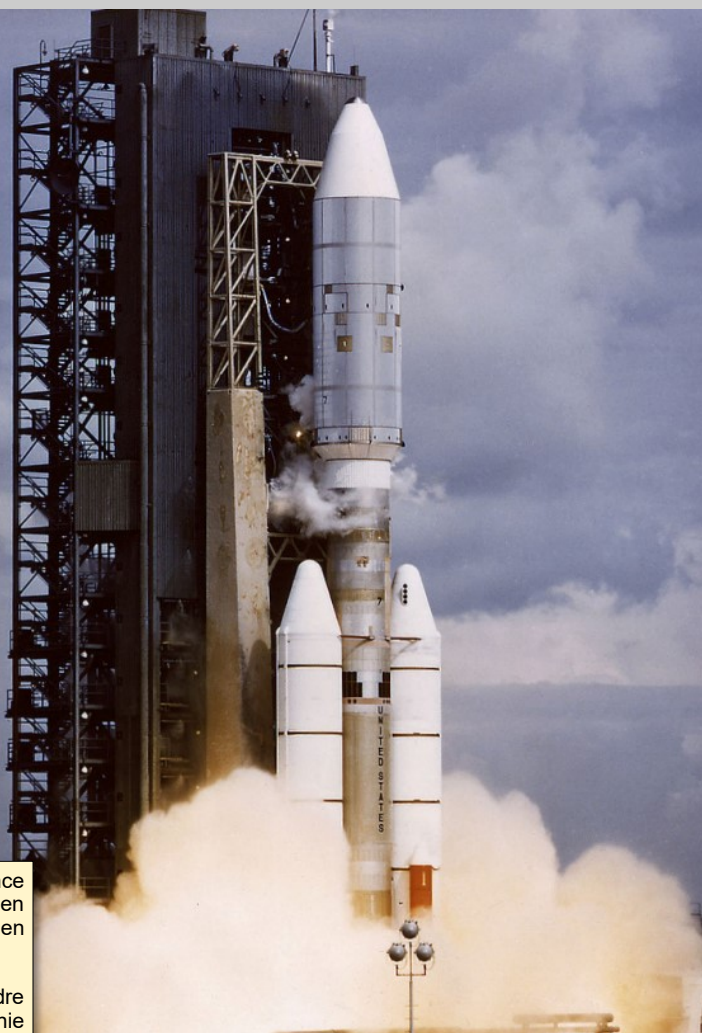
2020 : les équipes techniques réalisent des opérations de maintenance sur la parabole DSS43 de 70 mètres du DSN de la station de Canberra en Australie ; après un an de travaux, cette antenne a repris du service en février 2021.

Deux autres sites avec des équipements similaires permettent de joindre les vaisseaux spatiaux très éloignés de la Terre : Goldstone en Californie et Madrid en Espagne. Ce positionnement assure, à presque toutes les sondes spatiales, une vue directe avec la Terre.

Voyager 2 est une exception rare : en 1989, pour réaliser un vol rapproché de Triton, lune de Neptune, la sonde a dû survoler le pôle nord de la planète. Cela a modifié et infléchi la trajectoire de la sonde au sud du plan des planètes du Système solaire, une direction conservée depuis mais qui rend sa visibilité impossible par les stations de l'hémisphère nord. DSS43 est la seule parabole apte, grâce à sa puissance, à communiquer avec Voyager 2. Voyager 1 a pris un autre chemin après Saturne et communique avec les stations de l'hémisphère nord. Cependant, à Canberra, une parabole de 34 mètres pouvait toujours recevoir les signaux de Voyager 2 émis vers la Terre. DSS43, comme ses homologues, est un équipement hautement spécialisé et son arrêt prolongé n'était pas sans désagréments mais nécessaire pour que celle-ci puisse continuer à être utilisée pour les missions à venir, malgré plus de 50 années de service au compteur...

Voyager... l'objet artificiel envoyé de la Terre le plus éloigné ?

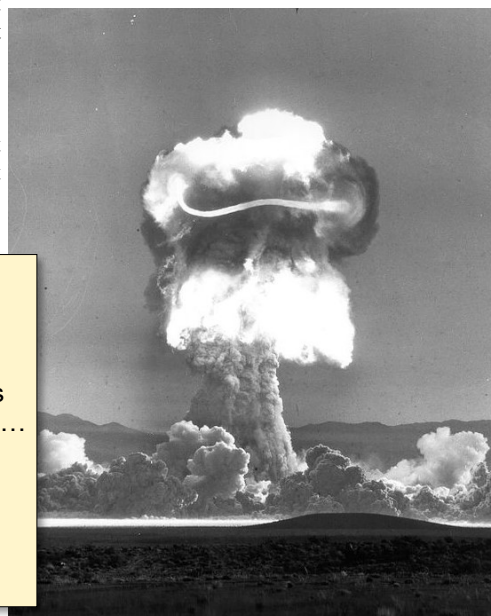
En réalité, pas si sûr que ça. Dans les années 50, les militaires américains s'amusaient avec leurs nouveaux jouets : les bombes nucléaires, voire thermonucléaires. Il fallait déterminer le potentiel de ces nouvelles et terribles armes, et pour cela, rien de tel qu'un essai grandeur nature dans le désert du Nouveau Mexique, même si quelques gens vivaient dans le coin, car personne à l'époque ne connaissait les véritables dangers de la radioactivité, et les effets à long terme des retombées radioactives de ces essais. Au contraire, l'affaire était plutôt décrite comme un spectacle « son et lumière », et on allait gaiement pique-niquer dans le désert, heureux d'avoir de la distraction gratuite offerte par les militaires.



Lancement de la sonde Voyager 2 le 20 août 1977.
Lanceur : fusée Titan 3E Centaur.

Opération « Plumbbob »

Ce terme (mot à mot : plombier) désigne une série de tests nucléaires conduits entre fin mai et début octobre 1957 au site de test Nevada, soit 29 explosions dont voici une jolie photo, ci-contre, qui est celle du test Priscilla :



NTS Aera 5
(par ballon)

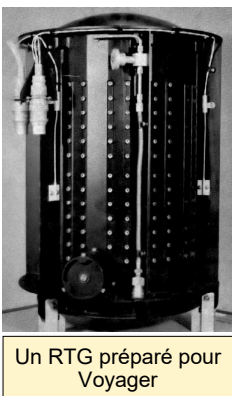
où plus de
700 cochons
seront grillés*...
avec 37
kilotonnes
de TNT
(* mais pas
mangés).

En 1956, il avait été demandé au professeur Robert Brownlee, du Laboratoire national de Los Alamos (Nouveau-Mexique), si des explosions nucléaires souterraines pouvaient se faire. Le premier test a été réalisé avec l'appareil *Pascal A*, placé à 150 m sous terre ; cependant, la détonation a été bien plus importante que prévu (55 t TNT), en créant un jet de feu de plus de 100 mètres de hauteur. Aussi, lorsque le test suivant, *Pascal B*, en août 1957 a été préparé, le trou de forage a été scellé avec un couvercle d'acier de 1 800 kg... qui, selon le professeur, n'allait pas « tenir », bien que l'opération était définie comme ayant un rendement limité. A 150 mètres de profondeur, cela permettait de filmer les premières millisecondes de l'explosion, avec une caméra haute vitesse. Le puits de 1,2 m de large avait été doublé de béton (avec un collimateur épais de 1,5 m percé d'un petit trou pour la caméra), et le puits était bouché par cette lourde plaque métallique de plus de 10 cm d'épaisseur.

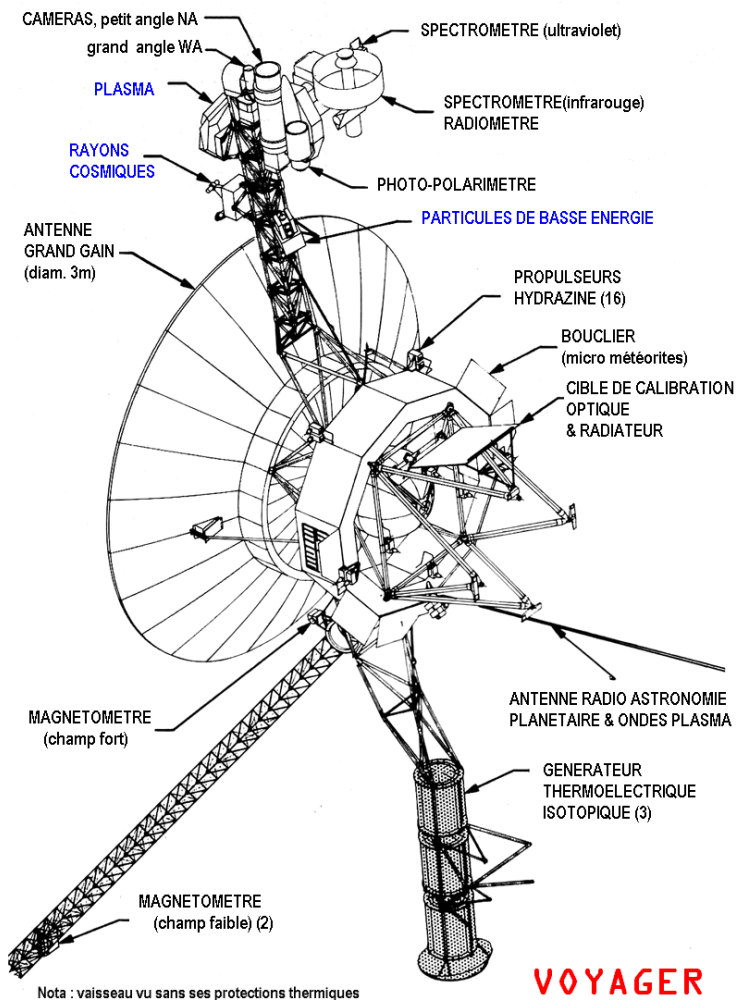
La caméra enregistrait une image par milliseconde. Lors de la détonation, *Pascal-B* (300 t TNT) a dépassé là aussi les espérances... Et le passage du couvercle, qui avait été scellé sur le puits, a été enregistré sur une seule image, assez pour évaluer la vitesse de l'engin. La vitesse du « boulet de canon » parti dans l'atmosphère a été estimée à 66 km/s (240 000 km/h). Ce couvercle n'a jamais été retrouvé... « *Il est parti comme une chauve-souris* » a plaisanté le professeur Brownlee qui estima que l'explosion, combinée avec le design du système, avait pu accélérer le couvercle jusqu'à approximativement 6 fois la vitesse de libération de l'attraction terrestre, donc l'objet serait parti dans l'espace. Mais en 2015, le professeur Brownlee disait : « *je n'ai aucune idée de ce qu'il est advenu à ce couvercle, mais j'ai toujours pensé qu'il devait s'être vaporisé dans l'atmosphère terrestre avant d'aller dans l'espace* ». Des calculs faits plus tard, en 2019, mais non confirmés, sont en faveur de la thèse « vaporisation », mais rien n'est moins sûr car d'autres théories circulent comme la « protection par bulle d'air chaud ». Peut être que quelques créatures extraterrestres intelligentes ont déjà interceptés une petite comète 100 % acier venant de chez-nous. En tout cas, si c'est ce qui s'est passé, l'objet avait dépassé l'orbite de Pluton bien avant Voyager et, récemment, New Horizon...

Mais revenons aux méthodes plus douces et plus scientifiques d'expédier un objet dans l'espace avec l'histoire Voyager.

La longévité record des sondes Voyager n'est pas le fruit du hasard mais tient de la manière dont il tire son énergie principale, l'électricité, qui permet de faire fonctionner l'ensemble de ses équipements électroniques, dont ses systèmes de communication avec la Terre. Albiréoscope vous avait déjà décrit le RTG (Radioisotope Thermoelectric Generator), un équipement qui transforme l'énergie calorifique de la désintégration isotopique du plutonium en électricité par des thermocouples (Si Ge). C'est aussi ce qui avait fait le succès des missions Cassini et de New Horizons. C'est le matériel indispensable des explorations lointaines, où le Soleil n'est plus qu'un petit point lumineux dans le ciel. Voyager en possède trois, groupés, pour fournir son électricité.



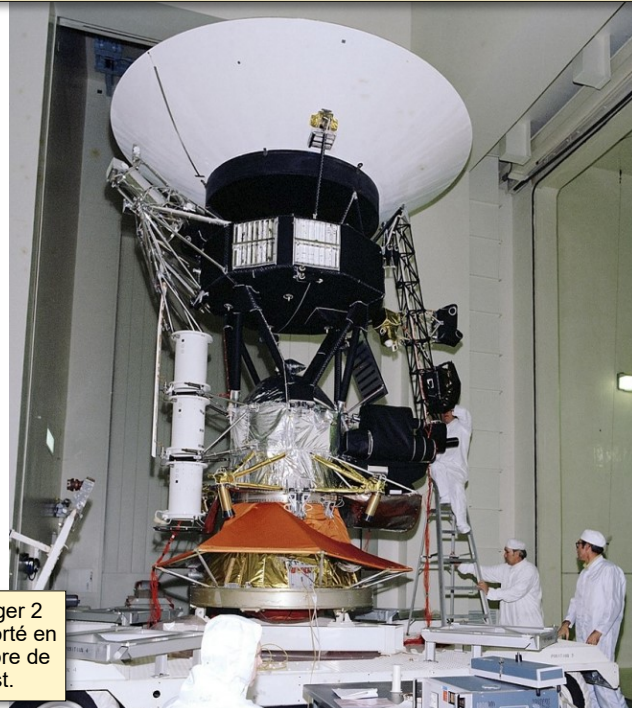
Un RTG préparé pour Voyager



Nota : vaisseau vu sans ses protections thermiques

VOYAGER

Les sondes Voyager disposaient de 16 propulseurs à hydrazine, de gyroscopes de stabilisation à trois axes et d'instruments de référence pour maintenir l'antenne radio de la sonde pointée vers la Terre, et comprenaient également 11 instruments scientifiques pour l'étude des objets célestes.



Voyager 2 transporté en chambre de test.



Voyager 2 va être encapsulé dans la coiffe de la fusée Titan 3E qui va l'emmener faire un grand voyage vers l'espace interstellaire.

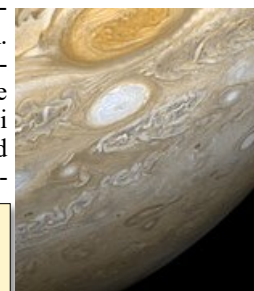
VOYAGER 2

La sonde a été fabriquée par le Jet Propulsion Laboratory et exploitée par la NASA et le JPL.

La masse au lancement de Cape Canaveral LC-41 était de 825,5 kg. C'était le 20 août 1977, avec une fusée Titan 3E.

Tout avait été organisé pour que ce départ permette de survoler les planètes gazeuses de notre Système solaire, des planètes éloignées qui n'autorisent pas des visites régulières...

La première planète visitée sera donc Jupiter, la plus grande, et son survol rapproché a lieu le 9 juillet 1979 à une distance de 570 000 km. Voyager 2 fera des photos plus détaillées que Voyager 1 qui est parti deux semaines plus tard mais qui est arrivé là-



Jupiter : la tache rouge photographiée par Voyager 2



Transit de Io au dessus de Jupiter.

Voyager 2 permet de voir de faibles éruptions volcaniques sur Io

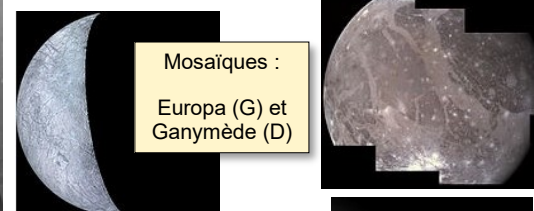


Callisto

Io

bas plus rapidement car sur une orbite moins circulaire et longue que celle de Voyager 2. Mais Voyager 2 va cependant poser quelques soucis de communication avec la Terre.

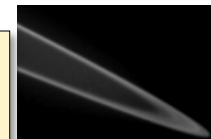
Voyager 2 confirmera le volcanisme de Io vu avec Voyager 1, et le changement de sa surface 4 mois après sa première visite. Europa, avec sa texture spécifique, est sans doute couverte d'une couche de glace d'eau qui flotte sur un océan profond.



Mosaïques :

Europa (G) et Ganymède (D)

Les fins anneaux de Jupiter découverts lors du survol. Adrasta et Metis orbitent juste autour de ceux-ci.

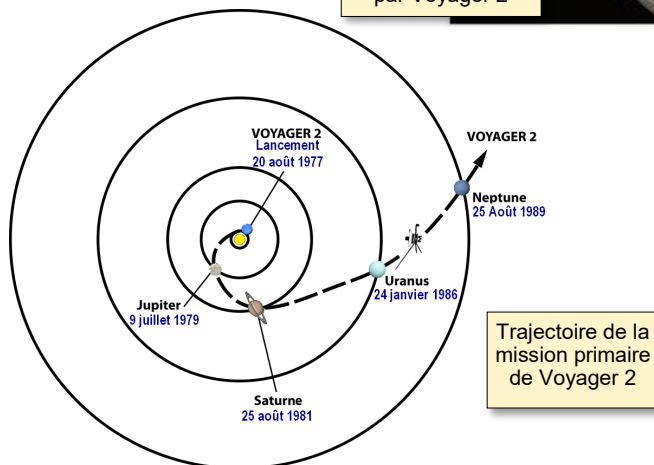


Les informations recueillies par le vaisseau spatial Pioneer 10 ont aidé les ingénieurs de Voyager à concevoir les sondes Voyager pour faire face plus efficacement à l'environnement de rayonnement intense autour de Jupiter. Cependant, peu de temps avant le lancement, des bandes de papier d'aluminium de qualité cuisine ont été appliquées sur certains câbles pour améliorer encore la protection contre les radiations. La survie des sondes est peut-être le résultat de ce petit « plus ».

Puis ce sera la visite de Saturne, où Voyager 2 passe à 101 000 km de la « belle aux anneaux » ; c'était le 25 août 1981. Presque 4 années de voyage pour y arriver mais Saturne est à 1,5 milliard de km de chez nous... c'est déjà bien loin pour y faire un tour et, par la suite, les scientifiques devront batailler pour bâtir la mission Cassini et découvrir les merveilles du monde saturnien.

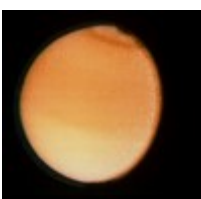


Vue de Saturne par Voyager 2



La mission principale de Voyager 1 était d'explorer Jupiter, Saturne et la plus grosse lune de Saturne : Titan.

Voyager 2 devait également explorer Jupiter et Saturne, mais sur une trajectoire qui aurait la possibilité de continuer vers Uranus et Neptune, ou d'être redirigé vers Titan en tant que sauvegarde pour Voyager 1 (Titan était un objectif très intéressant pour les scientifiques).

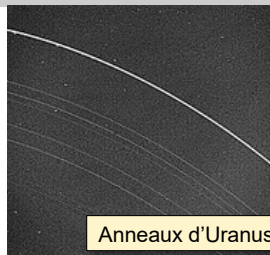


Titan et son atmosphère (vu de 2,3 millions de km)

Une fois les objectifs de Voyager 1 atteints, Voyager 2 pouvait obtenir son extension de mission : partir vers Uranus et Neptune.

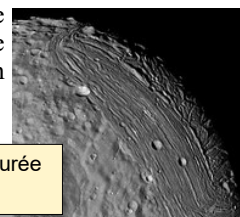
Le survol rapproché d'Uranus s'est produit le 24 janvier 1986, lorsque Voyager 2 s'est approchée à moins de 81 500 km du sommet des nuages de la planète. Arrivé à Uranus en 1986, Voyager 2 a observé un orbe bleuâtre aux traits subtils. Une couche de brume masquait la plupart des éléments nuageux de la planète. Voyager 2 a également découvert 11 lunes auparavant inconnues : Cordelia, Ophelia, Bianca, Cressida, Desdemona, Juliet, Portia, Rosalind, Belinda, Puck et Perdita.

La mission a également étudié l'atmosphère unique de la planète, causée par son inclinaison axiale de 97,8° : la planète est tournée sur le côté, en train de tourner sur son axe dans la mauvaise direction, une chose étrange et unique dans le Système solaire. Uranus possède aussi des anneaux qui ont été



Anneaux d'Uranus

photographiés par la sonde, peut-être le reste d'une lune brisée par un autre objet céleste ou un effet de marée...



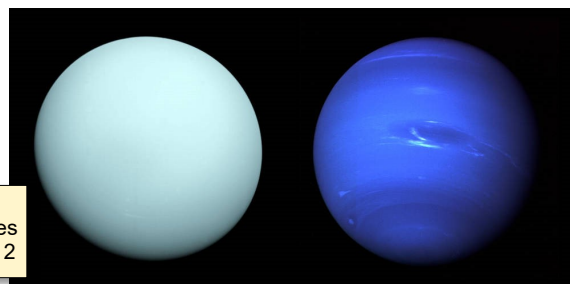
La surface fracturée de Miranda

Après une correction à mi-parcours en 1987, Voyager 2 va survoler Neptune le 25 août 1989. Grâce à des simulations de test informatisées répétées de trajectoires à travers le système neptunien menées à l'avance, les contrôleurs de vol de la NASA ont déterminé la meilleure façon d'acheminer la sonde Voyager 2 à travers le système Neptune-Triton. Étant donné que le plan de l'orbite de Triton est incliné de manière significative par rapport au plan de l'écliptique, Voyager 2 sera finalement dirigé sur une trajectoire à environ 4 950 km au-dessus du pôle nord de Neptune et, 5 heures après, Voyager 2 va effectuer le survol rapproché de Triton, passant à environ 40 000 km de la plus grande des deux lunes, connues à l'origine, de Neptune.



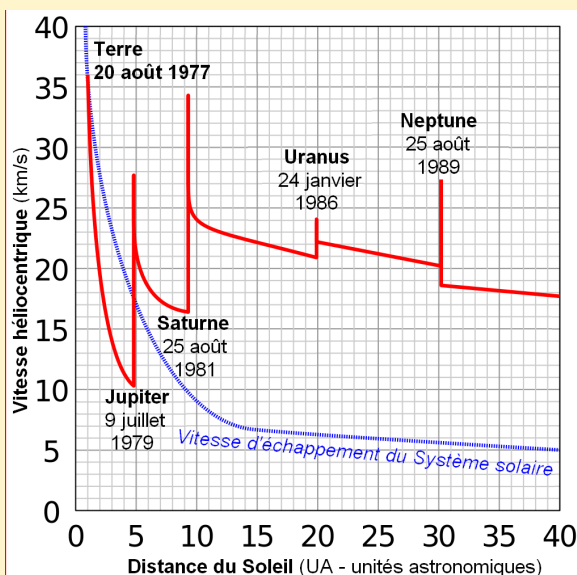
Voyage 2 s'éloigne de Neptune et de sa lune Triton.

Voyager va aussi découvrir dans son périple neptunien six nouvelles lunes : Despina, Galatea, Larissa, Proteus, Naiad et Thalassa.



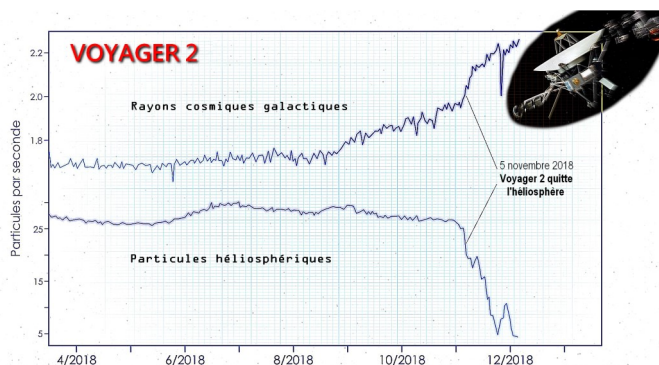
Uranus et Neptune, vues par Voyager 2

Graphique de la vitesse héliocentrique de Voyager 2 par rapport à sa distance du Soleil, illustrant l'utilisation des aides à la gravité pour accélérer le vaisseau spatial par Jupiter, Saturne et Uranus. Pour observer Triton, Voyager 2 est passé au-dessus du pôle nord de Neptune, ce qui a entraîné une accélération hors du plan de l'écliptique et, par conséquent, une vitesse réduite par rapport au Soleil.



Avec la décision de l'Union Astronomique Internationale de reclasser Pluton comme planète naine en 2006, le survol de Neptune par Voyager 2 en 1989 est devenu, rétroactivement, le moment où chaque planète connue du système solaire avait été visitée au moins une fois par une sonde spatiale.

Voyager 2 a ainsi rempli avec succès sa mission principale : visiter le système jovien en 1979, le système saturnien en 1981, le système uranien en 1986 et le système neptunien en 1989. Le vaisseau spatial est alors engagé dans sa mission étendue d'étude de l'espace interstellaire. Mais il y a encore de la distance à parcourir pour vraiment quitter l'influence de notre Soleil, ce que la sonde ne va faire que le 5 novembre 2018 ; Voyager 2 était alors à 122 UA (11,3 milliards de km) du Soleil et se déplaçait à une vitesse de 15,341 km/s relativement à lui.



