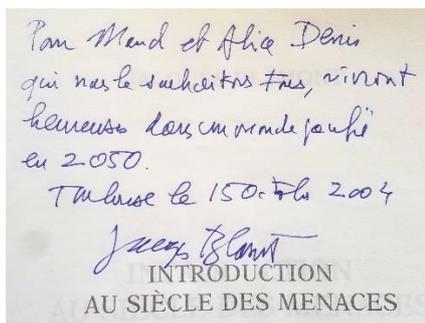


## Editorial :

Notre dernière lettre d'information date de notre assemblée générale. Le 24 février, nous présentions un programme prévisionnel ambitieux. Entretemps, nos plans, comme ceux de la Cité de l'espace et de nos partenaires ont été bouleversés par la pandémie de Covid-19 et le confinement qui a suivi. Toutes les activités prévues à court terme ont été annulées ou reportées et, malheureusement, rien ne permet aujourd'hui de dire quand nous retrouverons un fonctionnement tout à fait normal. La planification du second semestre sera un casse-tête. Néanmoins, comme beaucoup d'acteurs, nous tentons de nous adapter et vous pourrez lire dans cette lettre que nous avons pu organiser quelques actions depuis la fin du mois d'avril. J'espère que d'autres initiatives seront lancées dans les prochaines semaines. Nos instances, conseil d'administration et bureau, ont fonctionné quasiment normalement avec des outils de visioconférence.

Pour entretenir le lien avec nos adhérents, nous allons également augmenter la fréquence de cette lettre d'information, évidemment selon la disponibilité des articles et la bonne volonté des rédacteurs. Je remercie tous ceux qui ont contribué à ce nouveau numéro. Il est volontairement beaucoup plus long : nous avons estimé que vous seriez heureux de recevoir un peu de lecture de notre part. Votre avis ou vos suggestions sur cette lettre nous intéressent : écrivez-nous à l'adresse [communication@amis-cite-espace.org](mailto:communication@amis-cite-espace.org).



En 2004, Jacques Blamont, qui vient de décéder et à qui nous rendons hommage dans les pages qui suivent, publiait un livre intitulé « Introduction au siècle des menaces ». Parmi les trois menaces identifiées par l'auteur, l'expansion d'épidémies favorisées par la mondialisation. A l'occasion d'une table ronde suivie d'une séance de dédicace à la Cité de l'espace, je lui ai dit que son discours était très pessimiste. Sa dédicace donnait une lueur d'espoir. Restons lucides mais optimistes : certains se demandent peut-être s'ils ont bien fait d'adhérer en 2020.

N'ayez aucun doute sur notre détermination à parvenir à proposer un programme, certes différent de notre plan initial, mais avec une offre de qualité et innovante. Si vous n'avez pas encore renouvelé votre adhésion ou si vous avez des amis susceptibles de le faire, le bulletin est [ici](#).

Un grand merci à l'ensemble des contributeurs (voir ci-dessous) et aux relecteurs de cette lettre (Christianne Billon, Michelle Bousquet, Anne-Marie Laborde et Marc Sanfeliu).

Amicalement,

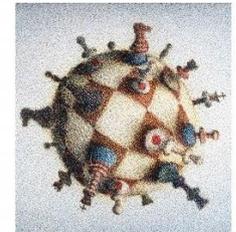
Gil Denis, président de l'AACÉ

## Au sommaire de ce numéro :

- **Un point sur notre programme d'activités et celui de la Cité de l'espace** (Gil Denis).
- Hommage à deux grands noms du spatial disparus récemment : **Jacques-Emile Blamont** et **Jean-Marie Luton** (Geneviève Gargir et Michel Bouffard)
- **Confinement ? A la maison ou à bord de la station spatiale internationale, similitudes et différences** (Jérémy Lasue)
- Actualité spatiale : **Bepi-Colombo** (Michel Bouffard et Gil Denis) et **Solar Orbiter** (par Michel Bouffard)
- Rétroviser, un coup d'œil en arrière : **Alan Shepard, premier américain dans l'espace** (Gil Denis), **Apollo 13** (Gil Denis) et **les 30 ans de Hubble**, seconde partie (Eric Tronche)
- **A lire ou à voir pendant le confinement** (Carine Onyshchenko, Eric Tronche et Gil Denis)
- **Le quiz du mois et les images d'actualité** : quelques images extraites du samedi visite découverte du 2 mai 2020 ou voyager autour de la Terre pendant le confinement (Gil Denis).

JACQUES BLAMONT

INTRODUCTION  
AU SIÈCLE  
DES MENACES



## Impact du confinement sur les activités des Amis de la Cité de l'espace

(par Gil Denis)

Notre calendrier prévisionnel du premier semestre est totalement perturbé par le confinement et tous les événements prévus ont été reportés. Cela concerne les conférences, les samedis visites découvertes, les trophées de robotique et les défis solaires.