On pensait à l'origine que Voyager 2 entrerait dans l'espace interstellaire au début de 2016, son spectromètre à plasma fournissant les premières mesures directes de la densité et de la température du plasma interstellaire. Toutefois, c'est en décembre 2018, que le scientifique du projet Voyager, Edward C. Stone, a annoncé que Voyager 2 avait atteint l'espace interstellaire le 5 novembre 2018.

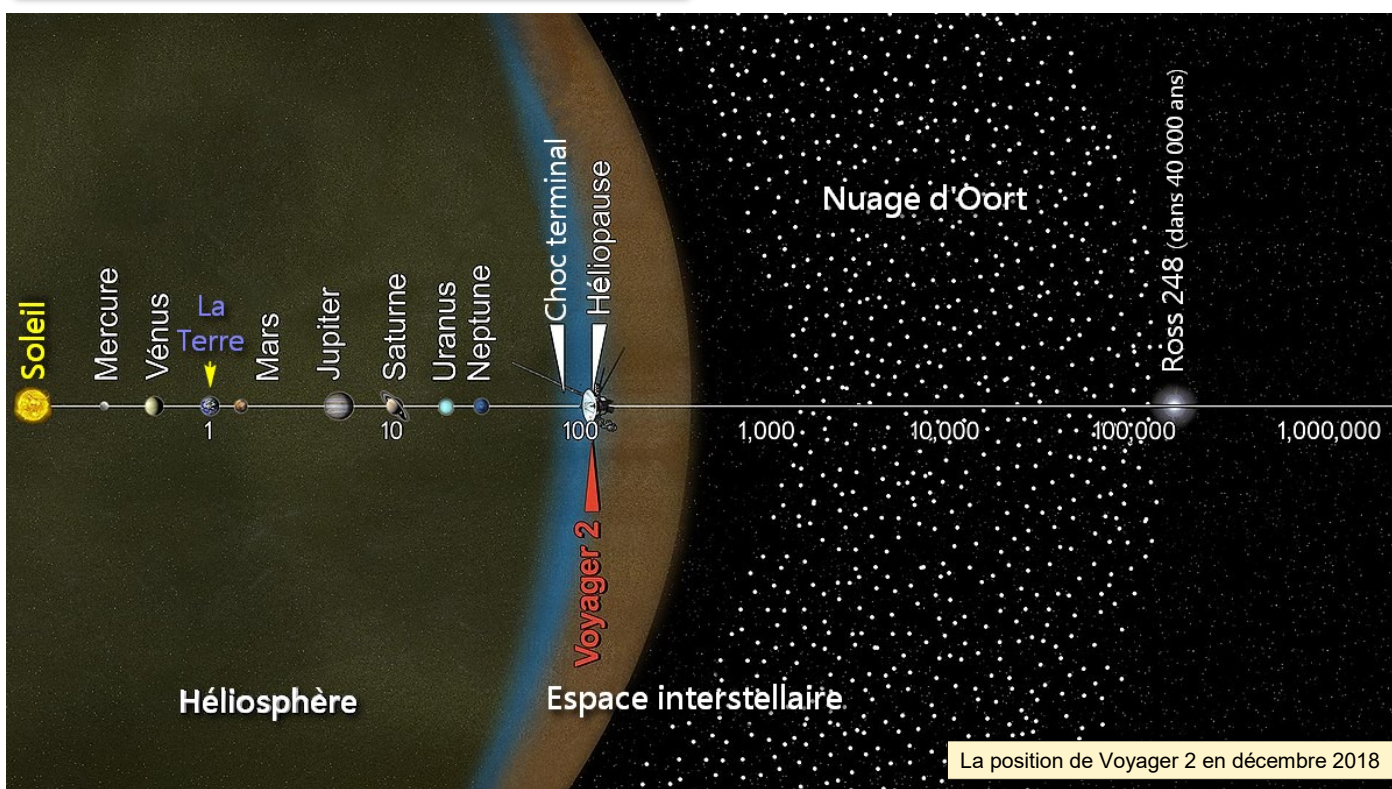
L'image d'artiste ci-dessous montre les distances du système solaire et la position du vaisseau spatial Voyager 2. L'échelle est en unités astronomiques (1 UA représente la distance moyenne de la Terre au Soleil, définie en 2012, égale à 149 597 870 700 km), chaque distance définie au-delà de 1 UA représente ici 10 fois la distance précédente. Neptune, la planète la plus éloignée du Soleil, est à environ 30 UA.

Une grande partie du système solaire se trouve en fait dans l'espace interstellaire. De manière informelle, le terme "Système solaire" est souvent utilisé pour désigner l'espace jusqu'à la dernière planète. Le consensus scientifique, cependant, dit que le Système solaire va vers le nuage d'Oort, qui est la source des comètes qui se promènent près de notre soleil sur de longues échelles de temps. Au-delà du bord extérieur du nuage d'Oort, la gravité des autres étoiles commence à dominer celle du Soleil. Ainsi, le bord intérieur de la partie principale du nuage d'Oort pourrait être aussi proche que 1 000 UA de notre Soleil et son bord extérieur est estimé à environ 100 000 UA.

Voyager 2, le deuxième objet créé par l'homme le plus éloigné après Voyager 1, se trouve à environ 119 UA du Soleil. Les indications des instruments scientifiques suggèrent que Voyager 2 est passé au-delà de notre héliosphère (la bulle de plasma que le Soleil souffle autour de lui) et dans l'espace interstellaire (l'espace entre les étoiles) en novembre 2018. L'héliosphère a une limite extérieure turbulente connue sous le nom d'héliogaine. Le choc terminal est la limite interne de l'héliogaine, et l'héliopause est la limite externe, au-delà de laquelle se trouve l'espace interstellaire. Voyager 2 a traversé le choc terminal (distance 84 UA) en août 2007. Il faudra environ 300 ans à Voyager 2 pour atteindre le bord intérieur du nuage d'Oort et peut-être environ 30 000 ans pour voler au-delà.

Voyager 2 s'éloigne du Soleil à environ 36 degrés du plan de l'écliptique (plan des planètes) vers le sud, vers les constellations du Sagittaire et du Paon. Dans environ 40 000 ans, Voyager 2 sera plus proche d'une autre étoile que notre propre Soleil, à environ 1,7 année-lumière d'une étoile appelée Ross 248, une naine rouge et petite étoile de la constellation d'Andromède.

Les missions Voyager font partie de l'Observatoire du système hélio physique de la NASA, parrainé par la division hélio physique de la Direction des missions scientifiques à Washington.



La position de Voyager 2 en décembre 2018

Quant à Voyager 1, nous savons qu'il avait vogué vers le grand espace intersidéral avant Voyager 2, puisqu'il a omis de visiter Uranus et Neptune et il est donc en avance pour rencontrer des extra-terrestres intelligents sur le parcours... s'ils sont vraiment là ; mais pour l'instant, pas de nouvelles sur ce point.

Dans le cadre du programme Voyager et comme son vaisseau frère Voyager 2, la mission étendue du vaisseau spatial est de localiser et d'étudier les régions et les limites de l'héliosphère extérieure et de commencer à explorer le milieu interstellaire. Voyager 1 a traversé l'héliopause et est entré dans l'espace interstellaire le 25 août 2012, ce qui en faisait le premier vaisseau spatial à le faire. Deux ans plus tard, Voyager 1 a commencé à subir une troisième "vague" d'éjections de masse coronale du Soleil qui s'est poursuivie au moins jusqu'au 15 décembre 2014, confirmant que la sonde se trouvait bien dans l'espace interstellaire.

Voyager 1 a été robuste jusque là, car l'équipe Voyager a testé fin 2017 les propulseurs de manœuvre de correction de trajectoire (TCM) de l'engin spatial et c'était la première fois que ces propulseurs étaient déclenchés depuis 1980, un processus permettant de prolonger la mission de deux à trois ans. La mission prolongée de Voyager 1 devrait se poursuivre jusqu'en 2025 environ, lorsque ses générateurs thermoélectriques à radio-isotopes (RTG) ne fourniront plus suffisamment d'énergie électrique pour faire fonctionner ses instruments scientifiques. La puissance de sortie des RTG diminue d'environ quatre watts par an, ce qui signifie que diverses parties instrumentales des vaisseaux Voyager, divers sous-systèmes et appareils de chauffage ainsi que les caméras des deux engins spatiaux ont été éteints au fil du temps pour gérer de manière optimum l'alimentation électrique. Cependant, en mai de cette année, quelques ennuis de télémétrie sont apparus.

Le problème n'a déclenché aucun système de protection contre les pannes à bord, qui est conçu pour mettre le vaisseau spatial en « mode sans échec », un état dans lequel seules les opérations essentielles sont effectuées, ce qui donne aux ingénieurs le temps de diagnostiquer un problème. Le signal de Voyager 1 ne s'est pas affaibli non plus, ce qui suggère que l'antenne à gain élevé reste dans son orientation prescrite avec la Terre, ce qui est essentiel pour ne pas perdre la sonde définitivement.

L'équipe va donc continuer à surveiller le signal de près tout en essayant de déterminer si les données invalides proviennent directement de l'AACS ou d'un autre système impliqué dans la production et l'envoi de données de télémétrie. Jusqu'à

Voyager 1, construit par le Jet Propulsion Laboratory dispose de 16 propulseurs à hydrazine, de gyroscopes de stabilisation à trois axes et d'instruments de référence pour maintenir l'antenne radio de la sonde pointée vers la Terre. Collectivement, ces instruments font partie du sous-système de contrôle d'attitude et d'articulation (AACS), avec des unités redondantes de la plupart des instruments et 8 propulseurs de secours. Le vaisseau spatial comprend également 11 instruments scientifiques pour étudier les objets célestes tels que les planètes pour son voyage dans l'espace.



Voyager 1 et Voyager 2 explorent la grande banlieue du Système solaire

ce que la nature du problème soit mieux comprise, l'équipe ne peut pas prévoir si cela pourrait affecter la durée pendant laquelle le vaisseau spatial peut collecter et transmettre des données scientifiques.

En mai, Voyager 1 se trouvait 23,3 milliards de kilomètres de la Terre, et il faut 20 heures et 33 minutes à la lumière pour parcourir cette distance. Cela signifie qu'il faut environ deux jours pour envoyer un message à Voyager 1 et obtenir une réponse, un délai auquel l'équipe de mission est toutefois bien habituée. « *Un mystère comme celui-ci est en quelque sorte normal à ce stade de la mission Voyager* » a déclaré Suzanne Dodd, chef de projet pour Voyager 1 et 2 au Jet Propulsion Laboratory de la NASA en Californie du Sud. « *Les engins spatiaux ont tous deux près de 45 ans, ce qui est bien au-delà de ce que les planificateurs de la mission avaient prévu. Nous sommes également dans l'espace interstellaire, un environnement à fort rayonnement dans lequel aucun vaisseau spatial n'a volé auparavant. Il y a donc de grands défis pour l'équipe d'ingénierie. Mais je pense que s'il existe un moyen de résoudre ce problème avec l'AACS, notre équipe le trouvera* ».

« *Il est possible que l'équipe ne trouve pas la source de l'anomalie et s'y adapte à la place* », a déclaré Dodd. S'ils trouvent la source, ils pourront peut-être résoudre le problème en modifiant le logiciel ou éventuellement en utilisant l'un des systèmes matériels redondants du vaisseau spatial.

Ce ne serait pas la première fois que l'équipe Voyager s'appuie sur du matériel de secours : en 2017, les propulseurs principaux de Voyager 1 ont montré des signes de dégradation, de sorte que les ingénieurs sont passés à un autre ensemble de propulseurs qui avaient été utilisés à l'origine lors des rencontres planétaires du vaisseau spatial. Ces propulseurs ont fonctionné, bien qu'ils aient été inutilisés pendant 37 ans.

Le jumeau de Voyager 1, Voyager 2, situé à 19,5 milliards de kilomètres, de la Terre, continue de fonctionner normalement. Lancés en 1977, les deux sondes Voyager ont fonctionné bien plus longtemps que prévu et sont les seuls engins spatiaux à collecter des données dans l'espace interstellaire. Les informations qu'ils fournissent sur cette région ont permis de mieux comprendre l'héliosphère, une barrière diffuse que le Soleil crée autour des planètes de notre Système solaire.

Alors que les ingénieurs continuent de travailler à résoudre le mystère que Voyager 1 leur a présenté, l'équipe Voyager s'efforce de maintenir les deux engins spatiaux opérationnels pour rendre une science unique au-delà de 2025 et tirer le meilleur parti des données reçues.

Quand on regarde comment ce 21^{ème} siècle se profile, les sondes Voyager seront peut-être les seuls « ambassadeurs » de l'humanité envoyés dans l'espace intersidéral avant que la planète Terre n'explose... mais la NASA dit que :



Les sondes Voyager sont destinées, peut-être éternellement, à errer dans la Voie lactée.

Il y a quelques siècles, les ambassadeurs des Rois allaient chez l'étranger avec des cadeaux. Voyager 1 et 2 ont emmené avec eux un « Golden Record » si, par hasard, l'une des sondes était interceptée dans l'espace par quelque créature dite « intelligente » qui saurait utiliser les informations inscrites. Allons ensemble voir en quoi ces informations pourraient compromettre notre sécurité... plus que Poutine. Car à l'époque, des gens bien pensants avaient peur : donner nos coordonnées dans la galaxie n'était pas chose à faire, et nous risquions d'être attaqués et anéantis par des êtres malfaisants venus d'un autre monde. C'était les chercher bien loin...



Un vinyle plaqué or dans ma discothèque serait du plus bel effet...

« Les sons de la Terre »

Les deux sondes spatiales Voyager portent un disque audiovisuel plaqué or au cas où l'un ou l'autre des engins spatiaux serait découvert par des formes de vie intelligentes d'autres systèmes planétaires. Les disques contiennent des photos de la Terre et de ses formes de vie, une gamme d'informations scientifiques, des salutations prononcées par le peuple (par exemple, le Secrétaire général des Nations Unies et le Président des États-Unis, et les enfants de la planète Terre) et un medley "Sons de la Terre", qui comprend les sons de baleines, un bébé qui pleure, des vagues se brisant sur un rivage et une collection de musique, y compris des œuvres de Wolfgang Amadeus Mozart, Blind Willie Johnson, Chuck Berry, Valya Balkanska et d'autres musiques orientales et occidentales classiques et ethniques

Ci-contre, la photographie du couvercle de protection du disque avec les instructions à « décoder » par des êtres intelligents pour lire le support.

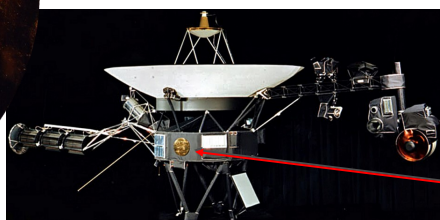


Dans le coin supérieur du couvercle de ce disque, à gauche se trouve un dessin facilement reconnaissable du disque et du stylet de lecture qui l'accompagne. Le stylet est dans la bonne position pour lire le disque depuis le début. Autour de lui est écrit en arithmétique binaire le temps correct d'une rotation du disque, à savoir 3,6 secondes, exprimé en unités de temps de 0,70 milliardième de seconde qui est, comme chacun sait, la période de temps associée à une transition fondamentale de l'atome d'hydrogène... Le dessin indique que le disque doit être joué de l'extérieur vers l'intérieur. Au-dessous de ce dessin se trouve une vue latérale du disque et du stylet, avec un nombre binaire indiquant le temps de lecture d'un côté du disque : environ une heure.

Les informations dans la partie supérieure droite de la couverture sont conçues pour montrer comment les images doivent être construites à partir des signaux enregistrés. Le dessin du haut montre le signal typique qui se produit au début d'une image. L'image est faite à partir de ce signal, qui trace l'image comme une série de lignes verticales, de la même façon que nos anciens téléviseurs à tube cathodique, sauf que chez nous, les lignes étaient horizontales... 625 en France (après le 819). Les lignes d'image 1, 2 et 3 sont notées en nombres binaires, et la durée de l'une des "lignes d'image", environ 8 millisecondes, est notée. Le dessin du dessous montre comment ces lignes doivent être dessinées verticalement, avec un "entrelacement" décalé pour donner le rendu correct de l'image. Immédiatement en dessous se trouve un dessin d'une trame d'image entière, montrant qu'il y a 512 lignes verticales dans une image complète. Également en dessous se trouve une réplique de la première image de l'enregistrement pour permettre aux destinataires de vérifier qu'ils décodent correctement les signaux. Un cercle a été utilisé dans cette image pour s'assurer que les destinataires utilisent le bon rapport entre la hauteur horizontale et la hauteur verticale dans la reconstruction de l'image ; cela nous rappelle le bon temps de la 1ère chaîne N & B avec la mire pour régler la télé, très sujette aux caprices de l'électronique de l'époque.

Le dessin dans le coin inférieur gauche est la carte des pulsars précédemment envoyée avec les plaques des vaisseaux spatiaux Pionniers 10 et 11. Elle montre la position du Système solaire par rapport à 14 pulsars, dont les périodes précises sont données. Le dessin contenant deux cercles dans le coin inférieur droit est un dessin de l'atome d'hydrogène dans ses deux états les plus bas, avec une ligne de liaison et la valeur 1 pour indiquer que l'intervalle de temps associé au passage d'un état à l'autre est utilisé comme échelle de temps fondamentale, à la fois pour le temps indiqué sur cette couverture et dans les images décodées.

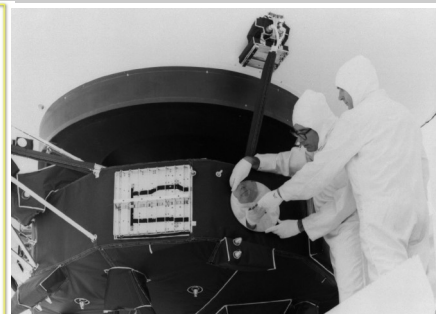
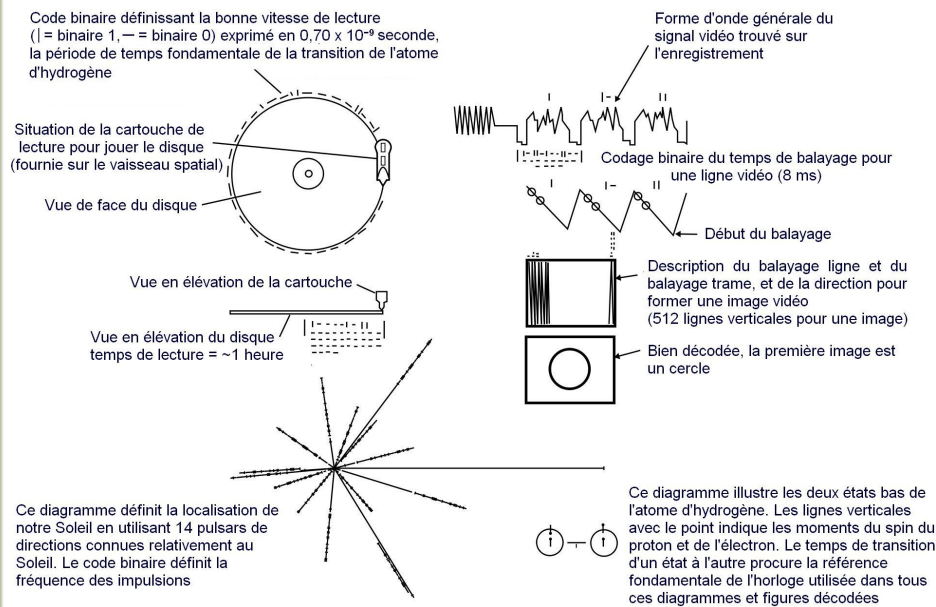
Sur cette couverture du disque, on trouve un électro placage d'une source ultra-pure d'uranium-238 avec une radioactivité d'environ 0,00026 microcurie. La désintégration régulière de la source d'uranium en ses isotopes descendants en fait une sorte d'horloge radioactive. La moitié de l'uranium 238 se désintégrera en 4,51 milliards d'années. Ainsi, en examinant cette zone de deux centimètres de diamètre sur la plaque et en mesurant la quantité d'éléments filles par rapport à l'uranium 238 restant, un destinataire extraterrestre du vaisseau spatial Voyager pourrait calculer le temps écoulé depuis que cet uranium a été placé à bord du vaisseau spatial. Cela devrait être une vérification de l'époque du lancement, qui est également décrite par la carte des pulsars sur la couverture du disque.



Situation du « disque d'or » sur le corps du vaisseau.

EXPLICATIONS DES DIAGRAMMES GRAVÉS SUR LE COUVERCLE DU DISQUE

Ces diagrammes ci-dessous définissent la partie vidéo de l'enregistrement :



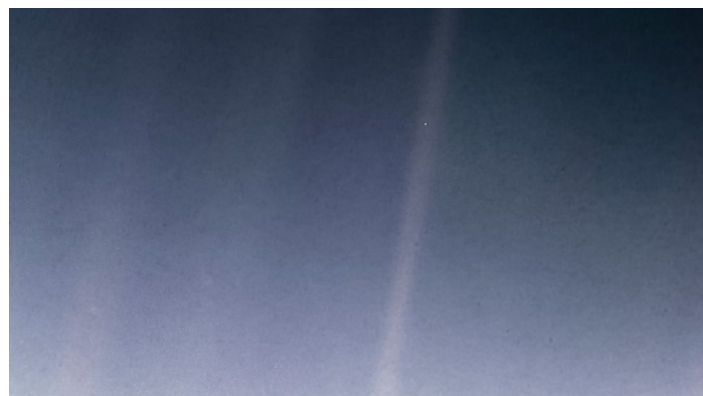
Montage du « Golden Record » sur le vaisseau Voyager.

Voyager 1' Pale Blue Dot

Ci-dessous, la photo du « *Petit Point Bleu Pale* » est une photographie de la planète Terre, prise le 14 février 1990 par la sonde Voyager 1 de la NASA a une distance de 6 milliards de km du Soleil. Cette image a inspiré le titre du livre de Carl Sagan : « *Pale Blue Dot* », qui est une vision du futur de l'Humanité dans l'espace.

Dans ce livre, il écrit :

Regardez ce point. C'est là. C'est notre maison. C'est nous !



Chaque disque est enfermé dans une enveloppe de protection en aluminium, accompagné d'une cartouche et d'une aiguille. Comme expliqué, des instructions, en langage symbolique, expliquent l'origine de l'engin spatial et indiquent comment le disque doit être joué. Les 115 images sont encodées sous forme analogique. Le contenu du disque a été sélectionné pour la NASA par un comité présidé par Carl Sagan de l'Université Cornell. Le professeur Sagan et ses associés ont rassemblé 115 images et une variété de sons naturels, tels que ceux émis par les vagues, le vent et le tonnerre, les oiseaux, les baleines et d'autres animaux. À cela, ils ont ajouté des sélections musicales de différentes cultures et époques, et des salutations prononcées par les habitants de la Terre dans cinquante-cinq langues, et des messages imprimés du président Carter et du secrétaire général de l'ONU Waldheim.

Carl Sagan : « *Le vaisseau spatial ne sera rencontré et le disque ne sera joué que s'il existe des civilisations spatiales avancées dans l'espace interstellaire* ».



Carl Sagan

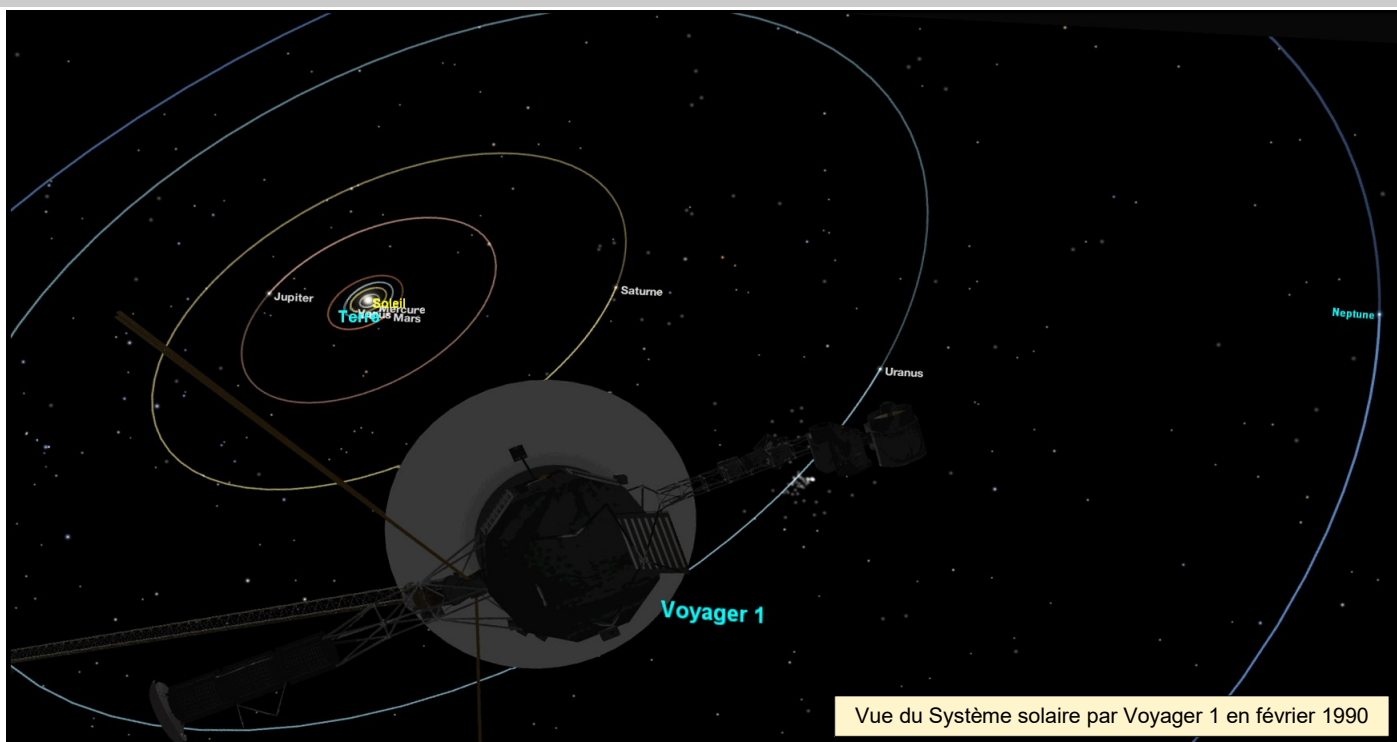
Quelques étapes de la fabrication du disque :



Voyager 1 partait alors en dehors du Système solaire, au-delà de l'orbite de Neptune, à 6 milliards de km du Soleil, quand la mission a commandé au vaisseau spatial de regarder derrière une dernière fois. La sonde Voyager 1 a pris une série de 60 clichés qui ont été utilisés pour réaliser le portrait de famille de notre Système solaire. Cette image ci-dessus, devenue célèbre, montre la Terre au travers d'un rayon de Soleil dispersé et, de ce point de vue avantageux, la Terre n'est seulement qu'un point de lumière, un petit pixel en dimension sur la photo.

En plus de la Terre, Voyager 1 a donc capturé les images de Neptune, Uranus, Saturne, Jupiter et Vénus. Mais quelques membres sont absents : Mars était obscurci par la lumière dispersée autour de l'objectif de la caméra, Mercure était trop près du Soleil et Pluton, cher aux Américains, était trop petit, trop lointain et trop sombre pour être détecté.

Ces images ont donné aux humains une vue impressionnante et sans précédent de leur monde d'origine et de ses voisins. Comme la Terre, chaque planète apparaît comme un simple grain de lumière (Uranus et Neptune apparaissent allongés en raison du mouvement des engins spatiaux lors de leurs expositions de 15 secondes à la caméra).



Vue du Système solaire par Voyager 1 en février 1990

Trouver un moyen d'afficher les images et de capturer l'ampleur de l'accomplissement de Voyager s'est avéré difficile. Le Jet Propulsion Laboratory de la NASA, qui a construit et gère les sondes Voyager, a monté toute la mosaïque sur un mur de son auditorium Theodore von Kármán et a couvert plus de 6 mètres. Des membres de l'équipe d'imagerie Voyager ont déclaré dans un document de recherche de 2019 que l'image de la Terre devait être remplacée souvent parce que beaucoup de personnes la touchaient.

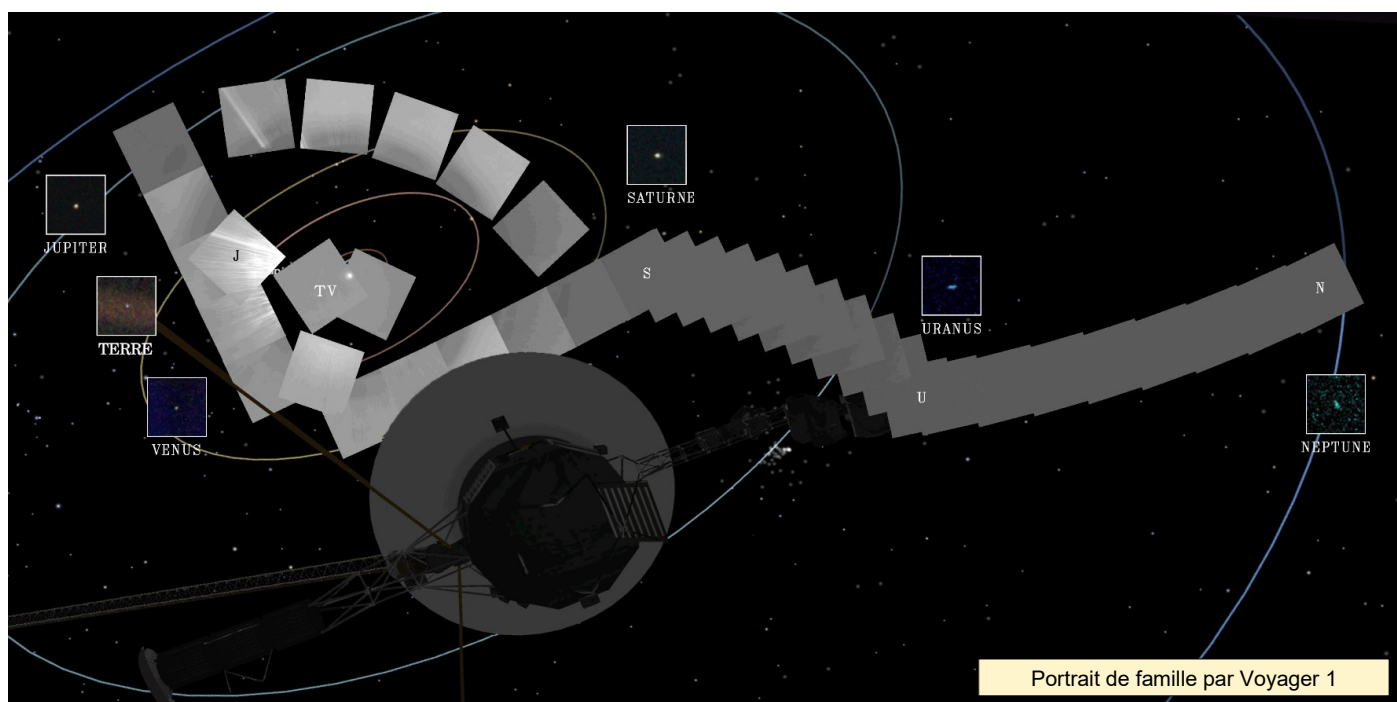
Le portrait de famille reste la première et la seule fois où un vaisseau spatial a tenté de photographier notre Système solaire. Seuls trois engins spatiaux ont été capables de faire une telle observation à une telle distance :

Voyager 1, Voyager 2 et New Horizons.

Le 13 février 1990, Voyager 1 a fait chauffer ses caméras pendant trois heures. Ensuite, la plate-forme scientifique du vaisseau spatial a été pointée

vers Neptune et les observations ont commencé. Après Neptune, il a pris des images d'Uranus, de Saturne, de Mars, du Soleil, puis de Jupiter, de la Terre et de Vénus. Les images de la Terre ont été prises à 0h48 UTC le 14 février 1990, à peine 34 minutes avant que Voyager 1 n'éteigne définitivement ses caméras. Il a fallu attendre le 1er mai 1990, et quatre passes de communication distinctes avec le Deep Space Network de la NASA, pour que toutes les données d'imagerie reviennent enfin sur Terre. Voyager 1 avait capturé des images de six des sept planètes ciblées ainsi que du Soleil. Après avoir pris le Pale Blue Dot et d'autres "photos de famille", à 5h22 UTC, le 14 février 1990, Voyager 1 a éteint ses caméras pour toujours. Les planificateurs de la mission voulaient économiser son énergie pour le long voyage à venir.

En août 2012, Voyager 1 est entré dans l'espace interstellaire. C'est maintenant l'objet créé par l'homme le plus éloigné de nous.



Portrait de famille par Voyager 1

Gaia poursuit
sa quête de la
carte du ciel
ultime...

Le télescope européen Gaia a publié son dernier lot de données alors qu'il cherche à assembler le plus grand catalogue de sources lumineuses dans le ciel.

Gaia devient une machine de découverte pas comme les autres.

Étoiles, astéroïdes et galaxies lointaines et brillantes, tout ce qui peut être visiblement identifié, voit ses statistiques vitales mesurées par l'observatoire. Gaia a déjà cartographié les positions de près de deux milliards d'objets. Maintenant, il est possible d'en dire plus sur leur composition.

« *Essentiellement, auparavant, nous pouvions dire très précisément où ils se trouvent ; maintenant nous pouvons dire ce qu'ils sont* », a déclaré le professeur Nick Walton, de l'Université de Cambridge qui est membre de l'équipe scientifique de Gaia.

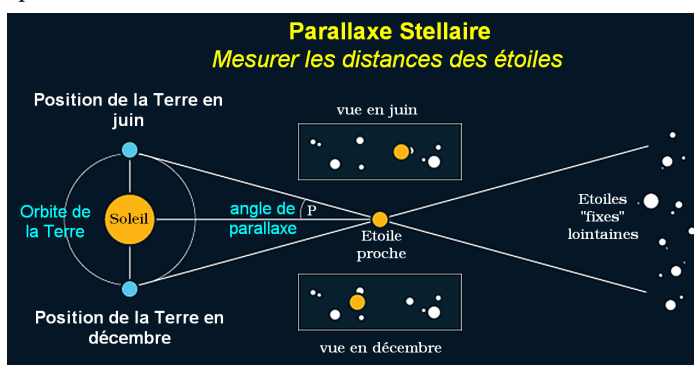
Le satellite Gaia de l'Agence spatiale européenne (ESA) a été lancé le 19 décembre 2013, et placé à 1,5 million de km de la Terre (point de Lagrange L2). Le vaisseau spatial a suffisamment de propulseur pour travailler jusqu'en 2024 ; sa mission initiale allait de 2014 à 2019. Il ressemble un peu à un chapeau haut de forme. Et pendant qu'il tourne, le télescope utilise sa caméra à un milliard de pixels pour suivre tout ce qui brille ou bouge, et avec une précision étonnante, qui permet même de faire une cartographie du ciel en 3D.

Ceci est particulièrement important lorsque vous essayez de mesurer les distances aux objets, ce que Gaia réalise en suivant comment ces cibles vacillent très légèrement dans le ciel alors qu'elles tournent autour du Soleil ; c'est une forme soignée de trigonométrie qui a maintenant été pratiquée sur 1,8 milliard d'étoiles dans, ou très proche de notre galaxie :

la Voie Lactée.

Au fur et à mesure que la Terre tourne autour du Soleil, des étoiles relativement proches semblent se déplacer devant des étoiles "fixes" qui sont bien plus éloignées, et parce que nous connaissons la distance Soleil-Terre, nous pouvons utiliser

l'angle de parallaxe pour déterminer la distance à l'étoile cible. Mais de tels angles sont très petits, moins d'une seconde d'arc pour les étoiles les plus proches, ou 0,05% du diamètre de la pleine Lune.



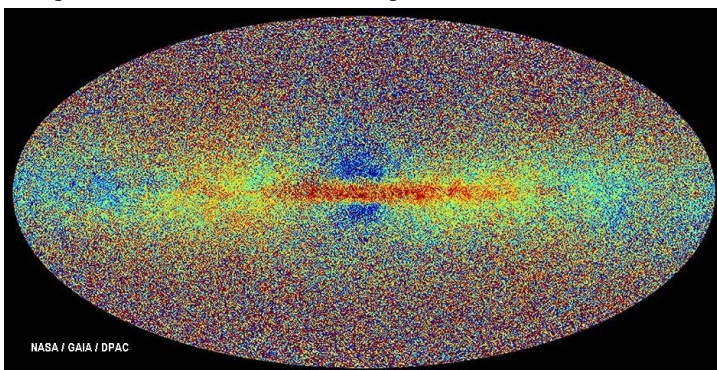
Au fur et à mesure que la Terre tourne autour du Soleil, des étoiles relativement proches semblent se déplacer devant des étoiles "fixes".

Gaia effectue des observations répétées pour réduire les erreurs de mesure à sept microsecondes d'arc pour les étoiles les plus brillantes ; les parallaxes sont utilisées pour ancrer d'autres techniques plus indirectes sur « l'échelle » déployée pour mesurer les distances les plus éloignées.

Dans la précédente publication de données, en décembre 2020, Gaia avait également révélé des informations de base sur la luminosité et la couleur de ces étoiles. Les nouvelles données reçues révèlent également des informations de spectroscopie.

La spectroscopie découpe la lumière provenant des étoiles en ses couleurs constitutives, pour révéler la chimie, la température, la masse, l'âge et la vitesse des cibles étudiées. De plus, et pour un sous-ensemble important d'étoiles (quelque 33 mil-

lions) cela a permis aux scientifiques de Gaia de déterminer à quelle vitesse ces objets se rapprochent ou s'éloignent de la Terre. Combiné avec leur mouvement précédemment établi à travers le ciel, cela signifie que nous avons maintenant leur comportement tridimensionnel complet.



Composition des étoiles

Les étoiles en rouge sont riches d'éléments métalliques.

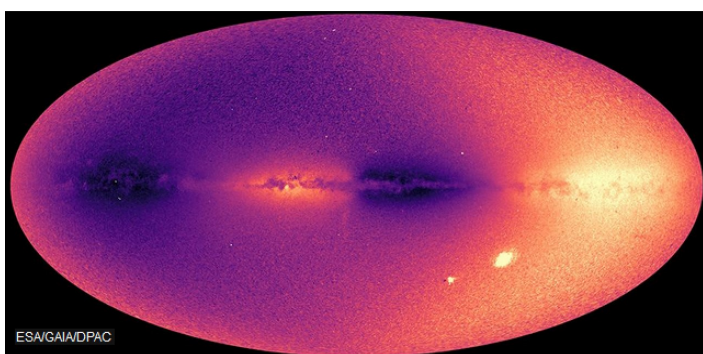
De telles informations donneront aux chercheurs des informations encore plus précises sur la façon dont la Voie Lactée est structurée et évoluée, du passé vers le futur.

Les nouvelles données de Gaia comprennent désormais :

- Deux milliards de sources lumineuses : principalement des étoiles mais aussi de nombreux objets du système solaire et certains au-delà de la Voie Lactée.
- Le détail spectroscopique révélant : la température, la chimie, la masse et l'âge de centaines de millions d'objets.
- 1,9 million de quasars : des galaxies lointaines où un trou noir central vorace alimente l'émission de lumière.
- 156 000 astéroïdes : essentiels pour comprendre leur origine et la possibilité qu'ils passent près de la Terre.

De plus, avec certaines de ces étoiles « 3D » également cartographiées dans la galaxie d'Andromède, à proximité, nous devrions avoir une meilleure idée de comment et précisément quand sa masse fusionnera avec la Voie Lactée (ce qui est attendu dans les prochains milliards d'années).

L'une des découvertes les plus surprenantes issues des nouvelles données est la reconnaissance que Gaia peut faire ce qu'on appelle l'astérosismologie. Il s'agit de l'étude des résonances de surface subtiles des étoiles, qui permettent aux scientifiques d'extraire des informations telles que la taille et l'âge d'une étoile. « *Les tremblements d'étoiles nous apprennent beaucoup sur les étoiles, notamment leur fonctionnement*

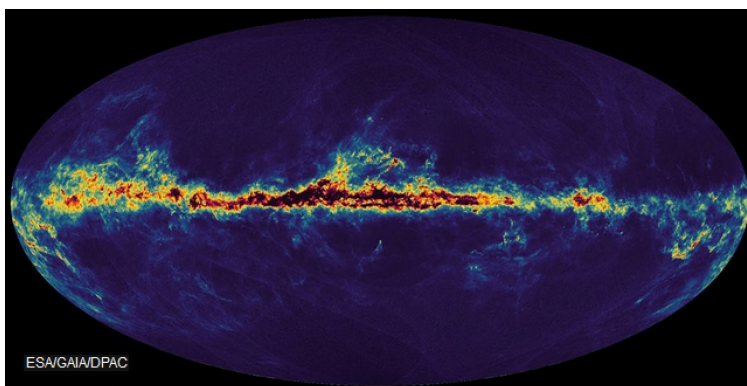


Gaia permet de voir les étoiles s'éloigner (zone brillante) ou se rapprocher (zone sombre)

interne. Gaia ouvre une mine d'or pour l'astérosismologie des étoiles massives », a déclaré le professeur Conny Aerts, de l'Université catholique de Louvain en Belgique.

Chaque fois que Gaia délivre son dernier ensemble de données (et il s'agit de la troisième version complète), il est immédiatement exploité par des groupes d'astronomie du monde entier. Certaines de ces équipes ont des articles scientifiques prêts à être publiés et ont juste besoin des chiffres de Gaia pour mener à bien leurs projets. Pour les groupes concurrents, ce sera une course pour voir qui peut publier en premier. Les sujets d'actualité incluront la recherche d'étoiles à grande vitesse, qui se déplacent à des centaines de kilomètres par seconde. « *Le scénario le plus probable de la façon dont ces étoiles obtiennent des vitesses aussi élevées est qu'elles doivent avoir été proches de notre centre galactique, qui a la physique pour produire ces accélérations* », a déclaré le Dr Timo Prusti, scientifique du projet Gaia de l'ESA « *Jusqu'à présent, ces étoiles ressemblaient davantage à des candidats, car la précision de Gaia n'a pas été suffisante [pour les comprendre pleinement], mais je suis sûr que les astronomes seront prêts avec leurs requêtes pour déchiffrer les nouvelles données de Gaia* ».

D'autres sujets d'actualité prêts à être exploités incluent la question de savoir si les étoiles sont enrichies en éléments plus lourds que l'hydrogène et l'hélium, ou appauvries. Les étoiles à faible "métallicité" sont d'autant plus fascinantes qu'elles sont probablement très anciennes, peut-être dans le premier groupe qui s'est réuni pour former la Voie Lactée.



Cartographier le poussière

Le plan galactique est obscurci par la poussière (noir-rouge)

La mission du télescope Gaia a peut-être été lancée il y a un peu plus de huit ans, mais la publication récente des données ne représente que les 34 premiers mois de ses opérations scientifiques. Cinq années supplémentaires de données recueillies n'ont pas encore été entièrement traitées, de quoi réduire les incertitudes et augmenter la sensibilité aux changements ; en effet, pour les oscillations des étoiles qui nous indiquent qu'il y a des planètes qui se déplacent autour d'elles, si vous n'avez qu'un an de données, vous ne pouvez trouver que des planètes très, très proches de celles-ci, mais après 10 ans d'observations, vous trouverez des planètes éloignées de leur étoile mère... des familles de planètes. À la fin de sa mission, Gaia pourrait avoir identifié des dizaines de milliers de planètes dans la Voie Lactée.

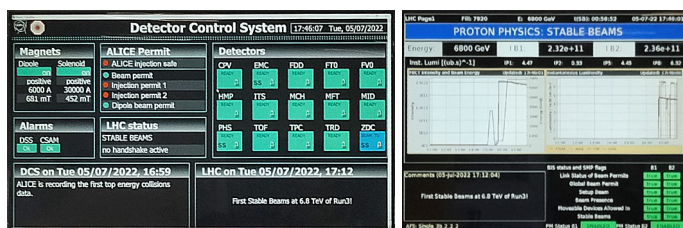
Avec Gaia qui devrait continuer à scruter le ciel jusqu'en 2025, ce pourrait être la fin de la décennie ou même le début des années 2030 avant que toutes ses informations ne soient mises dans le domaine public.

5 juillet 2022, le Large Hadron Collider redémarre avec une énergie record de 13,6 TeV



Une photo de groupe de la **collaboration ALICE** dans la salle de contrôle. Tout sourire après la première collision de LHC Run 3.

Le plus grand accélérateur de particules au monde a repris du service après plusieurs années de maintenance et de mise à niveau.



Désormais, les faisceaux de protons de 6,8 TeV qui se rencontrent font un « boum » de 13,6 TeV !

Avec des niveaux d'énergie jamais vus auparavant, les scientifiques espèrent percer un jour les mystères de la matière noire... si elle existe.

Un anneau de vingt-sept kilomètres de circonférence est enterré sous la frontière franco-suisse. Les faisceaux de protons (le proton est un des constituant du noyau des atomes) y sont projetés à des vitesses proches de celle de la lumière, dans les deux sens pour entrer en collision. Ces « explosions » génèrent parfois de nouvelles particules susceptibles de résoudre certains des plus grands mystères de l'astrophysique. D'ailleurs, c'est au LHC que le fameux boson de Higgs a été découvert.

L'un des objectifs du LHC est d'approfondir l'examen du modèle standard, le cadre mathématique utilisé par les physiciens pour décrire les particules fondamentales, mais aussi les forces par lesquelles elles interagissent.

Les chercheurs comptent aussi poursuivre les travaux sur le boson de Higgs qui n'a pas encore révélé tous ses secrets. Il s'agira notamment de déterminer sa durée de vie. Le modèle standard prédit qu'un boson de Higgs ne peut survivre que 10^{-22} s, avant de se briser en particules subatomiques. Cette nouvelle mise à jour du LHC pourrait donc permettre de le vérifier par l'expérience. Parmi ces particules figure peut-être le composant de la fameuse matière noire, toujours invisible.

Les faisceaux circulent en sens opposé, dans des tubes distincts placés sous un vide très poussé. Ils sont guidés le long

de l'anneau de l'accélérateur par un puissant champ magnétique, généré par des électroaimants supraconducteurs. Ces derniers sont composés de bobines d'un câble électrique supraconducteur (sans résistance donc sans perte d'énergie). Pour cela, les aimants doivent être refroidis à -271°C et c'est la raison pour laquelle une grande partie de l'accélérateur est reliée à un système de distribution d'hélium liquide qui refroidit les aimants ainsi que d'autres systèmes annexes.

Des milliers d'aimants de types et de tailles différents sont utilisés pour diriger les faisceaux le long de l'accélérateur. Parmi eux, les aimants principaux, dont 1232 aimants dipolaires de 15 m de long utilisés pour courber la trajectoire des faisceaux, et 392 aimants quadripolaires de 5 à 7 m de long qui concentrent les faisceaux. Juste avant la collision, un autre type d'aimant est utilisé pour « coller » les particules les unes aux autres, de façon à augmenter les probabilités d'une collision. Ces particules sont si minuscules que les faire entrer en collision revient à lancer deux aiguilles éloignées de 10 km, l'une contre l'autre.



Descente d'un aimant dipôle dans le tunnel du LHC pour son remplacement.



Photos : CERN

Tous les systèmes de contrôle de l'accélérateur et de leur infrastructure technique sont regroupés au Centre de contrôle du CERN. C'est depuis ce Centre que sont déclenchées les collisions des faisceaux au centre des quatre détecteurs de particules : ATLAS, CMS, ALICE et LHCb.

Cette nouvelle exploitation du LHC devrait durer environ quatre ans. Passé ce délai, les expériences seront à nouveau arrêtées pour de nouvelles mises à niveau qui pousseront le LHC à des niveaux de puissance encore plus élevés.



Capstone s'élance vers la Lune de la Nouvelle-Zélande



Pas de tir 1 Mahia (N-Z)



CAPSTONE (Cislunar Autonomous Positioning System Technology Operations and Navigation Experiment) s'envole vers la Lune à bord d'une fusée Electron Rocket Lab le 28 juin 2022 du pas de tir 1 situé sur la péninsule Mahia en Nouvelle-Zélande.



Pas très connu... ce pas de tir austral : mais voici un plan de situation par rapport à l'Australie, sans doute mieux cernée sur le globe terrestre.

Australie

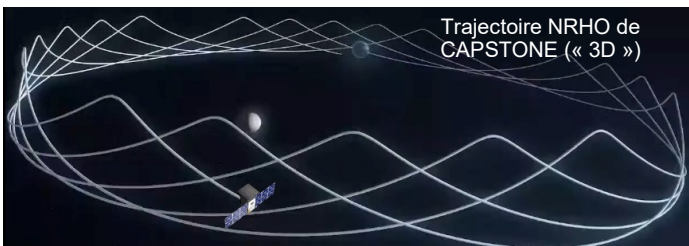
Nouvelle Zélande
péninsule de Mahia

Google Earth

La NASA a fait confiance à Rocket Lab, pour envoyer son éclairer du projet Artemis autour de la Lune. Rocket Lab a fait parler de lui il y a peu avec sa tentative de récupérer le 1er étage de son lanceur Electron par hélicoptère. Rocket Lab a été fondé en Nouvelle Zélande en 2006 par Peter Beck, et sa fusée Atea-1 qui a réussi son premier lancement en 2009 en a fait la première compagnie privée australe à partir dans l'espace. Toutefois, Rocket Lab possède ses quartiers en Californie depuis 2013 et y a développé sa fusée Electron à configuration variable : 1er lancement en 2017. En 2021, la société est devenue publique, inscrite au Nasdaq, et avait 500 employés. Elle a obtenue des contrats avec la NASA pour envoyer des petits satellites dans l'espace (CubeSat), dont CAPSTONE en 2020.