Notre partenaire principal, la Cité de l'espace est bien évidemment dans une situation similaire, avec un site toujours fermé au public et le personnel en télétravail. Le détail et l'ensemble du calendrier de la Cité de l'espace peuvent être consultés ici : <https://www.cite-espace.com/evenements/>. Vous pouvez également recevoir directement la « newsletter » de la Cité de l'espace en vous inscrivant sur cette page : <https://www.cite-espace.com/inscription-a-la-newsletter/>

Nous sommes néanmoins parvenus à organiser récemment quelques actions sous une forme nouvelle. Le 30<sup>ème</sup> anniversaire du télescope Hubble a été fêté sous la forme d'un événement Facebook avec la Cité de l'espace avec le témoignage de Pierre Hollier, un des acteurs du projet et administrateur de notre association et celui de l'astronaute Andrew Feustel, à l'initiative de Lise Martin, également membre du conseil d'administration. Vous pouvez revoir cet événement [ici](#).



Avec l'aide de Michelle Bousquet et Marc Sanfeliu, Gil Denis a animé le 2 mai le **premier samedi visite-découverte virtuel : un voyage autour de la Terre pendant le confinement**. Illustré d'images acquises pendant la période de confinement, ce fût l'occasion de faire le point sur les satellites d'observation de la Terre en général et les missions Sentinel du programme Copernicus en particulier. La Cité de l'espace nous a sollicités pour en faire une conférence en ligne.

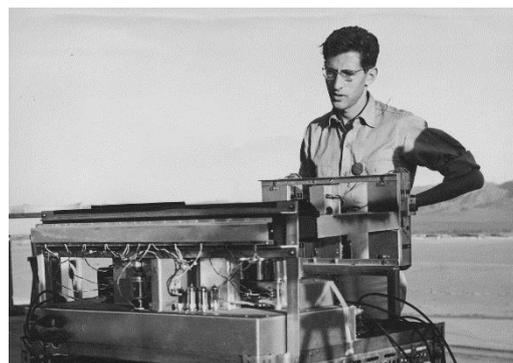
## Hommage à deux grands noms du spatial français et européens

**Jacques-Emile Blamont, « le père du programme spatial français »** (par Geneviève Gargir)

L'astrophysicien Jacques Blamont est décédé le 13 avril à Chatillon (Hauts-de-Seine), à l'âge de 93 ans. Chercheur passionné et infatigable, il fut l'ardent promoteur de la présence de la France dans l'Espace et un acteur majeur de ses programmes scientifiques dans ce domaine. On pourrait l'appeler « le père du programme spatial français » tant sa contribution à sa création et son développement fut essentielle.

L'œuvre de Jacques Blamont, consacrée à l'astronautique et à l'astrophysique, est remarquable par des travaux sur l'atmosphère terrestre, le Soleil et les planètes.

Après sa découverte en 1959 de la turbopause, puis en 1971 du vent interstellaire et du nuage d'hydrogène des comètes, Jacques Blamont a participé à la plupart des missions planétaires internationales et a joué un rôle de premier plan dans le développement de la coopération en ce domaine. Avec le Général Aubinière, il propose en 1961 la création du CNES, le Centre National d'Etudes Spatiales. Premier Directeur scientifique et technique du CNES, il a notamment été responsable de la mise au point des premiers satellites français, a eu un rôle déterminant dans le choix de Kourou comme base européenne de lancement et a conseillé les onze Présidents du CNES de 1961 à nos jours.



Jacques Blamont à Colomb-Béchar en mars 1959. Crédit : service d'aéronomie du CNRS

Concernant le contexte de la création du CNES il explique<sup>1</sup> : « l'objectif était d'émuler les soviétiques et les américains en créant une Agence souple, ouverte, appuyée sur la recherche et l'industrie dans un esprit de coopération et fixant ses objectifs et ses méthodes avec un extrême pragmatisme... Fallait-il une agence nationale ? Le CNES a toujours cru à la nécessité d'une composante nationale dans le fonctionnement politique de l'Europe. Quelle que soit la rapidité de son intégration, elle est et restera longtemps l'Europe des Nations et il faut un mécanisme pour promouvoir la créativité à travers cette nébuleuse... Le rôle du CNES consiste à construire un programme et à veiller à son exécution... Le CNES ne se réserve que des activités nouvelles : il développe en son sein, puis les transfère à ses partenaires industriels... Ariane fut aussitôt après les tirs d'essais, confiée à une société de droit privé Arianespace...après les tirs réussis des premiers Diamant, la presse a donné à la France le titre de troisième puissance mondiale spatiale...

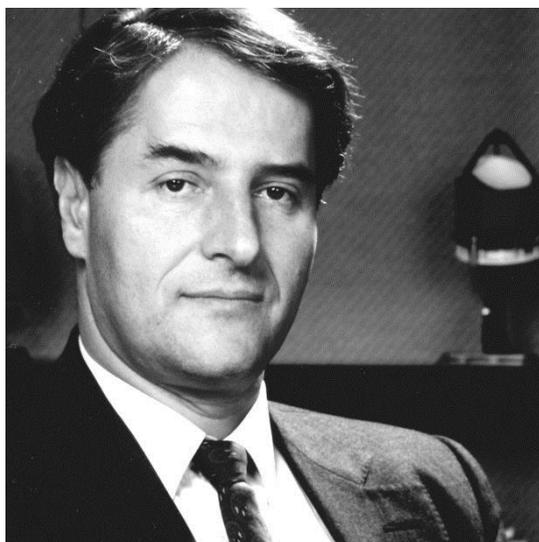
Concernant le contexte international, « trois modes d'actions s'offraient à la France pour mener les affaires spatiales : un mode national, un mode bilatéral, un mode multilatéral ou européen. Le CNES les a adoptés tous les trois. D'un côté des relations privilégiées avec les Etats-Unis au moyen de grands programmes comme FR1 (premier satellite français lancé aux USA), Topex en 1993, suivi de Jason en 2001. D'un autre côté une multitude de projets en commun avec l'Union Soviétique dont le plus connu du public, le premier lancement d'un spationaute européen ».

Il a eu un rôle déterminant dans la coopération française avec l'Inde (accord signé en 1964 sur la construction et le lancement en Inde de fusée-sonde), lui permettant de démarrer un programme spatial. Mais ces dernières années ont dévoilé en lui un visionnaire dans plusieurs domaines dont le climat, les conséquences de certaines avancées de l'humanité. Il a reçu de très hautes distinctions en France (notamment la Médaille d'argent du Président de la République décernée en 1967 par le Général de Gaulle) et à l'international (insignes du Padmi Shri, ordre civil indien le plus élevé). Ce fut une grande figure du spatial mais plus encore, un académicien visionnaire de l'avenir de notre humanité. Il nous quitte en pleine crise sanitaire planétaire, crise qui ne fait que confirmer ses propres visions. D'autres menaces nous guettent. Rappelons-nous la conclusion de son livre de 2004 sur le sujet : « L'Humanité va dans le mur et on n'y peut rien ! ».

### **Jean-Marie Luton : disparition d'un géant de l'Europe spatiale (par Michel Bouffard)**

Jean-Marie Luton, ingénieur et scientifique français, un des artisans du paysage spatial français et européen, est décédé le 16 avril 2020. Jean-Marie Luton a participé aux négociations précédant la création de l'Agence spatiale européenne (ESA) et au montage du tour de table industriel ayant permis la création d'Arianespace.

Né en 1942, diplômé de l'Ecole Polytechnique en 1961, il rejoint le CNES en 1971 en qualité de conseiller spécial de recherche avant d'être détaché auprès du Ministère du Développement Industriel et Scientifique afin de participer aux négociations européennes aboutissant à la création de l'ESA en 1975. En 1978, Jean-Marie Luton devient Directeur des programmes au CNES. Il sera ensuite Président du Comité administratif et financier de l'ESA et représentant du CNES au sein du Conseil d'administration d'Arianespace.



Jean-Marie Luton. Crédit : ESA

Entre 1989 et 1997, il devient successivement Directeur général du CNES, Directeur général de l'ESA puis Président d'Arianespace jusqu'en 2007. Tout au long de sa carrière, Jean-Marie Luton a reçu de nombreuses distinctions. Il était notamment Officier de la Légion d'Honneur et Commandeur de l'Ordre National du Mérite. Il était également membre de l'Académie Internationale d'Astronautique et de l'Association Aéronautique et Astronautique de France.

---

<sup>1</sup> Extrait du discours de J.E. Blamont, colloque des 50 ans du CNES le 9 février 2012, « L'originalité du modèle CNES et ses évolutions »

## Confinement : l'expérience des astronautes, différences et similitudes

(par Jérémie Lasue)

En cette période d'épidémie inédite où le confinement reste la meilleure façon de se protéger et de protéger les autres, il est utile d'apprendre de l'expérience de confinement que peuvent vivre certains hommes qui font face à un environnement hostile. Cela peut se passer dans un sous-marin, ou en Antarctique, mais l'expérience de confinement la plus spectaculaire est certainement celle vécue par les astronautes lors de leurs séjours dans l'espace. Malgré l'impact du covid-19, la rotation des membres d'équipage de l'ISS a bien eu lieu avec l'arrimage de la mission Soyouz MS-16 le 9 avril dernier.