Justement, CAPSTONE est un satellite de type « CubeSat 12 Unités », pas très grand, type « four à micro-ondes », mais qui, grâce aux progrès et à la miniaturisation de l'électronique embarquée n'a rien à envier à ses confrères plus anciens, mais gros. Point important : qui dit petit satellite, dit moins grosse fusée pour partir dans l'espace, et s'échapper de l'attraction terrestre.

C'est donc une mission NASA qui a été confiée à Advance Space (Tyvak Nano-satellite Systems) pour ce qui est du satellite et Rocket Lab pour son envoi en orbite. Une préfiguration de l'usage d'une nouvelle orbite autour de la Lune prévue pour la Gateway du programme Artemis : une orbite quasi rectiligne de halo, similaire en quelque sorte aux points de Lagrange pour la Terre et le Soleil (où se trouve le télescope Webb) ; une zone de stabilité gravitationnelle entre Terre et Lune qui permet d'assurer des communications constantes avec la Terre et faire des économies d'énergie pour y rester. CAPSTONE va mettre 4 mois pour atteindre cette orbite, en utilisant un mode de transfert balistique, long et aussi moins gourmand en énergie que les 3 à 4 jours d'Apollo, mais avec plus de masse de charge utile possible ; une nouvelle route spatiale unique, profonde, non testée, inhabituelle mais efficace vers la Lune, qui intéresse beaucoup la NASA.



Trajectoire NRHO de CAPSTONE (« 3D »)



Terre

Lune

CAPSTONE

NRHO : orbite quasi rectiligne de halo autour de la Lune avec vue permanente et impenable sur la Terre.
(Échelle des distances non respectée)

La destination de CAPSTONE est une orbite lunaire unique destinée à la passerelle de la NASA, un avant-poste polyvalent qui fournira un soutien essentiel aux missions lunaires à long terme des astronautes dans le cadre du programme Artemis. Cette orbite spéciale, appelée orbite de halo quasi rectiligne, ou NRHO, permet une stabilité qui se traduit par une efficacité énergétique pendant la durée de vie minimale de 15 ans de la Gateway en orbite autour de la Lune. CAPSTONE sera le premier vaisseau spatial à tester la dynamique de NRHO une fois arrivé sur la Lune après une période de transit de quatre mois.



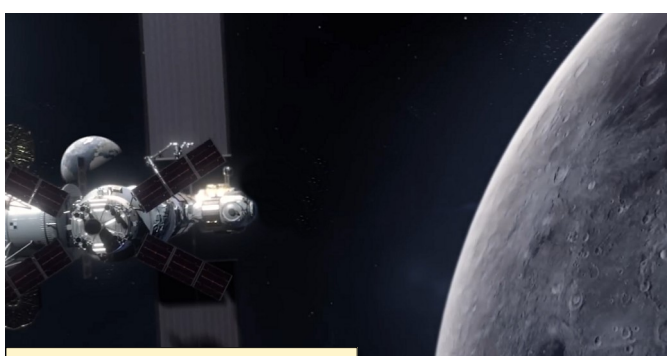
Vue d'artiste :
CAPSTONE au dessus du pôle nord de la Lune.

Orbite NHRO
Périgée (pôle N) :
≈ 1 600 km
Apogée (pôle S) :
≈ 70 000 km

L'équipe CAPSTONE a fait voler virtuellement le satellite sur cette orbite NRHO à travers des tests répétés dans des simulations informatiques aussi fidèles que possible.

« *Advanced Space a utilisé des outils de simulation matures, éprouvés en vol et dérivés de la NASA pour développer, mettre en œuvre et vérifier la trajectoire de mission et l'approche de navigation de CAPSTONE* », a déclaré Tom Gardner, responsable du programme CAPSTONE chez Advanced Space de Westminster, Colorado.

L'orbite NRHO est considérablement allongée. Son emplacement à un point d'équilibre gravitationnel précis entre la Terre et la Lune, offre une stabilité pour les missions à long terme comme la passerelle Artémis Gateway, et nécessite une énergie minimale à entretenir. L'orbite de CAPSTONE



Gateway : la passerelle Artémis va utiliser l'orbite NRHO (image d'artiste)

établit également un emplacement qui est une zone de rassemblement idéale pour les missions sur la Lune et au-delà. L'orbite va amener CAPSTONE à moins de 1 600 km d'un pôle lunaire lors de son passage proche, et à 70 000 km de l'autre pôle à son apogée, et cela tous les 6 jours et demi...

Après un voyage de quatre mois vers sa destination cible, CAPSTONE orbitera cette zone autour de la Lune pendant au moins six mois pour comprendre les caractéristiques de l'orbite. Plus précisément, il validera les besoins en puissance et en propulsion pour maintenir son orbite comme prévu par les modèles de la NASA, réduisant ainsi les incertitudes logistiques. Il démontrera également la fiabilité des solutions innovantes de navigation entre engins spatiaux ainsi que les



capacités de communication avec la Terre. Le NRHO offre l'avantage d'une vue dégagée de la Terre en plus de la couverture du pôle Sud lunaire.

Pour tester ces nouvelles capacités de navigation, CAPSTONE dispose d'un deuxième ordinateur de vol et d'une radio dédiés à la charge utile qui effectueront des calculs pour déterminer où se trouve le satellite sur sa trajectoire orbitale. Tournant autour de la Lune depuis 2009, le Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) de la NASA servira de point de référence pour CAPSTONE. L'intention est que CAPSTONE communique directement avec LRO et utilise les données



LRO, lancé le 18 juin 2009, orbite autour de la Lune entre 20 et 165 km d'altitude et a réalisé une carte 3D de la Lune (98,2 %) avec une résolution de 100 m (5 m pour les sites Apollo). Prévue pour 1 an, la mission a été étendue à plusieurs reprises et la NASA espère qu'il va maintenir toutes ses capacités durant les années 2020...

obtenues à partir de cette liaison croisée pour mesurer à quelle distance il se trouve de LRO et déterminer ensuite sa position dans l'espace. Cette technologie pourrait permettre aux futurs engins spatiaux de déterminer leur position dans l'espace sans compter exclusivement sur le suivi depuis la Terre. CAPSTONE propose également une nouvelle capacité de télémétrie unidirectionnelle de précision intégrée à sa radio qui pourrait réduire le temps de réseau au sol nécessaire aux opérations dans l'espace.

« *CAPSTONE est un exemple de la façon dont la collaboration avec des partenaires commerciaux est essentielle pour les plans ambitieux de la NASA d'explorer la Lune et au-delà* », a déclaré Jim Reuter, administrateur associé de la Direction des missions de technologie spatiale. « *Nous sommes ravis du démarrage réussi de la mission et nous attendons avec impatience ce que CAPSTONE fera une fois qu'il arrivera sur la Lune* ».

Bien que le lancement de CAPSTONE soit une réussite, les responsables de la mission ont eu quelques frayeurs quand le contrôle au sol a perdu le satellite : un problème de communication qui a commencé le 4 juillet.

Lors de la mise en service du vaisseau spatial de la NASA, l'équipe du Deep Space Network a noté des données de télémétrie incohérentes. Tout en enquêtant sur cela, l'équipe des opérations de l'engin spatial a tenté d'accéder aux données de diagnostic sur la radio de l'engin spatial et a envoyé une commande mal formatée qui a rendu la radio inutilisable.

Le système de détection de pannes de l'engin spatial aurait dû redémarrer immédiatement la radio, mais ne l'a pas fait en raison d'une erreur dans le logiciel de vol. Hors de contact avec la Terre, le vaisseau spatial a maintenu son orientation de manière autonome pour garder son antenne pointée vers la Terre, et garder sa batterie chargée avec les panneaux solaires. Le système logiciel de vol autonome de CAPSTONE a finalement résolu le problème et ramené le vaisseau spatial en communication avec le sol, permettant à l'équipe de mettre en œuvre des procédures de récupération et de commander à nouveau le vaisseau spatial, qui a terminé avec succès sa première manœuvre de correction de trajectoire le 7 juillet, le premier allumage de propulseur, avec d'autres au cours des prochains mois, pour mieux cibler l'orbite de transfert de CAPSTONE vers la Lune. La prochaine manœuvre de correction de trajectoire de CAPSTONE était prévue pour le samedi 9 juillet.

Le 7 juillet, CAPSTONE était à environ 470 000 km de la Terre, au-delà de l'orbite de la Lune. CAPSTONE fera une boucle et arrivera sur son orbite lunaire – appelée orbite de halo presque rectiligne, ou NRHO – le 13 novembre de cette année.



Bennu, un astéroïde surprenant...

BENNU (ou Benou) est un astéroïde qui était la cible de la mission OSIRIS-Rex de la NASA, qui vient récemment de la prolonger en la transformant en OSIRIS-APEX pour étudier un autre astéroïde : Apophis. Les échantillons de Bennu sont en cours de route vers la Terre.

Après avoir analysé les données recueillies lorsque le vaisseau spatial OSIRIS-REx de la NASA a collecté un échantillon de l'astéroïde Bennu en octobre 2020, les scientifiques ont remarqué quelque chose d'étonnant : le vaisseau spatial se serait enfoncé dans Bennu s'il n'avait pas mis à feu ses propulseurs pour reculer immédiatement après avoir attrapé la poussière et la roche de la surface de l'astéroïde. Il s'avère que les particules qui composent l'extérieur de Bennu sont très lâches et légèrement liées les unes aux autres, et si une personne marchait sur Bennu, elle ressentirait très peu de résistance, comme si elle entrait dans une fosse de balles en plastique, qui sont des terrains de jeux très prisés par les enfants.

« Si Bennu était compact, tassé, cela impliquerait une roche presque solide, mais nous avons trouvé beaucoup d'espace vide à la surface » a déclaré Kevin Walsh, membre de l'équipe scientifique OSIRIS-REx du Southwest Research Institute, basé à San Antonio. Les dernières découvertes sur la surface de Bennu ont été publiées le 7 juillet dans une paire d'articles dans les revues Science et Science Advances, dirigées respectivement par Dante Lauretta, chercheur principal d'OSIRIS-REx, basé à l'Université d'Arizona, Tucson et Walsh. Ces résultats s'ajoutent à son étude qui a tenu les scientifiques en haleine tout au long de la mission OSIRIS-REx, car Bennu s'est avéré constamment imprévisible :

- Première surprise en décembre 2018 : lorsque le vaisseau spatial de la NASA est arrivé à Bennu, l'équipe OSIRIS-REx a trouvé une surface jonchée de rochers au lieu d'une plage de sable lisse à laquelle elle s'attendait, sur la base des observations réalisées par des télescopes terrestres et spatiaux.
- Seconde : les scientifiques ont également découvert que Bennu "crachait" des particules de roche dans l'espace.

« Nos attentes concernant la surface de l'astéroïde étaient complètement fausses », a déclaré Lauretta. Le dernier indice que Bennu n'était pas ce qu'il semblait être est venu après que le vaisseau spatial OSIRIS-REx ait ramassé un échantillon et transmis de superbes images en gros plan de la surface de l'astéroïde à la Terre. « Ce que nous avons vu était un énorme mur de débris tout autour du site d'échantillonnage ». En effet, les scientifiques ont été déconcertés par l'abondance de cailloux éparpillés, compte tenu de la douceur avec laquelle le vaisseau spatial devait frapper la surface. Encore plus

Ci-contre, une vue de l'astéroïde Bennu éjectant des particules de sa surface.

Cette vue a été prise le 19 janvier 2019 ; elle a été créée en combinant deux images prises à bord du vaisseau spatial OSIRIS-REx de la NASA (d'autres techniques de traitement d'image ont également été appliquées, telles que le recadrage et le réglage de la luminosité et du contraste de chaque image).

NASA / Goddard / Université d'Arizona / Lockheed Martin

bizarre, le vaisseau spatial a laissé un grand cratère de 8 mètres de large. « Chaque fois que nous avons testé la procédure de prélèvement d'échantillons en laboratoire, nous avons à peine fait un trou », a déclaré Lauretta.

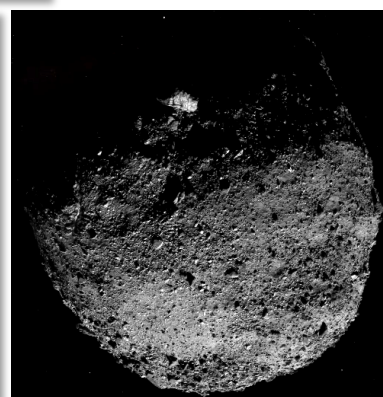
L'équipe de la mission a donc décidé de renvoyer le vaisseau spatial pour prendre plus de photos de la surface de Bennu et faire un bon état des lieux.

Bennu est un astéroïde géo croiseur (potentiellement dangereux), un tas de roches et de rochers laissés lors de la formation du Système solaire.

Taille : 565 x 535 x 508 m

Le 20 octobre 2020, le vaisseau spatial OSIRIS-REx de la NASA a brièvement atterri sur Bennu et a collecté un échantillon pour le retour sur Terre.

Image : centre de vol spatial Goddard de la NASA



Vue rapprochée de la surface de Bennu.



Vue d'artiste d'OSIRIS-Rex s'approchant de la surface.

Les scientifiques de la mission ont analysé le volume de débris visibles sur les images, avant et après l'échantillonnage, du site surnommé "Nightingale" ("Rossignol"... pas très égyptien, ce nom). Ils ont également examiné les données d'accélération recueillies lors de l'atterrissage du vaisseau spatial. Ces données ont révélé que lorsque OSIRIS-REx a touché l'astéroïde, il a subi la même force de résistance, à savoir très peu, qu'une

personne ressentirait en pressant le piston d'une carafe à café à presse française (ou italienne...). « *Au moment où nous avons mis à feu nos propulseurs pour quitter la surface, nous étions toujours en train de plonger dans l'astéroïde* », a déclaré Ron Ballouz, un scientifique OSIRIS-REx basé au Johns Hopkins Applied Physics Laboratory à Laurel, Maryland. Ballouz et l'équipe de recherche ont exécuté des centaines de simulations informatiques pour déduire la densité et la cohésion de Bennu sur la base d'images d'engins spatiaux et d'informations d'accélération. Les ingénieurs ont fait varier les propriétés de cohésion de surface dans chaque simulation jusqu'à ce qu'ils trouvent celle qui correspondait le mieux à leurs données réelles.

Maintenant, ces informations précises sur la surface de Bennu peuvent aider les scientifiques à mieux interpréter les observations à distance d'autres astéroïdes, ce qui pourrait être utile pour concevoir de futures missions vers ces petits corps célestes errants, mais aussi pour développer des méthodes pour protéger la Terre des collisions de méchants astéroïdes. Il est possible que des astéroïdes comme Bennu - à peine maintenus ensemble par la gravité ou la force électrostatique - puissent se briser dans l'atmosphère terrestre et poser ainsi un type de danger différent des astéroïdes solides.

« *Je pense que nous en sommes encore au début de la compréhension de ce que sont ces corps, car ils se comportent de manière très contre-intuitive* », a déclaré Patrick Michel, scientifique OSIRIS-REx et directeur de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique de Côte d'Azur, France.



Patrick Michel au Kennedy Space Center pour suivre le lancement de la mission OSIRIS-REx. Il est un des scientifiques français impliqués dans cette mission (et aussi la mission Hayabusa 2).



Le bras d'OSIRIS-REx porte à son extrémité le **TAGSAM**, qui permet de recueillir les précieux fragments de roches de Bennu.

Le bras avec son échantillonneur s'est approché doucement de la surface pour faire un "touché-décollé" (Touch And Go ou TAG, SAM Sample Acquisition Mechanism).

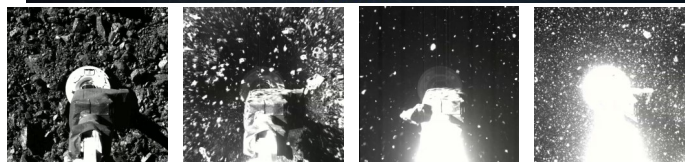
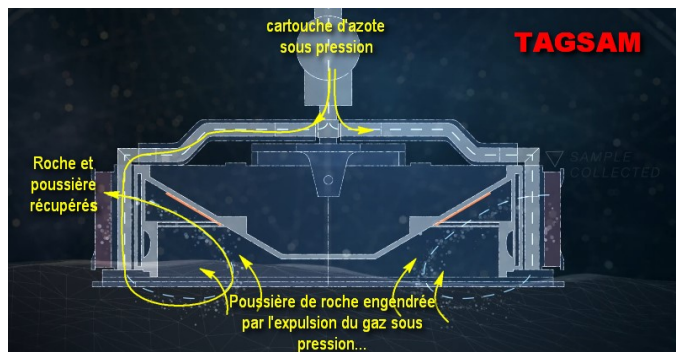
Mais avec les nouvelles données connues, ce qui s'est passé est différent du scénario imaginé...



Les 30 secondes critiques de la phase « récupération d'échantillons » :

Le 20 octobre 2020, OSIRIS-REx a effectué sa descente finale vers le site d'échantillonnage. Avec son bras TAGSAM tendu, il s'est approché de la surface à 10 cm par seconde, la

vitesse d'un insecte. Une seconde après le contact sol, il a libéré une cartouche d'azote sous pression, qui a généré une explosion de particules et entraîné cela dans la tête TAGSAM de prélèvement d'échantillons.



Images reçues sur Terre du TAG enregistré grâce aux caméras embarquées (TAGCAMS) : deux caméras Navcam N&B pour la navigation et les prises de vue du sol de l'astéroïde, et une caméra couleur Stowcam pour vérifier la collecte de l'échantillon.

Six secondes après le contact, alors qu'il s'enfonçait encore dans Bennu, OSIRIS-REx a déclenché ses propulseurs pour commencer la manœuvre de recul, une mise à feu qui a duré 24 secondes, poussant continuellement le vaisseau spatial et ralentissant rapidement sa descente, les débris volants des propulseurs et le dégagement de gaz ont bombardé les instruments scientifiques, les obstruant de poussière. Neuf secondes après le



L'ombre du bras d'OSIRIS-REx qui s'éloigne et le nuage de débris soulevés par le prélèvement et qui voltigent encore...

contact, alors qu'OSIRIS-REx s'était enfoncé de près d'un demi-mètre dans Bennu, celui-ci a enfin inversé sa trajectoire et a commencé à s'élever. À seize secondes, la tête TAGSAM a émergé de la surface, alors que le vaisseau spatial continuait d'accélérer. Et ce n'est que 30 secondes après le contact, qu'OSIRIS-REx a coupé ses propulseurs et s'est éloigné avec

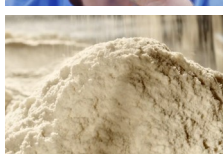
son échantillon de Bennu. Les images étaient époustouflantes, mais pourquoi la surface de Bennu s'est-elle comportée de manière si inattendue ? La réponse implique la cohésion, une force attractive qui peut lier les molécules entre elles :

- l'acte ou l'état de se « serrer les coudes ».
- l'union entre plantes ou organismes similaires.
- l'attraction moléculaire par laquelle les particules d'un corps s'unissent dans toute la masse.

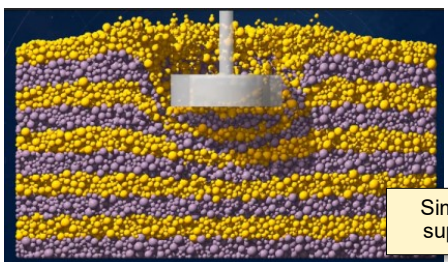
La cohésion donne à l'eau sa tension superficielle et maintient les gouttelettes ensemble, même dans un environnement de microgravité, comme la Station Spatiale Internationale.



Les matériaux granulaires comme la farine de blé, le cacao et la poussière peuvent également présenter une cohésion, ce qui regroupe les grains individuels en amas, et des grumeaux en perspective dans la crème pâtissière.



Sur Bennu, les scientifiques s'attendaient à ce que la cohésion agisse un peu comme de la colle entre les roches, rendant sa surface meuble plus solide. Mais l'opération TAG a montré que les couches supérieures de Bennu sont presque sans cohésion, et se déforment sous contrainte comme un fluide. Une bonne analogie est la « piscine à balles » ; elles glissent facilement les unes sur les autres (et sur des enfants turbulents) et se comportent en masse comme un fluide.



Simulation des couches superficielles de Bennu

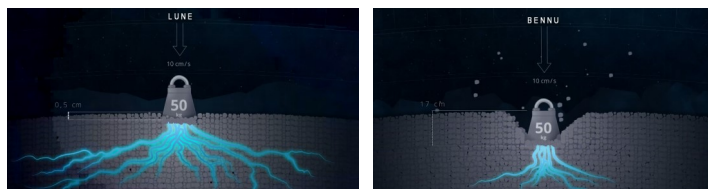


Grâce à OSIRIS-REx, nous savons maintenant que la surface de Bennu n'est pas maintenue par la cohésion, mais par la gravité... plutôt la microgravité : inférieure à 1/100 000ème de l'attraction terrestre.

Sur la Lune, la gravité est 6 fois moins forte qu'elle ne l'est sur Terre, et 16 000 fois plus forte qu'elle ne l'est sur Bennu. En conséquence, les matériaux en vrac dans le sous-sol lunaire sont entassés plus étroitement, ce qui rend la surface de la Lune relativement ferme. Si une masse de fer solide de 50 kg devait frapper la Lune à la même vitesse que l'événement TAG, elle s'enfoncerait dans le sol d'un demi-centimètre seulement.

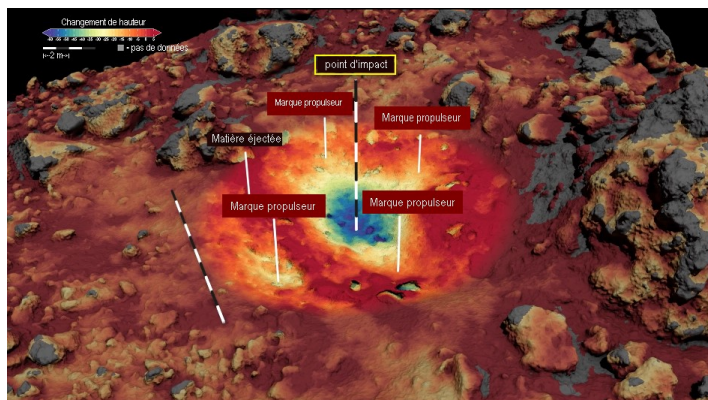


Mais répéter cette expérience sur Bennu donnerait un résultat radicalement différent. Bien que la masse frapperait avec la même force, elle plongerait de 17 cm avant de s'arrêter - soit trente fois plus profondément que sur la Lune.



Près de six mois plus tard, le 7 avril 2021, le vaisseau spatial est revenu pour un dernier survol et observer son empreinte laissée sur la surface de l'astéroïde (image d'artiste).

Au point d'impact se trouvait un nouveau cratère, mesurant en moyenne huit mètres de diamètre, et atteignant 68 cm de profondeur. Les marques d'éjection des propulseurs recouvraient les bords du cratère créé par le TAG, en dessinant un motif en X, tout en augmentant son volume jusqu'à 40 %. Une crête de matériau éjecté qui avait été soulevée lors de la collecte d'échantillons, puis retombée à la surface, encerclait le cratère comme lorsque l'on fait un feu de camp.



Avec une bouffée de gaz et l'éjection des propulseurs, OSIRIS-REx avait déplacé 12 mètres cubes de matériau granulaire...

Six tonnes de roche en vrac qui auraient pu être entassées aussi légèrement qu'un bol de pop-corn !



Après une dernière manœuvre de départ, en mai 2021, OSIRIS-REx a entamé un voyage de 2 ans vers la Terre. À son bord se trouvaient environ 250 g de l'astéroïde Bennu, un trésor scientifique destiné à de futures découvertes.

L'extraction minière des astéroïdes pour répondre à la pénurie sur Terre



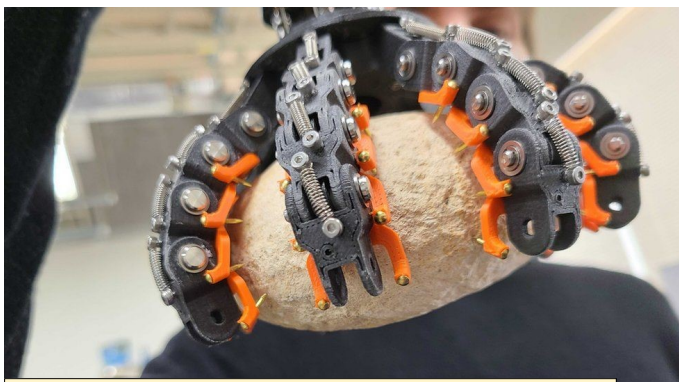
ASTEROID MINING CORPORATION LTD

Scar-e, un robot à six pattes : le Space Capable Asteroid Robotic Explorer. À envoyer sur un astéroïde pour forer des métaux précieux tels que le fer, le nickel et le platine.

En plus d'être de plus en plus essentiels pour les téléphones, les ordinateurs portables et les voitures, certains métaux comme le platine seront également nécessaires pour aider à produire de l'hydrogène alors que nous passons à une énergie plus « verte ».

Note personnelle : l'énergie n'est pas colorée, et ces qualificatifs sont absurdes, tout comme « l'énergie renouvelable »... les cours de physique sont bien oubliés. Mais, comme on dit, c'est dans l'air du temps... de ce siècle à tendance obscurantiste.

Avec seulement un approvisionnement limité sur terre, les gens se tournent de plus en plus vers l'espace pour répondre à une demande accrue. C'est là que Scar-e entre en jeu. Sa griffe puissante, conçue en partenariat avec l'Université de Tohoku au Japon, devrait s'agripper à un astéroïde dans l'espace pour l'empêcher de s'envoler (le robot...). Il a été inspiré par la façon dont les tarentules s'accrochent aux murs :



AMC / Space Robotics Lab à l'Université de Tohoku (Japon)

Mitch Hunter-Scullion est le fondateur de l'Asteroid Mining Corporation (AMC) : « Je suis terrifié par les araignées ... alors j'ai pensé que c'était tout à fait approprié ». Toutefois, il admet que son robot n'est pas encore aussi agile que la tarentule pour grimper aux murs.

Ces opérations minières sur un astéroïde impliqueraient non seulement de faire atterrir un ou des robots sur le sol de celui-ci, mais également de construire à distance une infrastructure minière, puis de renvoyer d'une manière ou d'une autre les matériaux sur Terre. De plus, on l'a vu avec l'astéroïde Bennu, des surprises peuvent être au rendez-vous... Mais il est facile de voir pourquoi lui et d'autres veulent essayer.

Une nouvelle ruée vers l'or (ou le platine) ?

Les astéroïdes sont faits de la même matière que le reste des planètes rocheuses de notre Système solaire - et cela signifie qu'ils sont également riches en certains minéraux précieux et nous allons très loin (et en profondeur) pour les extraire ici sur Terre.

Trouver de grands gisements de platine sur un astéroïde, par exemple, dit Mitch, « permettrait à l'humanité de commencer à innover d'une manière que nous n'avons pas faite depuis un bon moment ».

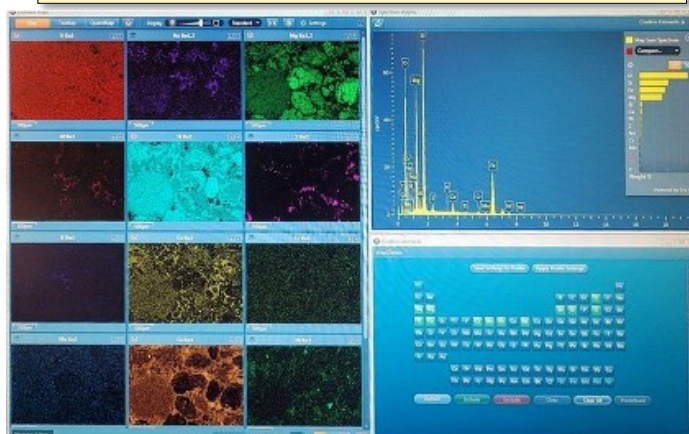
« Extraire des ressources des astéroïdes présente un défi différent de les obtenir de la Terre », déclare le professeur John Bridges, un scientifique de l'Université de Leicester impliqué dans la mission Hayabusa 2.

En effet, ces petites roches spatiales inertes n'ont pas subi les mêmes processus géologiques que leurs cousines planétaires massives. « Elles n'ont pas traversé la fusion, le volcanisme et la formation de montagnes, qui agissent pour concentrer certains des éléments dans des parties particulières de la croûte. C'est pourquoi sur Terre, nous pouvons avoir une mine, dans un endroit particulier, pour en extraire de rares éléments ».

Sur un astéroïde, les éléments seront toujours là mais ils seront simplement dispersés car la nature n'a pas eu la chance de les concentrer dans des veines de minerai...



Un petit morceau de météorite qui est tombé sur Terre dans le Sahara, et a été identifié comme un fragment de roche lunaire projeté dans l'espace par un précédent impact sur la surface lunaire ; il a été récupéré par des habitants du nord-ouest de l'Afrique (Sahara).



Éléments naturels et compositions affichés sur l'écran d'un ordinateur

Et cela signifie que les mineurs d'astéroïdes devraient traiter énormément de matériaux, pour que cela en vaille la peine.

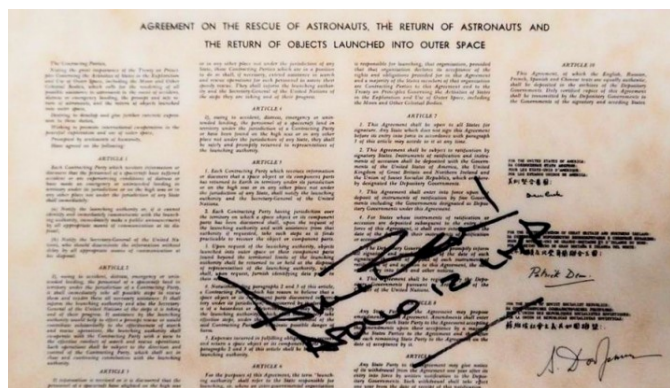
Le professeur Bridges pense que l'exploitation minière spatiale et commerciale est un « domaine fascinant », mais il doute qu'il résolve le problème des ressources mondiales.

L'astuce, dit Mitch, sera de trouver le bon astéroïde. De nombreuses météorites ne proviennent pas de la Lune, mais d'astéroïdes. Et la chasse est lancée pour les météorites, et donc leurs astéroïdes parents, qui sont riches en bonnes choses.

Le professeur Natasha Stephen, qui travaille au Centre de microscopie électronique de Plymouth, explique : « Si nous trouvons une concentration de platine dans l'une de nos météorites, nous pouvons dire aux gars d'AMC : maintenant c'est à vous... allez trouver ce type d'astéroïde dans les données ! ».

Cependant, une fois qu'un astéroïde prometteur a été identifié, il reste la question délicate de savoir à qui il appartient. Dhara Patel, du National Space Center au Royaume-Uni, explique que lorsqu'il s'agit de savoir qui possède quoi, la loi spatiale n'est pas adaptée. Rien n'a encore été écrit sur la question de savoir si une nation ou une entreprise peut revendiquer la propriété d'un astéroïde, de parties de la Lune ou des richesses qui se trouvent sous la surface.

Et lorsque les récompenses pourraient atteindre des milliards de livres, de dollars ou d'euros, il est facile de voir comment des différends, des batailles juridiques et même de vraies batailles pourraient se produire. L'exploration spatiale s'est beaucoup développée depuis la rédaction du traité sur l'espace extra-atmosphérique. En 1966, les Nations Unies (ONU) ont rédigé le **Traité sur l'espace extra-atmosphérique**, qui tentait d'empêcher les nations d'abuser et de maltraiter l'espace, et qui a été signé par plus de 100 pays. Le Traité sur l'espace extra-atmosphérique (Outer Space Treaty) dit que « *L'espace est le domaine de toute l'humanité* ». Le problème est qu'il manque sérieusement de détails. Un traité qui a été rédigé il y a plus de 50 ans, et l'exploration spatiale s'est beaucoup développée depuis, et n'est plus



« Outer Space Treaty » (extrait)

seulement affaire d'Etats mais aussi de sociétés privées. La NASA, qui prévoit maintenant un retour sur la Lune, a rédigé ses accords Artemis - un ensemble de principes plus détaillés axés sur l'exploration de la Lune, de Mars et d'autres corps célestes. Mais ceux-ci sont encore vagues quant à savoir si une entreprise ou une nation peut revendiquer la propriété des ressources extraites. Dhara pense que nous avons besoin d'une approche globale : « *Cela commence probablement par utiliser l'ONU comme référence et s'assurer que les politiques que nous mettons en place... sont de niveau international* ».

Mitch est cependant convaincu qu'en vertu des principes existants, il existe des règles qui protègent les premiers mineurs :

« *Celui qui y arrivera le premier aurait des droits de priorité* ».

Donc, premier arrivé, premier servi, en gros. Cela pourrait n'être qu'une grande ruée vers l'or après tout.

Tout cela est, bien sûr, à des décennies de la réalité, et personne ne sait si ce seront des entrepreneurs comme Mitch, des milliardaires comme Elon Musk, Jeff Bezos, ou des nations entières qui finiront par devenir des maîtres mineurs.



VEGA-C
Un bon départ !

Vega-C quitte la rampe de lancement du port spatial de Kourou en Guyane française le 13 juillet 2022 à 13 h 13 UTC.

Le véhicule de transport moyen a été envoyé depuis la Guyane française pour mettre en orbite sept satellites, dont le plus grand testera la théorie de la relativité générale d'Einstein.

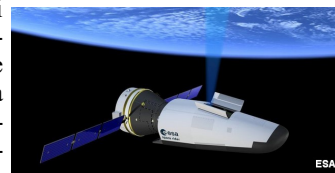
Vega-C a une importance énorme pour l'accès continu de l'Europe à l'espace. Il est nécessaire de combler un grand vide de capacité maintenant que les fusées russes ne sont plus disponibles en raison de la guerre en Ukraine. Le retrait du marché des lanceurs russes Soyouz plus tôt cette année a laissé les satellites institutionnels et commerciaux européens se bousculer pour des lanceurs alternatifs. Mais Vega-C sera l'option évidente pour beaucoup : bien avant même le vol inaugural réussi de mercredi, le nouveau système de fusée italien était complet jusqu'en 2023, 2024 et 2025. Et il y a une autre raison pour laquelle l'entrée de Vega-C dans le secteur des lanceurs est essentielle ; son premier étage, le segment du véhicule qui la fait décoller, va également être utilisé sur la prochaine fusée lourde européenne : Ariane-6. Le partage de la technologie entre les deux systèmes de lancement devrait entraîner des économies de coûts importantes.



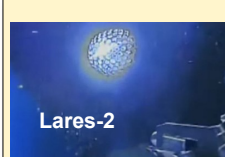
Ariane 6 et Vega-C

« *La demande de lancement en Europe au cours des deux prochaines années, et au-delà, va être élevée. Vega-C et Ariane-6 vont être nos bêtes de somme* », a déclaré Josef Aschbacher, directeur général de l'ESA.

Vega-C aura la capacité d'effectuer de grandes missions à charge utile unique lourde, ainsi que des missions dites de covoiturage où plusieurs dizaines de petits satellites sont lancés à la fois. Et un autre rôle pour Vega-C sera de transporter la minivanette spatiale robotique européenne en orbite ; le Space Rider entreprendra des expériences scientifiques et les ramènera sur Terre. Sa première sortie devrait avoir lieu en 2024.



Space-Rider



Lares-2

7 satellites en été mis en orbite, dont Lares-2 (Laser Relativity Satellite-2). Ressemblant à une boule à facettes, il sera suivi très précisément par des lasers depuis le sol. Des chercheurs de l'Institut national italien de physique nucléaire affirment que cela leur permettra de tester le "traînage de cadre", un phénomène prédit par les équations d'Einstein qui voit la Terre tordre l'espace-temps local avec elle pendant sa rotation.

Le journal Albiréoscope ne pouvait pas faire l'impasse sur cet évènement tant attendu des astronomes et montrer les fabuleuses images de ce prodigieux instrument scientifique :

Le télescope James Webb

Le télescope James Webb livre ses premières images !

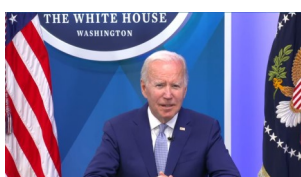


La première image en couleur du nouveau télescope spatial James Webb a été publiée le 11 juillet, et elle ne déçoit pas.

On dit que l'image est la vue infrarouge la plus profonde et la plus détaillée de l'Univers à ce jour, contenant la lumière des galaxies qui a mis plusieurs milliards d'années pour nous atteindre.



Le président américain Joe Biden a vu l'image en avant-première, lors d'un briefing à la Maison Blanche avec plusieurs responsables scientifiques. On reconnaît ci-dessus, à droite (bureau central), Bill Nelson, administrateur de la NASA. Les autres premières images de James Webb devaient être publiées le lendemain mardi 12 juillet par la NASA, lors d'une présentation mondiale. Pourquoi le 12 juillet ? Rappelez-vous : le survol de Pluton par New Horizons, c'était le 14 juillet, le jour de la fête nationale des « frenchies ». Sans doute que les américains ne voulaient pas renouveler une nouvelle fois l'expérience... Mais c'est peut être le hasard, on ne le saura jamais.



Le Président Joe Biden, le 11 juillet 2022

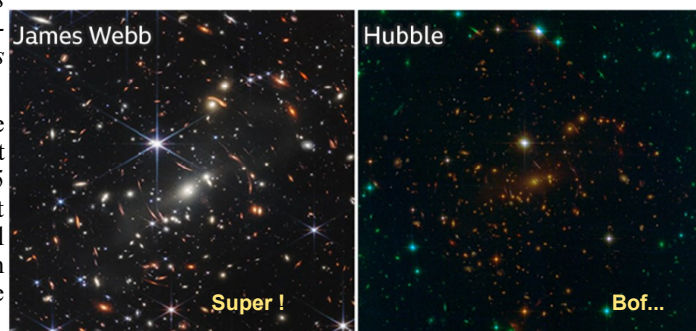
Le Président Joe Biden a déclaré :
« Ces images vont rappeler au monde que l'Amérique peut faire de grandes choses et rappeler au peuple américain - en particulier à nos enfants - qu'il n'y a rien au-delà de nos capacités ... Nous pouvons voir des choses que personne n'a jamais vues auparavant. Nous pouvons aller là où personne n'est jamais allé auparavant ».

n'est pas pour le peuple ignare mais pour les scientifiques, qui ne sont pas trop écoutés par les politiques, hélas.

L'image dévoilée devant le président Biden montre les capacités de Webb à poursuivre le premier de ces objectifs dans le temps. Ce que vous voyez est un amas de galaxies dans la constellation des Voiles de l'hémisphère sud, connue sous le

Le télescope spatial James Webb (JWST) de 10 milliards de dollars (comme disent souvent les journalistes... qui ne parlent jamais du coût réel de la guerre en Ukraine), lancé le 25 décembre dernier, tiré par les rênes du Père Noël Ariane 5, est présenté comme le successeur du célèbre télescope spatial Hubble. Il est certain maintenant que Hubble va prendre un bon coup de vieux avec les comparaisons des images de la même cible que tout le monde fait ; ci-contre, un exemple :

Webb fera toute sorte d'observation du ciel, mais a deux objectifs principaux : l'un consiste à photographier les toutes premières étoiles à briller dans l'Univers, il y a plus de 13,5 milliards d'années et l'autre consiste à sonder des planètes lointaines pour voir si elles pourraient être habitables en examinant la composition de leurs atmosphères et donc pas d'image spectaculaire, que des courbes, des graphiques, des chiffres... bref, ce



nom disgracieux de SMACS 0723, mais aussi de « poisson volant » (c'est plus léger... non ?). Pour information, Voiles est une constellation introduite par des navigateurs hollandais à la fin du XVI^{ème} siècle, du temps où l'on découvrait aussi des choses. L'amas lui-même n'est pas si loin : « seulement » environ 4,6 milliards d'années-lumière de nous...

Soyons sérieux, voilà, avec la résolution maxi donnée par les pages glacées de ce journal, ce magnifique « Deep Field », ou champ profond, qui s'appelle SMACS 0723 :



Le premier champ profond de Webb (NIRCam Compass Image)

Description détaillée :

Intitulé :

Télescope spatial James Webb ; Deep Field SMACS 0723, avec flèches de boussole et clé de couleur.

Image

Cette image montre de nombreux objets qui se chevauchent à différentes distances. Ils comprennent des étoiles de premier plan, des galaxies dans un amas de galaxies et des galaxies d'arrière-plan déformées derrière l'amas de galaxies.

Le fond de l'espace est noir. Des milliers de petites galaxies apparaissent sur l'image. Leurs couleurs varient. Certaines sont de nuances d'orange, d'autres sont blanches. La plupart apparaissent comme des ovales flous, mais quelques-unes ont des bras en spirale distinctifs.

Devant les galaxies se trouvent plusieurs étoiles de premier plan. La plupart apparaissent en bleu avec des pointes de diffraction, formant des étoiles à huit branches (dues aux miroirs de Webb). Certaines semblent aussi grandes que les galaxies, qui apparaissent à côté d'elles.

Une étoile très brillante est légèrement décentrée à huit longs pics de diffraction bleus. Au centre de l'image, entre 4 heures et 6 heures dans les pointes de l'étoile brillante, se trouvent plusieurs galaxies blanches brillantes. Ce sont des membres de l'amas de galaxies.

Il y a aussi de nombreux arcs minces, longs et oranges. Ils suivent des cercles concentriques invisibles qui s'incurvent autour du centre de l'image. Ce sont des images de galaxies d'arrière-plan qui ont été étirées et déformées par l'amas de galaxies de premier plan.

Flèches de la boussole et clé de couleur

En bas à gauche se trouvent des flèches de boussole indiquant l'orientation de l'image sur le ciel. La flèche nord pointe dans la direction de 11 heures. La flèche à l'est pointe vers 8 heures.

Sous l'image se trouve une clé de couleur indiquant quels filtres NIRCam ont été utilisés pour créer l'image.

Filtres NIRCam de gauche à droite :

F090W est bleu ; F150W est bleu ; F200W est vert ; F277W est vert ; F356W est orange ; et F444W est rouge.

Echelle :

Comme il s'agit d'une image en champ profond montrant des objets à différentes distances et échelles, il n'y a pas de barre d'échelle.

Ci-dessous un agrandissement d'une zone de l'image que vous devez pouvoir repérer facilement, à mon avis, et doit vous faire ressentir le niveau de détail que l'on peut obtenir avec un grand tirage.



Le **Deep Field SMACS 0723** était donc l'entrée, la mise en bouche... de quoi saliver en attendant la suite qui est arrivée le lendemain, le 12 juillet.

Bill Nelson (Administrateur de la NASA) : « *Aujourd'hui, nous présentons à l'humanité une nouvelle vue révolutionnaire du cosmos avec le télescope spatial James Webb, une vue que le monde n'a jamais regardé auparavant. Ces images, y compris la vue la plus profonde de notre univers qui ait jamais été prise, nous montrent comment Webb aidera à découvrir les réponses aux questions que nous ne savons même pas encore poser, des questions qui nous aideront à mieux comprendre notre univers et la place qu'y occupe l'humanité* ».

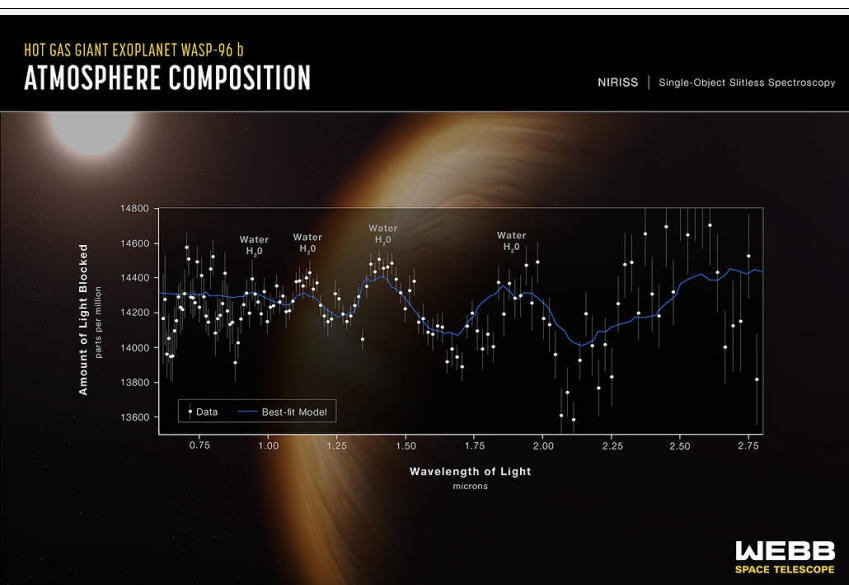
Les premières observations de Webb ont été sélectionnées par un groupe de représentants de la NASA, de l'ESA, de l'ASC (Canada) et du Space Telescope Science Institute. Ils révèlent les capacités des quatre instruments scientifiques de pointe de Webb. C'est le coup d'envoi des opérations scientifiques de Webb : les astronomes du monde entier auront la chance d'observer n'importe quoi, des objets de notre système solaire à l'univers primitif à l'aide de ses quatre instruments.

WASP-96b (spectre) : l'observation détaillée de cette planète chaude et gonflée en dehors de notre système solaire révèle la signature claire de l'eau, ainsi que des preuves de brume et de nuages que les études précédentes de cette planète n'ont pas détectées. Avec la première détection par Webb d'eau dans l'atmosphère d'une exo planète, il va maintenant se lancer dans l'étude de centaines d'autres systèmes pour comprendre de quoi sont faites les autres atmosphères planétaires.

Nébuluse de l'anneau austral : cette nébuluse planétaire, un nuage de gaz en expansion qui entoure une étoile mourante, se trouve à environ 2 000 années-lumière. Ici, les puissants yeux infrarouges de Webb mettent en évidence pour la première fois une deuxième étoile mourante. De la naissance à la mort en tant que nébuluse planétaire, Webb peut explorer les coquilles expulsées, de poussière et de gaz, des étoiles vieillissantes qui pourraient un jour devenir une nouvelle étoile ou une planète.

Nébuluse de la Carène : le regard de Webb sur les "falaises cosmiques" de la nébuluse de la Carène dévoile les premières phases rapides de formation d'étoiles qui étaient auparavant cachées. En regardant cette région de formation d'étoiles dans la constellation australe de la Carène, ainsi que d'autres similaires, Webb peut voir des étoiles nouvellement formées et étudier le gaz et la poussière qui les ont fabriquées.

Stephan's Quintet : une vue d'un groupe compact de galaxies, situé dans la constellation de Pégase, percé à travers le linceul de poussière entourant le centre d'une galaxie, pour révéler la vitesse et la composition du gaz près de son trou noir super massif. Désormais, les scientifiques peuvent obtenir un aperçu rare, avec des détails sans précédent, de la façon dont les galaxies en interaction déclenchent la formation d'étoiles les unes dans les autres et comment le gaz de ces galaxies est perturbé.



WASP-96B

Composition de l'atmosphère (NIRISS)

WASP-96 b fait partie des 5 000 exo planètes confirmées dans la Voie Lactée. Située à environ 1 150 années-lumière dans la constellation du ciel méridional Phoenix, elle représente un type de géante gazeuse qui n'a pas d'analogue direct dans notre système solaire. Avec une masse inférieure à la moitié de celle de Jupiter et un diamètre 1,2 fois plus grand, WASP-96 b est beaucoup plus grosse que n'importe quelle planète en orbite autour de notre Soleil. Et avec une température supérieure à 539°C, il y fait nettement plus chaud. WASP-96 b orbite extrêmement près de son étoile semblable au Soleil, à seulement un neuvième de la distance entre Mercure et le Soleil, effectuant un circuit tous les 3½ jours terrestres.

La combinaison d'une grande taille, d'une courte période orbitale, d'une atmosphère gonflée et d'une absence de lumière contaminante provenant d'objets à proximité dans le ciel fait de WASP-96 b une cible idéale pour les observations atmosphériques.

Le 21 juin, l'imageur proche infrarouge et le spectrographe sans fente (NIRISS) de Webb ont mesuré la lumière du système WASP-96 pendant 6,4 heures alors que la planète se déplaçait à travers l'étoile. Le résultat est une courbe de lumière montrant la gradation globale de la lumière des étoiles pendant le transit, et un spectre de transmission révélant le changement de luminosité des longueurs d'onde individuelles de la lumière infrarouge entre 0,6 et 2,8 microns. La courbe de lumière confirme les propriétés de la planète qui avaient déjà été déterminées à partir d'autres observations (l'existence, la taille et l'orbite de la planète) ; le spectre de transmission révèle des détails jusque-là cachés de l'atmosphère : la signature sans ambiguïté de l'eau, des indications de brume, et des preuves de nuages dont on pensait qu'ils n'existaient pas sur la base d'observations antérieures.

Un spectre de transmission est créé en comparant la lumière des étoiles filtrée à travers l'atmosphère d'une planète lorsqu'elle se déplace à travers l'étoile à la lumière des étoiles non filtrée détectée lorsque la planète est à côté de l'étoile. Les chercheurs sont capables de détecter et de mesurer les abondances de gaz clés dans l'atmosphère d'une planète en fonction du modèle d'absorption (les emplacements et les hauteurs des pics sur le graphique). Nota : les atomes et les molécules ont des modèles caractéristiques de longueurs d'onde qu'ils absorbent.

Le spectre de WASP-96 b capturé par NIRISS est non seulement le spectre de transmission proche infrarouge le plus détaillé d'une atmosphère d'exoplanète capturé à ce jour, mais il couvre également une gamme remarquablement large de longueurs d'onde, y compris la lumière rouge visible et une partie du spectre qui n'était pas accessible auparavant depuis d'autres télescopes (longueurs d'onde supérieures à 1,6 micron). Cette partie du spectre est particulièrement sensible à l'eau ainsi qu'à d'autres molécules clés comme l'oxygène, le méthane et le dioxyde de carbone, qui ne sont pas immédiatement évidentes dans le spectre WASP-96 b mais qui devraient être détectables dans d'autres exo planètes prévues pour l'observation par Webb.

Le spectre extraordinairement détaillé (réalisé en analysant simultanément 280 spectres individuels capturés au cours de l'observation) ne donne qu'un aperçu de ce que Webb a en réserve pour la recherche sur les exo planètes. Au cours de l'année à venir, les chercheurs utiliseront la spectroscopie pour analyser les surfaces et les atmosphères de plusieurs dizaines d'exo planètes, des petites planètes rocheuses aux géantes riches en gaz et en glace. Près d'un quart du temps d'observation du cycle 1 de Webb est consacré à l'étude des exo planètes et des matériaux qui les composent.

Kenneth Sembach (directeur du STScI, le Space Telescope Science Institute) :

« *Aujourd'hui, c'est le début de quelque chose de vraiment révolutionnaire dans la recherche astronomique. L'univers ne sera plus jamais le même : il apparaîtra plus grand, plus dynamique et plus détaillé que jamais auparavant. Suivre ces observations telles qu'elles ont été méticuleusement planifiées, réalisées et traitées par nos équipes pour la publication d'aujourd'hui [12 juillet] a été une expérience passionnante et enrichissante. Je suis ravi que notre personnel ici à STScI soit au cœur de permettre et de mener des recherches astronomiques de pointe avec ce formidable et nouvel observatoire.* ».

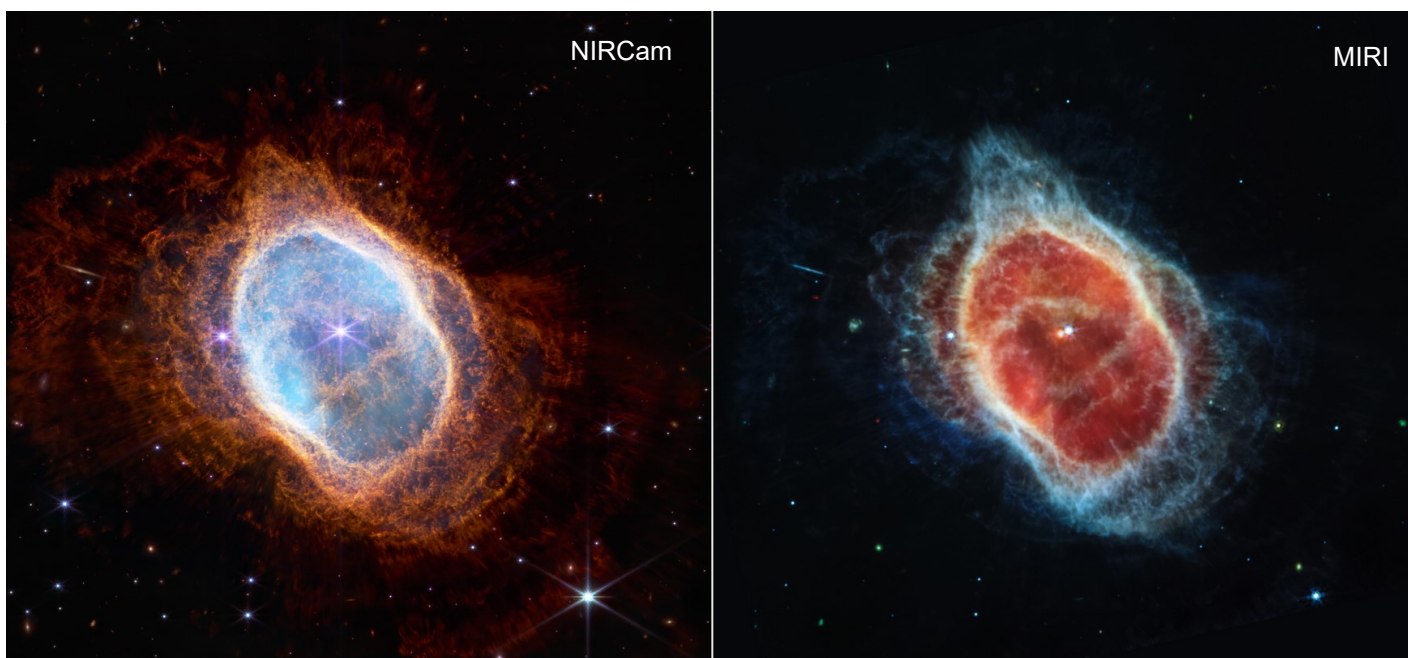


Kenneth Sembach

À propos de cette image (NASA, ESA, ASC, STScI) :

La nébuleuse de l'anneau austral Southern Ring Nebula (NGC 3132)

Cette comparaison côte à côte montre des observations de la nébuleuse de l'anneau austral (à 2 000 a.l. de chez nous) en lumière proche infrarouge (à gauche), et en lumière infrarouge moyenne (à droite), par le télescope Webb de la NASA avec ses instruments NIRCam et MIRI.



NGC 3132 est une nébuleuse planétaire découverte par John Herschel (le fils) en 1835, à l'époque où la résolution des instruments ne permettait pas de distinguer tous ces détails que l'on voit ici, d'où le terme planétaire car c'était « rond » comme une planète en regardant à l'oculaire de l'instrument...

En fait, ce qui est vu ici a été créé par une étoile naine blanche : les restes d'une étoile comme notre Soleil, après avoir perdu ses couches externes et cessé de brûler son "carburant" par fusion nucléaire. Ces couches externes s'étendent maintenant très loin de l'étoile et forment cet anneau.

Dans l'image de la caméra proche infrarouge (NIRCam), la naine blanche apparaît en bas à gauche de l'étoile centrale brillante, partiellement masquée par un pic de diffraction. La même étoile apparaît (mais plus brillante, plus grande et plus rouge) dans l'image MIRI (Mid-Infrared Instrument). Cette étoile naine blanche est recouverte d'épaisses couches de poussière, ce qui la fait paraître plus grande.

L'étoile la plus brillante des deux images n'a pas encore perdu ses couches externes et orbite étroitement autour de la naine blanche plus faible, aidant à distribuer ce qui est éjecté.

Pendant des milliers d'années et avant de devenir une naine blanche, l'étoile a périodiquement éjecté de la masse (les coquilles visibles de matière). Des répétitions de contraction, réchauffement, expulsion... où la matière stellaire a été envoyée dans toutes les directions, comme avec un arroseur rotatif, pour faire ces jolis dessins...

Aujourd'hui, la naine blanche chauffe le gaz dans les régions intérieures (qui apparaissent en bleu à gauche et en rouge à droite). Les deux étoiles éclairent les régions extérieures (représentées respectivement en orange et en bleu).

Les images sont très différentes car NIRCam et MIRI collectent différentes longueurs d'onde de la lumière.

- **NIRCam** observe la lumière proche infrarouge, qui est plus proche des longueurs d'onde visibles que nos yeux détectent.
- **MIRI** va plus loin dans l'infrarouge, captant les longueurs d'onde de l'infrarouge moyen.

La deuxième étoile apparaît plus clairement dans l'image MIRI, car cet instrument peut voir la poussière brillante qui l'entoure. NIRCam, révèle des rayons de lumière extrêmement fins autour de la nébuleuse planétaire. La lumière des étoiles centrales jaillit là où il y a des trous dans le gaz et la poussière, comme la lumière du soleil à travers les interstices d'un nuage.

La physique est la raison de la différence de résolution de ces images. NIRCam fournit une imagerie haute résolution car les longueurs d'onde de la lumière sont plus courtes. MIRI fournit des images à résolution moyenne car les longueurs d'onde sont plus longues. En effet, plus la longueur d'onde est longue, plus les images sont grossières, mais les deux fournissent une quantité incroyable de détails sur chaque objet qu'ils observent, et offrent des vues inédites de l'univers.

« Falaises cosmiques » de la nébuleuse de la Carène

À propos de cette image (NASA, ESA, ASC, STScI) :

Ce qui ressemble beaucoup à des montagnes escarpées par une soirée au clair de Lune est en fait le bord d'une jeune région de formation d'étoiles, proche de la nébuleuse NGC 3324. Capturée en lumière infrarouge par la caméra proche infrarouge (NIRCam) du télescope spatial James Webb de la NASA, cette image révèle des zones de naissance d'étoiles auparavant obscurcies.



Appelée « falaises cosmiques », la région est en fait le bord d'une gigantesque cavité gazeuse au sein de NGC 3324, à environ 7 600 a.l. de nous. La zone cavernueuse a été creusée dans la nébuleuse par le rayonnement ultraviolet intense et les vents stellaires des jeunes étoiles extrêmement massives et chaudes situées au centre de la bulle, au-dessus de la zone montrée par cette image. Le rayonnement à haute énergie de ces étoiles sculpte la paroi de la nébuleuse en l'érodant lentement.

NIRCam - avec sa très bonne résolution et sa sensibilité inégalée - dévoile des centaines d'étoiles précédemment cachées, et même de nombreuses galaxies d'arrière-plan. Plusieurs caractéristiques importantes de cette image sont décrites ci-dessous :

- La "vapeur" qui semble s'élever des "montagnes" célestes est en fait du gaz chaud et ionisé et de la poussière chaude s'échappant de la nébuleuse en raison d'un rayonnement ultraviolet intense.
- Des piliers spectaculaires s'élèvent au-dessus du mur de gaz incandescent, résistant au rayonnement ultraviolet brûlant des jeunes étoiles.
- Les bulles et les cavités sont soufflées par le rayonnement intense et les vents stellaires des étoiles naissantes.
- Les jets et écoulements proto-stellaires, qui apparaissent en or, jaillissent d'étoiles naissantes recouvertes de poussière.
- Une "éruption" éclate en haut au centre de la crête, crachant du gaz et de la poussière dans le milieu interstellaire.
- Un "arc" inhabituel apparaît, ressemblant à un cylindre courbé.

Cette période de formation d'étoiles très précoce est difficile à capturer car,

pour une étoile individuelle, elle ne dure qu'environ 50 000 à 100 000 ans, mais l'extrême sensibilité et la très bonne résolution spatiale de Webb ont donc fait la chronique de cet événement rare.

Située à environ 7 600 années-lumière, NGC 3324 a été cataloguée pour la première fois par James Dunlop en 1826. Visible depuis l'hémisphère sud, elle est située à l'angle nord-ouest de la nébuleuse de la Carène (NGC 3372), qui réside dans la constellation de la Carène. La nébuleuse de la Carène abrite la nébuleuse Keyhole et l'étoile supergéante active et instable appelée Eta Carinae.

L'image couvre environ 16 années lumière en largeur.



JAMES WEBB SPACE TELESCOPE
CARINA NEBULA | NGC 3324

NIRCam a été construit par une équipe de l'Université de l'Arizona et du centre de technologie avancée de Lockheed Martin.

MIRI a été fourni par l'ESA et la NASA, l'instrument étant conçu et construit par un consortium d'instituts européens financés au niveau national (le Consortium européen MIRI) en partenariat avec le JPL et l'Université de l'Arizona.



< 2 années lumière >

NIRCam Filters	F090W	F200W	F444W
MIRI Filters	F770W	F1130W	F1280W F1800W

NIRSpec a été construit pour l'Agence spatiale européenne (ESA) par un consortium de sociétés européennes dirigé par Airbus Defence and Space (ADS) avec le Goddard Space Flight Center de la NASA fournissant ses sous-systèmes de détection et de micro-obturbateur.

Image composite de la nébuleuse de la Carène (NGC 3324) capturée par la caméra proche infrarouge (NIRCam) et l'instrument infrarouge moyen (MIRI) de Webb, avec les flèches de la boussole, la barre d'échelle et la clé de couleur pour référence.

Les flèches nord et est de la boussole indiquent l'orientation de l'image sur le ciel. Notez que la relation entre le nord et l'est sur le ciel (vue d'en bas) est inversée par rapport aux flèches de direction sur une carte du sol (vue d'en haut).

La barre d'échelle est étiquetée en années-lumière, qui est la distance parcourue par la lumière en une année terrestre (il faut donc 2 ans à la lumière pour parcourir une distance égale à la longueur de la barre d'échelle). Une année-lumière équivaut à environ 9 460 milliards de km. Le champ de vision montré sur cette image est d'environ 12 années-lumière en largeur (5,6 minutes d'arc).

Cette image montre des longueurs d'onde de lumière invisibles dans le proche infrarouge et l'infrarouge moyen qui ont été traduites en couleurs de lumière visible. La clé de couleur montre quels filtres NIRCam et MIRI ont été utilisés lors de la collecte de la lumière. La couleur de chaque nom de filtre est la couleur de la lumière visible utilisée pour représenter la lumière infrarouge qui traverse ce filtre.



Ciel austral (début juin, peu après minuit)

Peu de place à la mythologie dans le ciel austral...
 Le nom des constellations reflète la technologie employée à l'époque, et la faune rencontrée là où les navires à voile sillonnaient les mers pour découvrir les terres de l'hémisphère sud.

Le Quintette de Stephan : fusions et interactions galactiques



Le télescope spatial James Webb de la NASA révèle des détails inédits du groupe de galaxies appelé **"Stephan's Quintet"**, ce qui fera sans doute plaisir à Stéphane, qui nous présentait savamment les constellations lors de nos réunions mensuelles.

Les scientifiques voient rarement avec autant de détails comment les galaxies en interaction déclenchent la formation d'étoiles les unes dans les autres et comment le gaz de ces galaxies est perturbé. Le Quintette de Stephan est un fantastique laboratoire pour étudier ces processus fondamentaux pour toutes les galaxies. L'image montre également les "sorties" entraînées par un trou noir super massif dans l'une des galaxies du groupe avec un niveau de détail jamais vu auparavant. Des groupes de galaxies serrés comme celui-ci étaient peut-être plus courants dans l'univers primitif, lorsque des matériaux surchauffés et influents pouvaient avoir alimenté des trous noirs très énergétiques.

Le Quintette de Stephan est un regroupement visuel de cinq galaxies. Les informations de Webb fournissent de nouvelles informations sur la manière dont les interactions galactiques peuvent avoir entraîné l'évolution des galaxies dans l'univers primitif. Aujourd'hui, le télescope spatial James Webb de la NASA révèle le Quintette de Stephan sous un nouveau jour. Cette énorme mosaïque est la plus grande image de Webb à ce jour, couvrant environ un cinquième du diamètre de la Lune. Une image de plus de 150 millions de pixels qui est construite à partir de près de 1 000 fichiers image distincts.

Des détails inédits dans ce groupe de galaxies : des amas étincelants de millions de jeunes étoiles et des régions d'étoiles naissantes ornent l'image. Des queues balayées de gaz, de poussière et d'étoiles sont extraites de plusieurs galaxies en raison d'interactions gravitationnelles. Plus spectaculaire encore, Webb capture d'énormes ondes de choc alors que l'une des galaxies, NGC 7318B, traverse l'amas.

Ensemble, les cinq galaxies du Quintette de Stephan sont également connues sous le nom du Groupe Compact de Hickson (HCG 92). Bien qu'appelées « quintette », seules quatre des galaxies sont vraiment proches les unes des autres et prises dans cette danse cosmique. La cinquième galaxie, la plus à gauche, appelée NGC 7320, est bien au premier plan par rapport aux quatre autres. NGC 7320 réside à 40 millions d'années-lumière de la Terre, tandis que les quatre autres galaxies (NGC 7317, NGC 7318A, NGC 7318B et NGC 7319) sont à environ 290 millions d'années-lumière mais c'est encore assez proche, en termes cosmiques, par rapport à des galaxies plus éloignées à des milliards d'années-lumière...

L'étude de ces galaxies relativement proches comme celles-ci aide les scientifiques à mieux comprendre les structures observées dans un univers beaucoup plus éloigné.

Le quintette de Stephan par Webb, Hubble et Subaru



Pourquoi ne pas combiner des images de Webb, Hubble... et plus ?

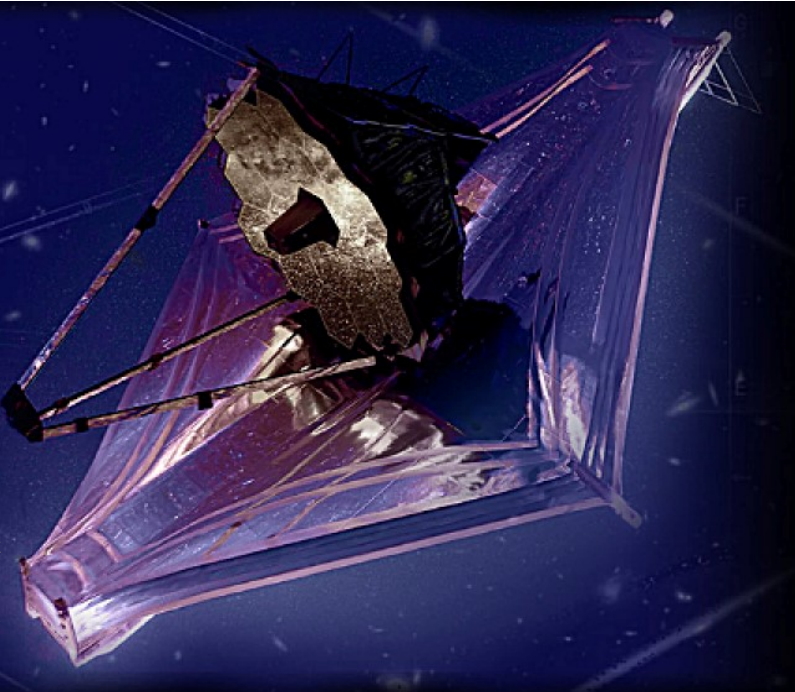
Vous pouvez !

L'image présentée ici montre un résultat impressionnant.

Bien que le télescope spatial James Webb (Webb) ait un miroir plus grand que Hubble, il est spécialisé dans la lumière infrarouge et ne peut pas voir le bleu mais seulement jusqu'à... presque l'orange. À l'inverse, le télescope spatial Hubble (HST) a un miroir plus petit que Webb et ne peut pas voir aussi loin dans l'infrarouge que Webb, mais peut imager non seulement la lumière bleue mais même l'ultraviolet.

Par conséquent, les données Webb et Hubble peuvent être combinées pour créer des images dans une plus grande variété de couleurs. L'image présentée des quatre galaxies du Quintet de Stephan montre des images Webb en rouge et comprend également des images prises par le télescope terrestre Subaru du Japon à Hawaï.

Parce que les données d'image pour Webb, Hubble et Subaru sont mises à disposition gratuitement, n'importe qui dans le monde peut les traiter lui-même, et même créer des montages multi-observatoires, intrigants et scientifiquement utiles.

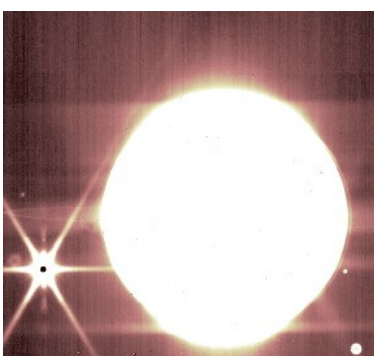


Dans la foulée de la publication du mardi 12 juillet des premières images du télescope spatial James Webb de la NASA, les données de la période de mise en service du télescope sont maintenant publiées sur les archives Mikulski du Space Telescope Science Institute pour les télescopes spatiaux. Les données comprennent des images de Jupiter et des images et des spectres de plusieurs astéroïdes, capturés pour tester les instruments du télescope avant le début officiel des opérations scientifiques le 12 juillet. Les données montrent que Webb suit les cibles du système solaire et produit des images et des spectres avec également des détails sans précédent.

Les fans de Jupiter reconnaîtront certaines caractéristiques familières de l'énorme planète de notre système solaire dans ces images vues à travers le regard infrarouge de Webb. La vue du filtre à courte longueur d'onde de l'instrument NIRCcam montre des bandes distinctes qui encerclent la planète ainsi que la Grande Tache Rouge, une tempête assez grosse pour avaler la Terre. La tache emblématique apparaît blanche sur l'image en raison de la façon dont l'image infrarouge de Webb a été traitée.

« Combinées aux images de champ profond publiées, ces images de Jupiter démontrent la pleine compréhension de ce que Webb peut observer, des galaxies observables les plus faibles et les plus éloignées aux planètes de notre propre arrière-cour cosmique que vous pouvez voir à l'œil nu depuis votre arrière-cour réelle », a déclaré Bryan Holler, scientifique au Space Telescope Science Institute de Baltimore, qui a aidé à planifier ces observations. Clairement visible à gauche se trouve Europa, une lune avec un océan probable sous son épaisse croûte de glace, et la cible de la prochaine mission Europa Clipper de la NASA. De plus, l'ombre d'Europa est visible à gauche de la Grande Tache Rouge. D'autres lunes visibles dans ces images incluent Thébé et Métis. Les scientifiques étaient particulièrement impatients de voir ces images car elles sont la preuve que Webb peut observer les satellites et les anneaux à proximité d'objets brillants du système solaire tels que Jupiter, Saturne et Mars. Les scientifiques utiliseront Webb pour explorer la question alléchante de savoir si nous pouvons voir des panaches de matière cracher des lunes comme Europe et Encelade, la lune de Saturne. Webb sera peut être en mesure de voir les signatures de panaches déposant des matériaux à la surface d'Europa.

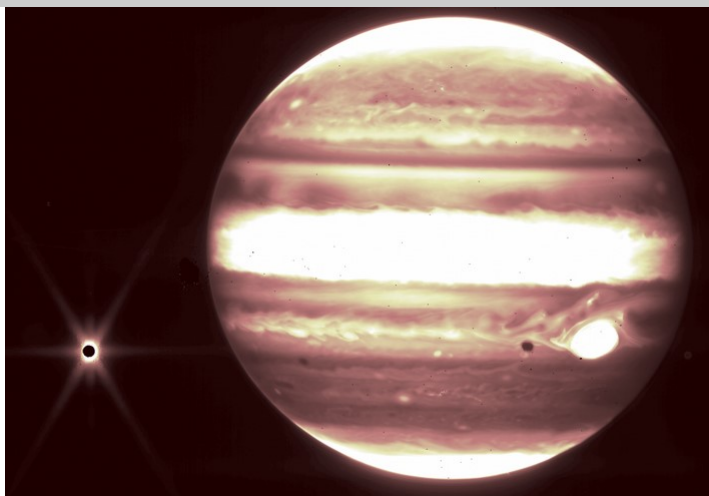
De plus, Webb a facilement capturé certains des anneaux de Jupiter, qui se distinguent particulièrement dans l'image du filtre à grande longueur d'onde NIRCcam. « Que les anneaux apparaissent dans l'une des premières images du Système solaire de Webb est absolument étonnant », a déclaré Stefanie Milam, scientifique adjointe du projet Webb pour les sciences planétaires basée au



Jupiter et certaines de ses lunes sont vues à travers le filtre de 3,23 microns de NIRCcam. On distingue les anneaux de Jupiter.

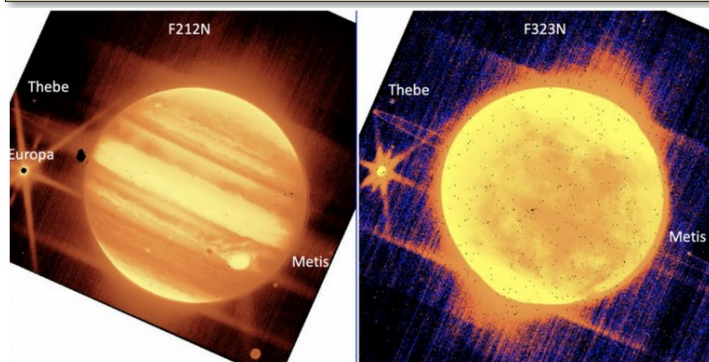
Crédits : NASA, ESA, CSA et B. Holler et J. Stansberry (STScI)

Goddard Space Flight Center de la NASA à Greenbelt (Maryland). Webb a également obtenu des images de Jupiter et d'Europa se déplaçant dans le champ de vision du télescope



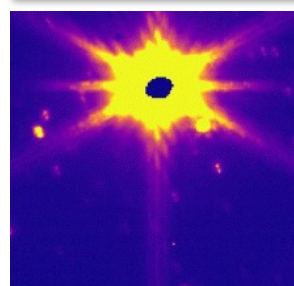
Jupiter et sa lune Europe, à gauche, sont vues à travers le filtre de 2,12 microns de l'instrument NIRCcam du télescope spatial James Webb.

Crédits : NASA, ESA, CSA et B. Holler et J. Stansberry (STScI)



À gauche, Jupiter et ses lunes Europe, Thébé et Métis sont vues à travers le filtre de 2,12 microns de l'instrument NIRCcam. À droite, Jupiter et Europe, Thébé et Métis sont vus à travers le filtre de 3,23 microns de NIRCcam.

Crédits : NASA, ESA, CSA et B. Holler et J. Stansberry (STScI)



L'astéroïde 6481 Tenzing, sur un fond d'étoiles par l'instrument NIRCcam.

Crédits : NASA, ESA, CSA et B. Holler et J. Stansberry (STScI)

dans trois observations distinctes.

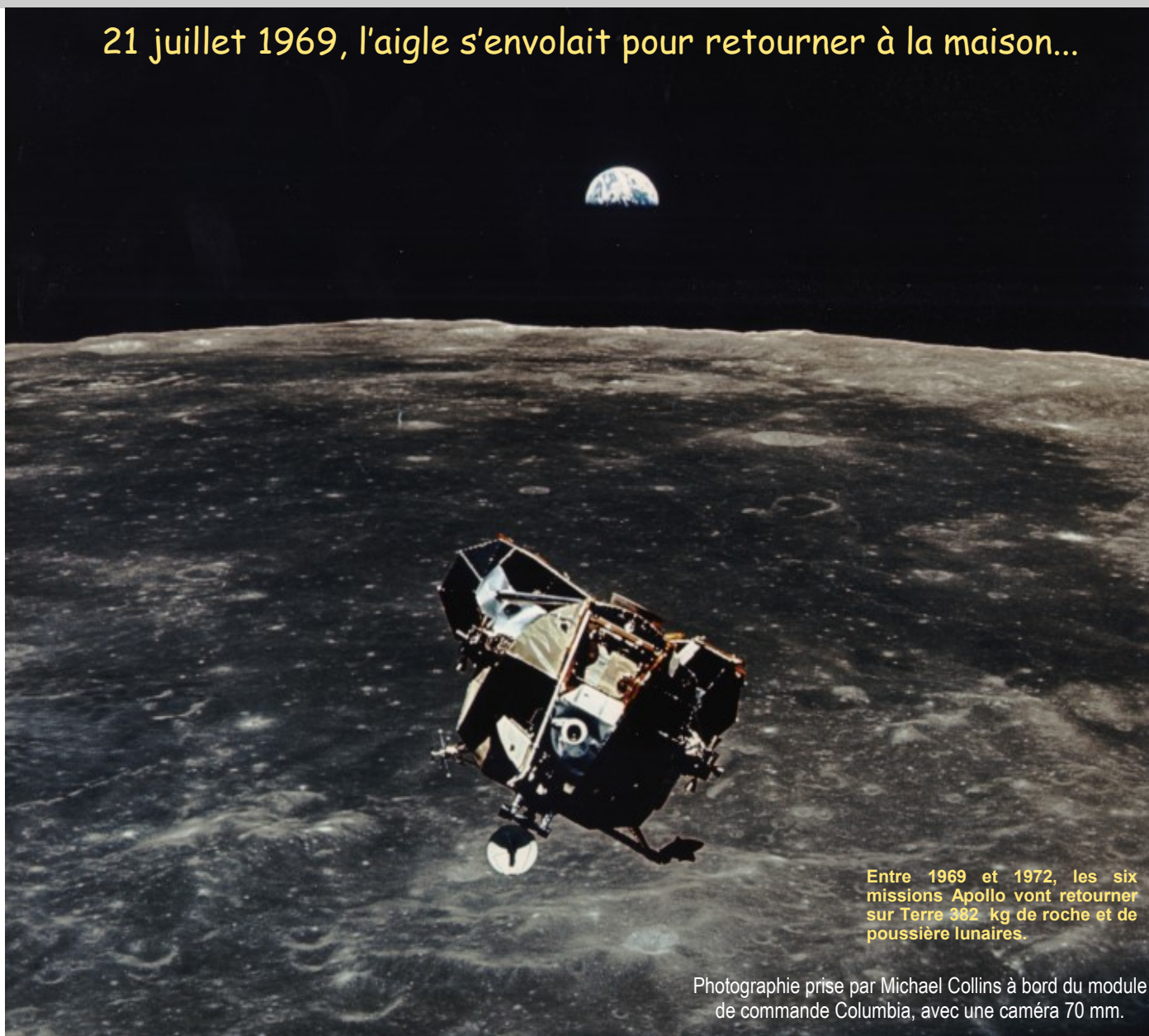
Le test a démontré la capacité de l'observatoire à trouver et à suivre des étoiles guides à proximité de la brillante planète Jupiter.

C'est l'astéroïde 6481 Tenzing, situé dans la ceinture d'astéroïdes entre Mars et Jupiter, que Webb a utilisé pour démarrer les tests de vitesse pour le suivi d'une cible mobile.

Webb a été conçu avec l'exigence de suivre des objets qui se déplacent aussi vite que Mars, qui a une vitesse maximale de 30 milliards de secondes par seconde.

Lors de la mise en service, l'équipe Webb a effectué des observations de divers astéroïdes, qui apparaissaient tous sous la forme d'un point car ils étaient tout petits. L'équipe a prouvé que Webb obtiendrait toujours des données précieuses avec tous les instruments scientifiques pour les objets se déplaçant jusqu'à 67 milliards de secondes par seconde, ce qui est plus du double de la valeur de base attendue (similaire à photographier une tortue se déplaçant lorsque vous vous tenez à 1,5 km de distance). « Tout a fonctionné à merveille », a déclaré Stefanie Milam.

21 juillet 1969, l'aigle s'envolait pour retourner à la maison...



Entre 1969 et 1972, les six missions Apollo vont retourner sur Terre 382 kg de roche et de poussière lunaires.

Photographie prise par Michael Collins à bord du module de commande Columbia, avec une caméra 70 mm.

Cette image montre le module lunaire Eagle alors qu'il transportait Neil Armstrong et Buzz Aldrin à un rendez-vous avec les modules de commande et de service de Columbia après un séjour de 22 heures sur la Lune. Prise par l'astronaute d'Apollo 11 Michael Collins, l'image a été acquise juste avant l'amarrage à 21 h 34 min 00 s, temps universel le 21 juillet 1969. Collins regardait vers l'ouest alors que la Terre s'élevait au-dessus de l'horizon. La mer de couleur sombre à l'arrière-plan est la mer de Smyth (85° de longitude est, 2° de latitude sud sur la Lune).

Seules 24 personnes ont vu la Terre depuis la surface ou l'orbite de la Lune.

Tous en ont été bouleversés.

Dans une interview pour *In the Shadow of the Moon*, Michael Collins a noté :

« Curieusement, la sensation dominante que j'ai eue en regardant la Terre était...

Mon Dieu, cette petite chose est si fragile là-bas ».

Alors qu'ils étaient fiers et impressionnés par la réussite de visiter un autre corps du Système solaire, ils sont également devenus de plus en plus attachés à leur précieuse maison.

Neil Armstrong était humble lorsqu'il a considéré sa place dans l'univers.

« J'ai soudainement compris que ce petit pois, joli et bleu, était la Terre...

J'ai levé mon pouce et j'ai fermé un œil, et mon pouce a effacé la planète Terre.

Je n'avais pas l'impression d'être un géant. Je me sentais très, très petit ».

Les Etats-Unis et l'Europe revoient leurs plans pour ramener des échantillons de Mars

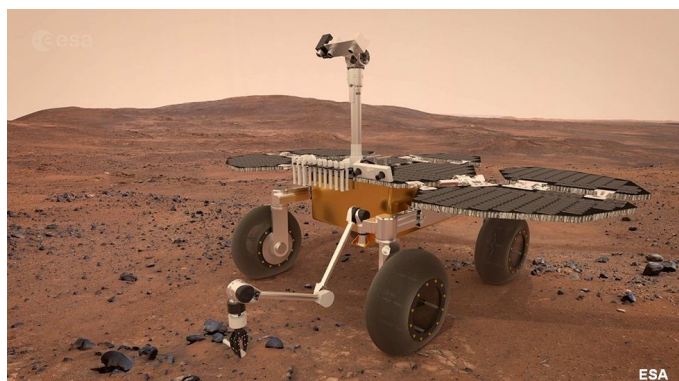


Des preuves de vie pourraient être cachées dans les roches du cratère Jezero de Mars.

Ingenuity - NASA/JPL/Caltech

**D'autres hélicoptères devraient voler sur Mars :
Le « drone » Ingenuity a montré que le vol dans la mince atmosphère de Mars est possible.**

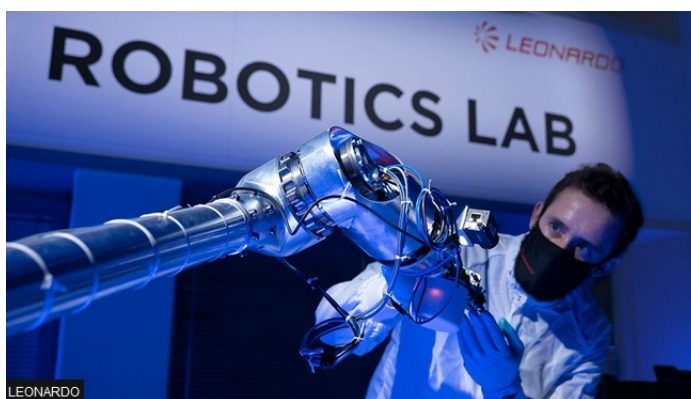
Rosalin Franklin (cf. n°91 Albireoscope) n'est pas parti vers la planète rouge, par la faute d'un nommé Poutine... Et au lieu de ce rover européen de construction britannique, qui était prévu initialement pour récolter des échantillons de roche de



Déception pour Airbus. L'ESA a dit : « on n'en a plus besoin ! »

Mars laissés sur le sol par le rover *Perseverance* de la NASA, les États-Unis et l'Europe espèrent simplifier le processus et en réduire les risques et les coûts en utilisant des hélicoptères. Les ingénieurs d'Airbus UK, qui développent le concept depuis des années, ont exprimé leur déception, lors du *Farnborough International Airshow 2022* de ce mois.

Toujours au salon aéronautique de ce comté du Hampshire, le géant italien de l'aérospatiale Leonardo a signé un contrat de 55 millions d'euros (46 millions de livres sterling) pour un matériel clé de cette mission. En effet, son stand commercial présentait un modèle grandeur nature d'un bras robotique complet avec "épaule", "coude" et "poignet", qu'il va livrer désormais à la NASA, l'Agence spatiale américaine, d'ici novembre 2025.



Le bras robotique de Leonardo est une contribution européenne clé au projet de retour d'échantillons martiens...

(faisant 2,5 m de long, le bras possède 7 degrés de mouvement)

Le chef de projet, le professeur Guido Sangiovanni, a dit à ce sujet : « Mais il est important de noter qu'il n'y a pas que le bras... Il y a l'ordinateur, l'électronique et les caméras... C'est un système complet ! ».

La NASA et l'ESA sont désormais convaincues que *Perseverance* peut s'occuper de ramasser les échantillons. « L'architecture évolue en ce moment et rien n'est absolument finalisé », a déclaré le directeur de l'exploration humaine et robotique de l'Agence spatiale européenne, le Dr David Parker. *Perseverance* est déjà sur place, et il est très efficace, et l'analyse de fiabilité suggère que *Perseverance* continuera à fonctionner, ce qui permettrait de rationaliser le programme et de supprimer le "rover de récupération", éliminant ainsi le besoin d'un autre atterrissage, potentiellement risqué, sur Mars, et si *Perseverance* tombe en panne, des mini-hélicoptères pourraient être appelés à faire le travail. Quel que soit le coursier robotique utilisé, le bras Leonardo sera présent pour accepter les échantillons et les placer dans la fusée de retour.



Une fusée retournera les échantillons sur Terre.

C'est arrivé ce jour-là...

Juillet 1902, il y a 120 ans

Hervé Faye est né le 1^{er} octobre 1814 à Saint Benoît du Sault dans l'Indre. Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, il commence par travailler en Hollande dans différentes entreprises industrielles. En 1842, avec l'appui de François Arago, il entre à l'observatoire de Paris. Il s'intéresse aux comètes et découvre le 25 novembre 1843 la comète 4P/Faye. Elle est d'abord observée le 23 novembre, mais le mauvais temps empêche sa confirmation avant le 25. Elle avait atteint son périhélie (endroit de son orbite le plus proche du Soleil) environ 1 mois avant sa découverte. Elle est devenue visible à l'œil nu fin novembre, elle est restée visible dans les petits instruments jusqu'au 10 janvier 1844 et elle est devenue finalement inobservable même pour les plus grands instruments en avril de la même année. Son noyau est estimé à 3,5 km et sa période de révolution à 7,55 ans. Cette 4^e comète lui vaut le prix Lalande en 1844. Il meurt à Paris le 2 juillet 1902.



Hervé Faye (1814 - 1902)



*4P/Faye
3 octobre 1991
Télescope 19 cm, Herman Mikuz
Observatoire de Črni Vrh, Slovénie*



Observatoire de Paris

Juillet 1862, il y a 160 ans

Le mercredi 16 juillet 1862, Lewis Swift observe le ciel avec sa lunette de 114 mm de diamètre. Il habite à Marathon, un quartier de New-York. En pointant sa lunette dans la constellation de la Girafe, il remarque un objet peu lumineux, de magnitude 5,5. Il pense alors voir la comète découverte le 2 juillet par un astronome allemand, la comète 1862 II, qui se trouvait dans la constellation de Cassiopée. Sans avoir eu connaissance de l'observation de Lewis Swift du 16 juillet, Horace Parnell Tuttle observe cette même comète le 19 juillet, toujours dans la constellation de la Girafe, il estime sa magnitude à 5,3. Mais contrairement à Swift, il l'a déclaré comme nouvelle comète sous le nom de 1862 III. Lorsque Lewis Swift entend parler de la découverte d'Horace Tuttle, il comprend sa méprise : la comète qu'il avait observée le soir du 16, était plutôt 1862 III et non 1862 II. Il fait alors une annonce officielle pour se voir attribuer la paternité de la découverte. Pas moins de 6 autres astronomes observent eux aussi la comète en cette fin juillet, et croiront tous être les premiers à l'avoir fait surtout Thomas Simons à Albany (état de New-York) qui l'a observée seulement 2 h 30 min après Horace Tuttle. Cette comète 1862 III est officiellement désignée du nom de ses 2 premiers découvreurs : Swift-Tuttle. Début août les éléments orbitaux sont publiés et on croit tout



Lewis Swift (1820 - 1913)



Horace Tuttle en 1888 (1837 - 1923)

d'abord que c'est une comète à l'orbite parabolique et donc qu'elle ne repasserait jamais au voisinage de la Terre. Quelques années plus tard, son orbite est affinée et il s'avère qu'elle est elliptique avec une période comprise entre 120 et 125 ans. En 1889, sa période doit être estimée à 119,64 ans et la comète Swift-Tuttle doit revenir près de la Terre vers la fin de l'année 1982. En 1971, Brian Marsden trouve une période de 119,98 ans pour la comète 109P/Swift-Tuttle et l'identifie à la comète Kegler de 1737, sa période est réévaluée à 127,73 ans. C'est l'astronome amateur japonais Tsuruhiko Kiuchi qui redécouvre la comète le 26 septembre 1992. Sa période est maintenant estimée à 135,01 ans, elle devrait repasser en 2127. En revanche, tous les ans autour du 10 août, la comète 109P/Swift-Tuttle nous offre un magnifique spectacle puisqu'elle est à l'origine des étoiles filantes des Perséides. Des simulations sur l'orbite de la comète montrent qu'elle entrera très probablement en collision avec la Terre ou la Lune, mais pas avant 1000 ans. Lewis Swift, avait observé la comète alors qu'il avait 42 ans. Durant sa vie, il a découvert pas moins de 13 comètes dont 3 périodiques. Il est également l'un des rares astronomes au monde à avoir pu observer la comète de Halley 2 fois à 76 ans d'intervalle, en 1835 et en 1910.

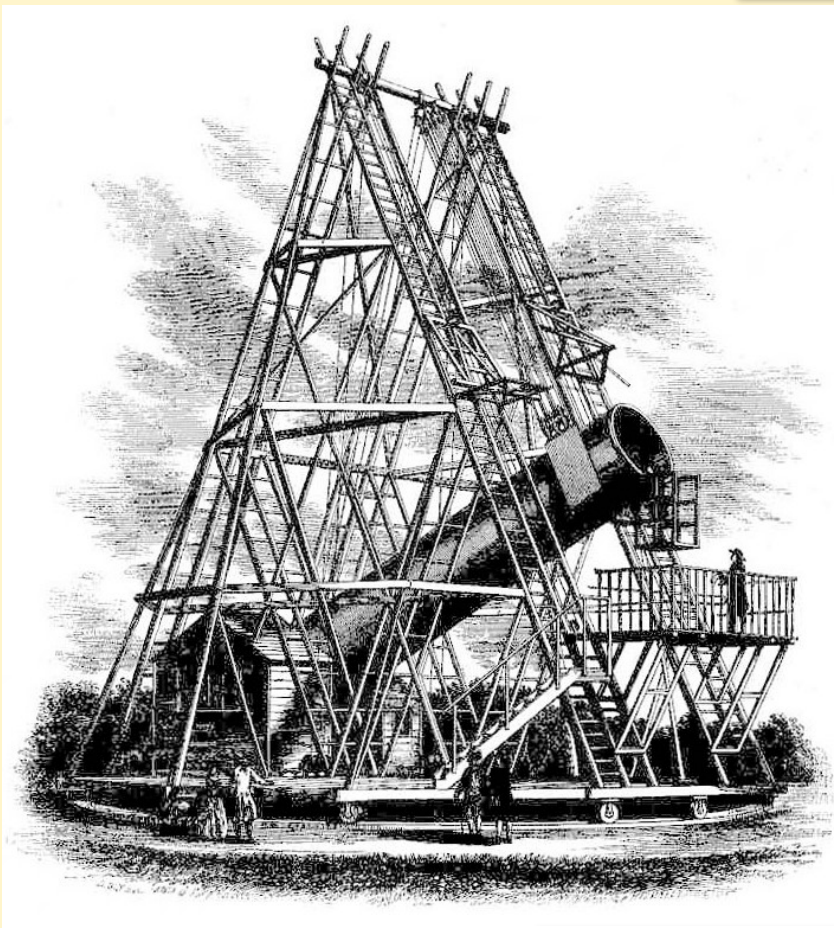
C'est arrivé ce jour-là...

Août 1822, il y a 200 ans

William Herschel est né en Allemagne, à Hanovre, le 15 novembre 1738. Il reçoit d'abord l'éducation musicale de son père et entre dans l'armée comme hautboïste. Horrifié par les tueries auxquelles il assiste durant la guerre de 7 ans, il déserte l'armée allemande pour s'installer en Angleterre. Il est tour à tour copiste musical à Londres, directeur des concerts à Edimbourg et organiste à la chapelle de Bath. Mais il s'intéresse de plus en plus à l'astronomie. Trop pauvre pour s'acheter un instrument, il entreprend de se fabriquer ses propres miroirs en bronze. En 1776, il réalise un télescope de 17 cm de diamètre et 2,31 m de focale qui offre un grossissement de 227 fois. Dans la nuit du 13 mars 1781, alors qu'il tente de mettre en évidence une parallaxe stellaire pour déterminer la distance des étoiles, il

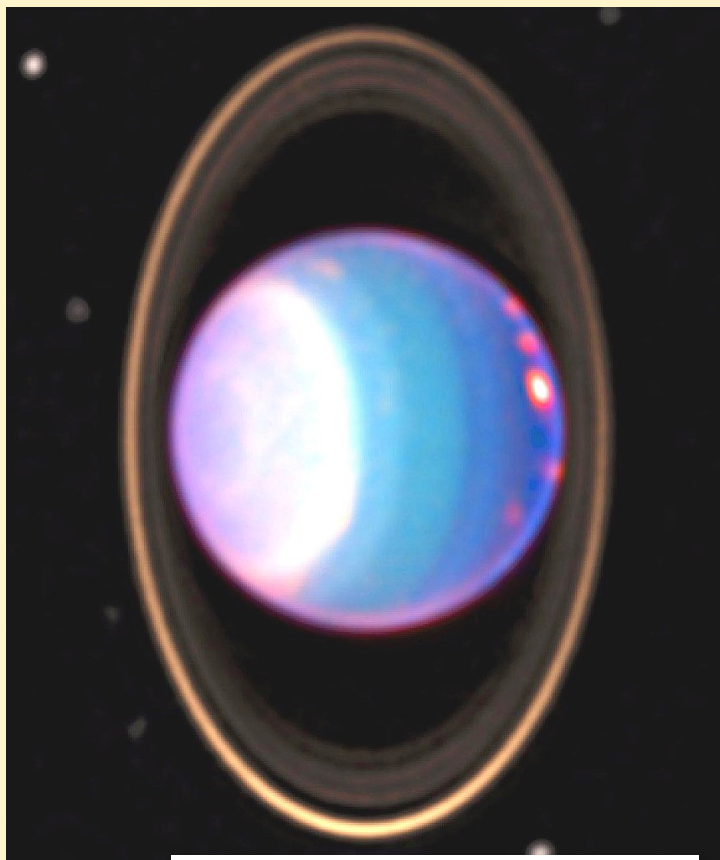


William Herschel (1738 - 1822)

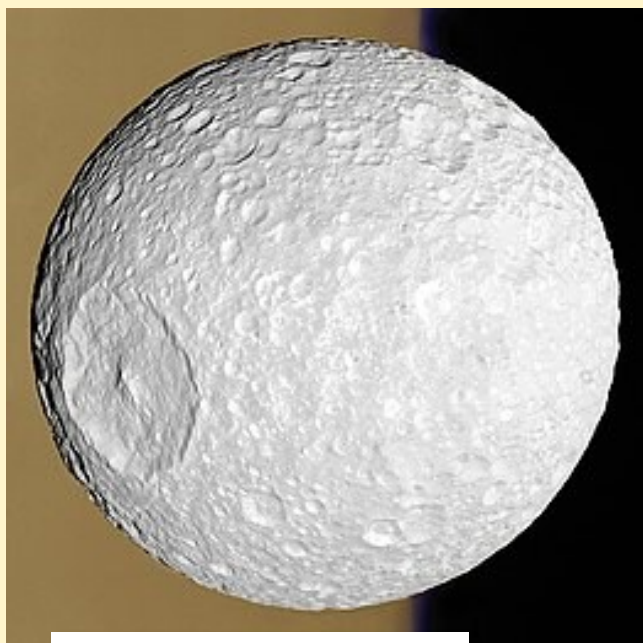


Le télescope de 1,22 m de diamètre et 12 m de focale

découvre la planète Uranus. Il l'a d'abord prise pour une comète, puis une nébuleuse planétaire. Cet objet un moment dénommé 34 Tauri, est finalement reconnu comme une nouvelle planète : la première découverte d'une planète depuis l'Antiquité. Cette découverte lui vaut sa renommée. Le roi George III le nomme astronome du roi et lui alloue une rente pour se consacrer entièrement à l'astronomie. Grâce à sa sœur Caroline, de 12 ans sa cadette, qui vient s'installer avec lui à Bath, il multiplie les observations. En 1784, il observe des changements à la surface de Mars et il suppose, le premier, que la planète rouge dispose d'une atmosphère. En 1787, il découvre 2 satellites autour d'Uranus : Obéron et Titania. En 1789, il découvre les calottes polaires de Mars et les satellites Mimas et Encelade de Saturne. Cette même année 1789, il se construit un télescope de 1,22 m de diamètre et de 12 m de focale. Avec l'assistance de Caroline il publie de nombreux catalogues de nébuleuses et d'étoiles binaires. Il meurt le 25 août 1822.



Uranus et ses anneaux en 1998 par le télescope spatial Hubble



Mimas, diamètre 400 km



Encelade, diamètre 500 km



LE SUN GUN

L'entonnoir solaire

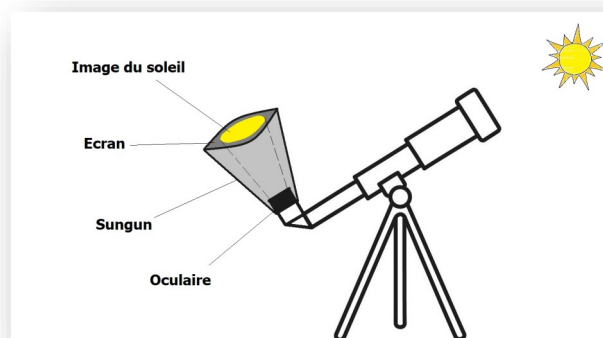
*Le terme **Sun gun** peut se traduire par « canon solaire ». Ce terme peu élégant aurait gagné en évoquant plutôt l'entonnoir auquel il ressemble...
[note de la rédaction]*

Philippe

L'observation du soleil à travers un instrument optique remonte à Galilée qui avait alors inventé un système de projection sur écran. Cette façon très sûre d'observer notre étoile est bien connue des astronomes amateurs car elle permet de visionner sans filtre la photosphère et les taches solaires. Le Sun gun permet également l'observation solaire par projection mais avec une conception quelque peu différente et des avantages évidents.

Le principe du Sun gun est simple : il s'agit d'un entonnoir sur lequel on place un écran translucide côté grande ouverture tandis qu'un oculaire, placé dans la petite ouverture, permet de projeter l'image du soleil sur l'écran. L'ensemble se met dans le porte-oculaire par le coulant de l'oculaire. Il suffit ensuite de régler la mise au point pour obtenir une image nette. Il est également tout à fait possible d'ajouter un filtre orange ou rouge clair à l'oculaire pour donner de la couleur à l'image et calmer un peu la turbulence.

Plusieurs exemples de fabrications existent sur internet souvent faits avec des objets très facilement trouvables dans le commerce comme des pots de fleurs ou des seaux. Personnellement j'ai opté pour l'impression 3D qui offre la possibilité extraordinaire de fabriquer des pièces sur mesure et de se passer de bricolages divers pour adapter des accessoires qui ne sont pas prévus pour l'usage que l'on veut en faire. J'ai choisi du plastique PETG qui résiste bien à la chaleur et de couleur noire pour augmenter le contraste de l'image projetée. Le Sun gun sera en deux parties,



l'entonnoir en lui même et un anneau de serrage pour fixer l'écran. Celui-ci sera une simple feuille de calque découpée.

Je n'ai plus qu'à modéliser le Sun gun sur ordinateur. Mais pour avoir une estimation de ses dimensions, j'ai dû faire des tests de projection sur feuille blanche en utilisant plusieurs oculaires sur le petit dobson 130/900 du club. Mon souhait était d'obtenir une image du soleil d'environ 10 cm de diamètre à une distance de l'oculaire relativement courte. Avec un oculaire de 12 mm de focale, j'obtiens une image de 10 cm à une distance d'à peu près 15 cm. Ce sont donc ces dimensions raisonnables que je retiens pour l'entonnoir, il fera 15 cm de haut avec la même taille d'écran pour avoir un peu de marge. L'ouverture de la petite bouche étant au coulant 31,75 mm pour accueillir l'oculaire qui y sera épaulé par l'intérieur.

Après quelques recherches sur internet, j'ai trouvé cette formule qui confirme les dimensions que j'avais trouvées :

$$F_o = \frac{D_s L F_t}{D_p}$$

D_s : Diamètre apparent moyen du soleil en radians = 0,0093 rad (32')

L : Distance entre l'oculaire et l'écran en mm

D_p : Diamètre de l'image du soleil projetée sur l'écran en mm

F_t : Focale de l'instrument en mm

F_o : Focale de l'oculaire en mm

$$\text{Soit : } \frac{0,0093 \cdot 150 \cdot 900}{100} = 12,55$$

On remarque que plus la focale de l'oculaire sera petite et plus l'image du soleil sur l'écran sera agrandie. Et de même si on allonge la distance séparant l'oculaire de l'écran, ce qui revient à augmenter la focale du télescope. Mais dans les deux cas il y aura une chute de luminosité et il faudra donc trouver un bon compromis pour obtenir la taille de l'image souhaitée avec suffisamment de lumière.

A noter que toutes les méthodes d'observations du soleil par projection se pratiquent surtout avec une lunette. Avec un télescope, la lumière va se concentrer au niveau du miroir secondaire le chauffant

fortement et pouvant provoquer des dommages. Il faudra absolument diaphragmer l'ouverture du télescope. Les couvercles des télescopes newton ont souvent un petit bouchon prévu à cet effet (voir photo).



L'usage du Sun gun s'avère très pratique pour les séances d'observations en public où plusieurs personnes pourront observer en même temps. La sécurité est augmentée par le fait qu'aucun curieux ne pourra prendre le risque de se brûler la rétine à l'oculaire puisque celui-ci, placé à l'intérieur du Sun gun, n'est pas directement accessible. Ajoutez à cela la réduction des files d'attente derrière le télescope, c'est aussi un plus sanitaire indéniable en cette période d'épidémie et de transmission du COVID.

Contrairement aux observations par projection plus classiques, comme celle adoptée par Galilée, le Sun gun offrira une vision directe, confortable et avec la même orientation d'image que celle obtenue à l'oculaire.





Les phrases à retrouver dans les anciens journaux Aliréoscope :

- J98 p14 - Il est généralement admis que l'Europe, en tant que bloc, prend du retard sur ses concurrents internationaux.
- J79 p 7 - Elle veut faire triompher la théorie de l'attraction universelle de Newton.
- J87 p27 - D'après les astronomes, dans 250 millions d'années, les étoiles se seront suffisamment dispersées dans notre Galaxie pour ne plus pouvoir être considérées comme faisant partie d'un amas.
- J88 p17 - La dernière campagne de 1999 a permis de récupérer plus de 500 objets dangereux.
- J76 p 7 - Ce biais expérimental est essentiellement dû au fait que Kepler a observé les mêmes étoiles seulement pendant quelques années.
- J66 p29 - Je remets l'objectif de 50 mm qui suffira largement puisque je suis maintenant au milieu du troupeau.
- J93 p27 - La capsule a ensuite été transportée dans un bâtiment de la base de la Royal Air Force pour être rapidement examinée par les spécialistes.
- J90 p19 - En effet, on peut utiliser le Soleil comme source de lumière pour sonder l'atmosphère et détecter la signature spectrale de certains types d'atomes et de molécules.
- J83 p13 - Il faut bien sûr un télescope motorisé pour suivre la cible mais, malgré tout, entre le début de l'observation et la fin, l'objet tourne sur lui-même dans le champ d'un télescope à monture azimutale.
- J70 p 5 - Pourtant, ce ne sont pas les éruptions qui l'ont fait tomber mais le phénomène qui a suivi.
- J61 p27 - Le roi Mursili II entrait alors dans la 10^e année de son règne et il s'apprêtait à livrer bataille en Anatolie (l'actuelle Turquie).
- J86 p29 - Il serait difficile aujourd'hui de représenter le ciel et les constellations en s'installant à la terrasse d'un café.
- J97 p 10 - Là aussi, le ciel a bien été scruté par les marins et l'objectif est en vue.
- J75 p 8 - La chasse aux exoplanètes débute, et elle sera très fructueuse.
- J65 p 6 - C'est ainsi qu'il fait fabriquer des gazomètres afin de recueillir le gaz mais aussi de le peser avec une très grande précision de l'ordre du grain, c'est à dire 50 mg ce qui, pour l'époque, était tout à fait exceptionnel.
- J63 p10 - Une fusée énorme qui va mettre 10 secondes à se dégager de sa tour de lancement.
- J72 p 4 - Nous ne pouvons que commencer à repérer nos emplacements pour les instruments, mais nous ne pourrions rien faire d'astronomie ce soir.
- J84 p15 - Il est donc préférable de mesurer une différence de position par rapport à une étoile proche, affectée elle aussi de la même manière des effets de la réfraction.
- J95 p 8 - Cela a lieu sur la côte ouest de l'Afrique, près de l'Angola, à environ 8 000 km du point de l'atterrissage envisagé.
- J80 p14 - Située non loin de l'équateur, toutes les orbites peuvent être atteintes et, en tirant vers l'Est, dans le sens de rotation de la Terre, la présence de l'Océan Atlantique garantit la sécurité de la population.
- J85 p18 - Avec un gros téléphone, il était possible de passer et de prendre des appels n'importe où, dans les déserts, sur les hautes montagnes et même aux pôles.
- J67 p13 - Phoenix s'est posé au nord, en début d'été, et comme chez nous au nord du cercle polaire, on observe un soleil de minuit qui ne se couche pas.

- J96 p34 (38) - C'est là qu'il a découvert la plupart de ses petites planètes, mais aussi 7 étoiles variables.
- J81 p10 - Il s'est fait connaître comme grand théoricien et cosmologiste.
- J78 p11 - Ce matin le Soleil a pointé son nez timidement et j'ai pu leur montrer ce qu'était un cadran solaire et comment on pouvait lire l'heure solaire.
- J73 p 7 - Il est question de faire un aller-retour à Vichy pendant les vacances de Noël.
- J64 p 9 - Il constate que la Voie Lactée n'est pas constituée de poussières scintillantes mais d'une infinité d'étoiles.
- J74 p16 - Le 20 novembre 1957, l'Union soviétique émet un timbre pour commémorer l'évènement.
- J68 p33 - Pour l'instant les prévisions pour les aurores se calment à partir de samedi mais, on ne sait jamais, mieux vaut se trouver là où on peut voir le ciel pour augmenter nos chances de les voir.
- J82 p20 (18) - Les phénomènes auraient commencé par des explosions sur Mars observées par un professeur de l'observatoire du Mont Jennings à Chicago.
- J71 p 6 - L'observation d'un des plus gros astéroïdes du système solaire suggère qu'il crache de la vapeur d'eau dans l'espace.
- J91 p27 - Tout instrument scientifique exposé à l'environnement martien pendant assez longtemps est appelé à se modifier, que ce soit à cause des fluctuations extrêmes de température ou du rayonnement du Soleil et des rayons cosmiques.
- J62 p23 - Il était un peu plus de minuit et Pierre pointait Andromède mais c'était aussi l'heure de plier bagage.
- J92 p47 - Un petit point énervant toutefois, quand il fait encore jour, qu'on ne voit que Jupiter, et que ce n'est pas forcément cette planète qui est proposée comme point de repère.
- J89 p32 - Il a recruté pas moins de 80 femmes pour travailler avec lui au dépouillement et au classement des données.
- J94 p17 - Mais Loon n'a pas été en mesure de réaliser des bénéfices malgré des partenariats commerciaux importants avec des réseaux mobiles en Afrique.
- J77 p13 - Les différentes strates, rouges pour celles qui contiennent du fer, blanches pour celles qui contiennent du manganèse donnent au site des couleurs impressionnantes, surtout lorsqu'elles sont éclairées par le soleil.
- J69 p31 - Ses observations de Mercure étaient faussées par le fait qu'il pensait, à tort, que Mercure avait une rotation synchrone autour du soleil.
- J99 p20 - Un système de fusée complètement réutilisable est la clé du succès !

Note : numéro des pages du journal en pdf sur le site web Albireo78 et, entre parenthèses le numéro de la page indiqué dans le journal s'il est différent (problème technique... ça arrive).

Cela pouvait paraître long à rechercher mais quand la version pdf du journal est disponible, cela ne pose pas de difficultés majeures avec une fonction « recherche » bien maîtrisée sur Acrobat Reader...

Quelque fois, un seul mot suffit à trouver la phrase, et malgré un texte délivré sous forme d'image, un bon outil de reconnaissance de caractère (OCR) permettait de récupérer l'intégralité du texte donné pour encore mieux faciliter cette recherche.

De plus, il n'y avait qu'une seule phrase à trouver par journal, et l'on pouvait s'en apercevoir assez rapidement pour les éliminer du champ de recherche, qui se rétrécissait alors comme la « peau de chagrin » d'Honoré de Balzac.

Bref, pour l'anniversaire du numéro 200, l'affaire sera plus corsée mais nous n'en sommes pas encore là, et l'équipe de la rédaction vous souhaite une bonne lecture de ce numéro 101 qui va agrandir votre collection.

La question subsidiaire consistait à donner la solution intégrale des mots croisés du journal n° 71 dont la solution n'avait pas été donnée, et même pas réclamée, preuve que son auteur se donnait beaucoup de mal pour rien.

Mais, ce numéro 101 vous propose la solution de ces mots croisés oubliés dans la page qui suit.

	Râperai Refroidi à Feau légère	U	Divagua Diaphragme	E	Bonne carte Id Est	A	Femme autoritaire	V	Sidérés Aime le canard	C	Oui Néon	Y	6			
		S	1	R	I	S	Image de PC Vulgaire	I	C	O	N	E				
	Vitesse de navire Capable	E	R	R	E	Réelles Mat	V	R	A	I	E	S				
Calquer Boussole	C	Mélodie Calcul	A	R	I	A	Animaux australiens Mascaret	T	U	A	N	S	Années Reine de l'Egypte			
	C	O	M	P	A	S	Presque français Crypter	B	E	L	G	E	3,1416 Cabaret	P	I	
Souffert Cérémonial	P	A	T	I	Bateau Convier	C	A	R	G	O	Repose 2x10	G	I	S		
	R	I	T	E	Interdit aux - 18ans Choisissons	P	O	R	N	O	Crié Cajolai	V	A	G	I	
Interjection Métal jaune	E	H	Arrangement Sert à digérer	O	R	D	R	E	Font luire Ecrin	C	I	R	E	S		
	O	R	Espionnée Toucha le fond	E	P	I	E	E	Bruits forts Élégant	B	A	N	G	S	S'occupe de nucléaire	
Créateur latin	Composé chimique Corpuscule de matière	E	S	T	E	R	Céréale indienne Fluide hypothétique	S	O	R	G	O	Pour lier	C	3	
	F	A	2	C	T	O	R	Réduite en morceaux Pas encore blanchi	E	M	I	E	T	T	E	E
Le rouge devient rare Objectifs à focale variable	T	H	O	N	points	E	T	A	T	S	7ème lettre grecque Descends	E	T	A		
	Z	O	O	M	S	Lieu-dit du lieu Tellure	C	H	R	I	S	T				
Changea sa voix Abrite la la fission	M	U	A	Support	T	R	E	T	E	A	U					
	R	E	A	5	C	T	E	U	R	Sourie	R	I	E			

S₁ A₂ C₃ L₄ A₅ Y₆

Des panaches de vapeur signalent souvent que l'on approche du centre CEA-SACLAY. Ils proviennent des tours de refroidissement des deux réacteurs nucléaires destinés à la recherche.

OSIRIS : un réacteur de type piscine à eau légère et à cœur ouvert dont le but principal est d'effectuer des essais et d'irradier sous haut flux de neutrons des éléments combustibles et des matériaux de structure des centrales électronucléaires de puissance ainsi que de produire des radioéléments, entre autres pour la médecine.

ISIS : similaire mais de taille plus modeste.

Photo du haut à gauche : le centre vu de la route en direction de St Quentin en Yvelines.

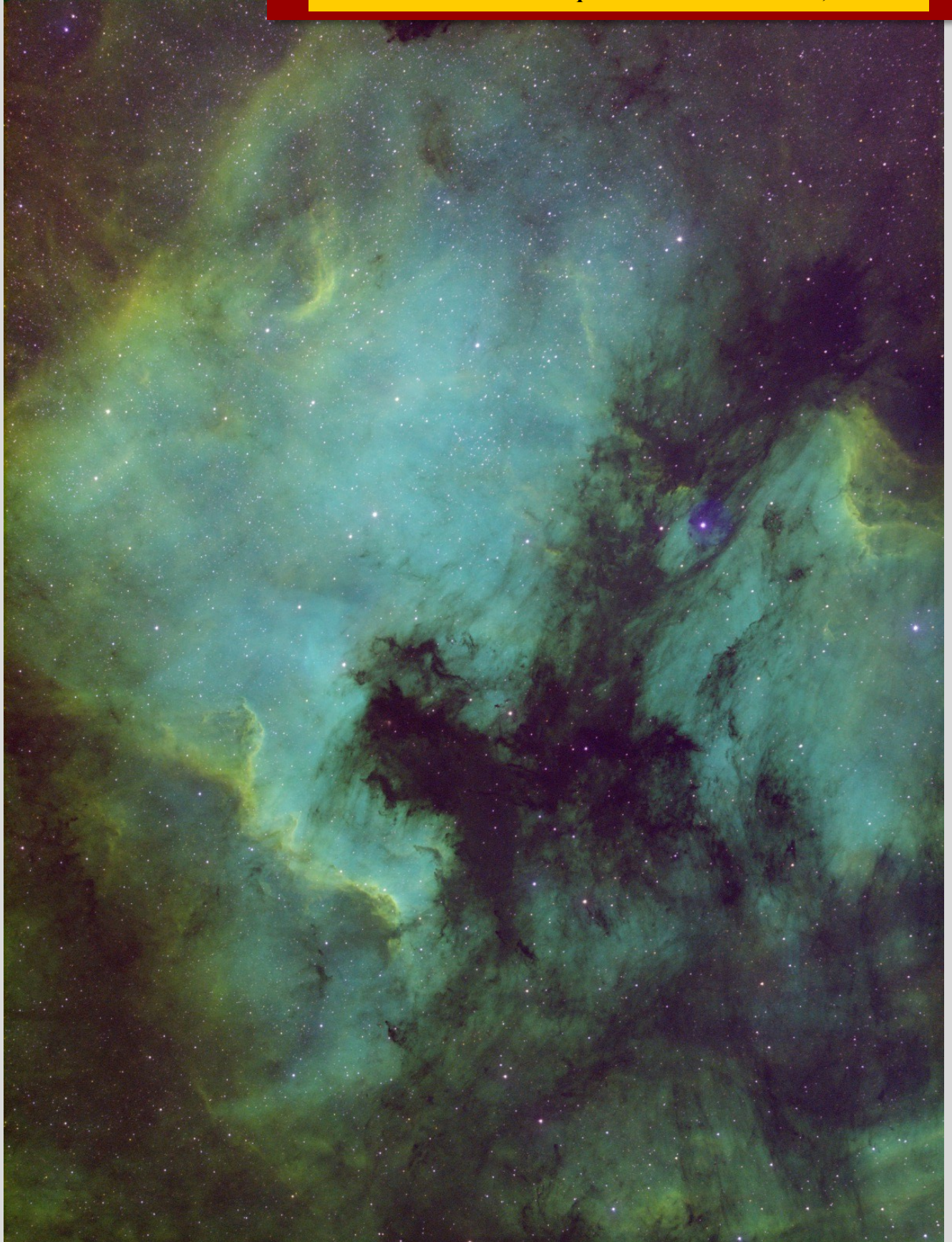
Filigrane : piscine (11 mètres de profondeur) qui protège les opérateurs des rayonnements du cœur. Les tiges et cordages permettent de manipuler les objets sous l'eau. En fonctionnement, l'effet Tchernobyl diffuse une lumière bleue qui témoigne de l'activité du cœur radioactif.

Photo du bas à droite : cellule des opérateurs pour la manutention des éléments radioactifs avec des bras télémanipulateurs. Les vitres jaunes sont en verre à haute teneur en plomb et font 1 mètre d'épaisseur.



Galerie

Les nébuleuses de l'Amérique du nord et du Pélican, Loïck



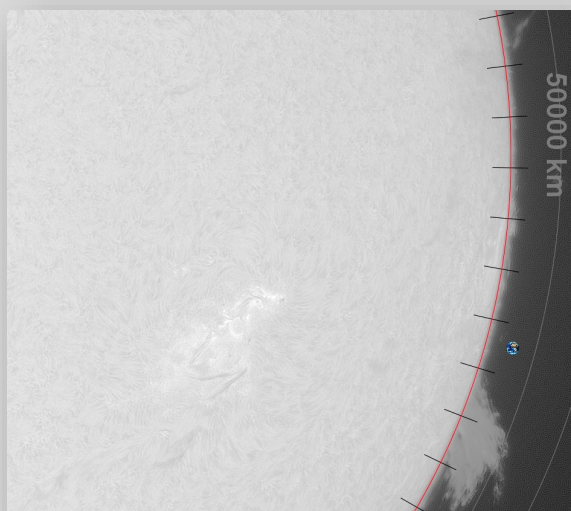
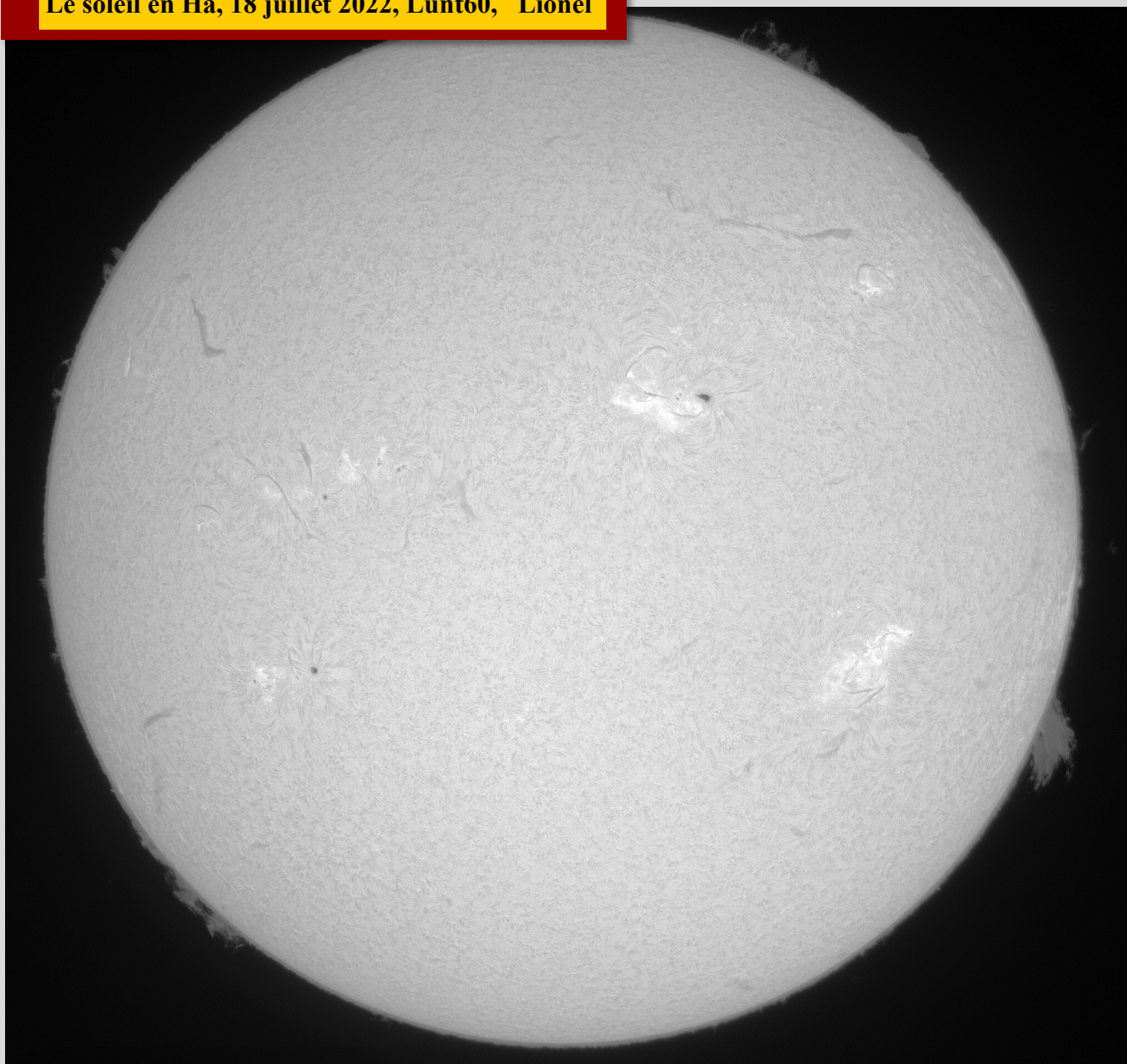


Galerie

Nébuleuse de la Tulipe, Christian



Le soleil en Ha, 18 juillet 2022, Lunt60, Lionel



Le logiciel lusol3D permet d'annoter les images pour avoir une idée plus précise des dimensions atteintes par les phénomènes qu'on observe sur le Soleil.

La hauteur de cette protubérance dépasse les 50 000 km, on peut voir la taille de la Terre en comparaison...

Albireo78
saison 2021-2022

**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



59 membres

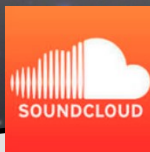


Observations

Gratuites et pour tous :
Emancé / Mesnil St Denis

Newsletter

184 abonnés



« En route vers les étoiles »

Notre émission radio
17 saisons, 183 émissions,
749 chroniques scientifiques

Soundcloud

289 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

46 abonnés