Entourés par le vide spatial, et en condition d'impesanteur, pas question de sortir pour se dégourdir les jambes (Figure 1). L'ISS accueille ainsi trois à six astronautes qui cohabitent pendant des mois, voire plus d'un an, dans ses 388 mètres cubes alors que la moyenne des français vit le confinement dans 96 mètres carrés. En prenant comme référence une hauteur sous plafond de 2,5 mètres, les deux chiffres sont assez similaires : les français sont en moyenne 2,6 à partager le même logement. Il y a une différence majeure : grâce à la microgravité, toutes les surfaces de la station spatiale sont utilisables comme mur, plancher ou plafond au besoin.



Figure 1 : La Station Spatiale Internationale en orbite autour de la Terre (crédit ESA)

En plus d'être confinés dans l'espace, les astronautes sont également isolés deux semaines au sol avant de partir pour éviter d'amener avec eux des maladies contagieuses à bord de la station.

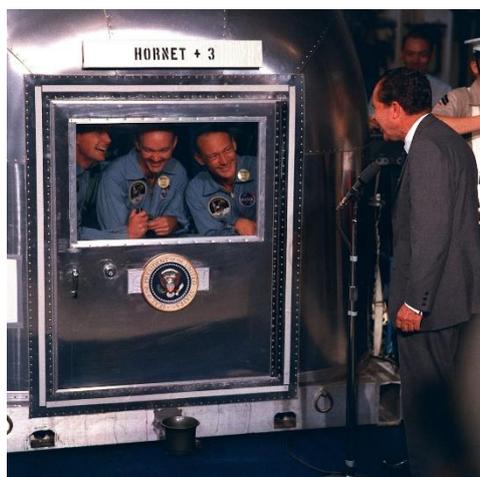


Figure 2 : le président Richard Nixon rend visite aux astronautes Neil Armstrong, Buzz Aldrin et Michael Collins en quarantaine après leur retour sur Terre (Crédit NASA)

Certains astronautes sont également mis en quarantaine à leur retour, c'est ce qu'il s'est passé avec les astronautes des missions Apollo qui revenaient sur Terre avec des échantillons lunaires dont l'effet sur la vie était inconnu (Figure 2). Sur la Station Spatiale Internationale, confinés et isolés du monde ainsi pendant des mois, les astronautes nous font partager leurs trois enseignements principaux pour vivre le confinement le mieux possible.

### Garder à l'esprit la raison du confinement

Pour Jean-François Clervoy, "Le confinement, c'est être abrité et protégé de l'extérieur." Pour les astronautes, le confinement est un moyen en vue de la réalisation d'objectifs bien définis : des expériences scientifiques, du ravitaillement, des réparations, etc. Sur Terre, il est important de nous rappeler que le confinement a un but bien précis qui est de nous protéger et de protéger les autres. Mieux il est respecté, et plus vite nous pourrions tous sortir de la crise avec un minimum de victimes.

### Bien s'organiser pour garder le rythme

Les astronautes nous rappellent aussi que lors de leurs missions, ils ont un programme d'activités chargé donné par leur plan de vol qui leur permet de s'organiser dans l'espace et le temps, avec des informations sur les ressources à leur disposition, et des événements bien planifiés, y compris le sport (2h d'exercices par jour dans la station) et les loisirs personnels. De notre côté, il faut le plus possible s'organiser et garder une routine quotidienne, un rythme, avec des exercices physiques, comme la gymnastique pour se maintenir en forme mais aussi des objectifs plus personnels pour rythmer le temps qui passe. Cela peut être l'opportunité de lire ou d'apprendre de nouveaux savoir-faire : "Faire un gâteau, ranger, rester ordonné, travailler, se détendre et s'instruire dans des disciplines dans lesquelles on n'est pas bien éduqué", rappelle Jean-François Clervoy. Il faut surtout faire attention à éviter la sédentarité accrue du confinement, qui peut mener à des changements métaboliques et des pertes musculaires.

## Toujours garder le contact

Lors de missions de longue durée, il faut se garder un espace personnel pour se ressourcer afin d'éviter les tensions interpersonnelles mais surtout se tenir toujours informé. La communication avec le sol est essentielle pour connaître l'avancement de la mission mais aussi pour garder le lien avec ses proches. Tout ceci pour éviter que le confinement ne se change en isolement et amène des problèmes comme ceux qui ont pu se passer lors de la dernière mission Skylab où le contact avec la Terre avait été perdu et des tensions au sein de l'équipage étaient apparues. Il est tout aussi important pour les français confinés chez eux de continuer à communiquer avec ceux qui leur sont chers par téléphone ou visioconférence, mais également continuer à garder le contact avec un environnement plus large.

C'est aussi pour garder un contact visuel avec notre planète que la Cupola a été installée sur l'ISS avec « une vue tout simplement imprenable ! » comme le dit Thomas Pesquet (Figure 3).

Le futur de l'exploration spatiale continuera à nécessiter des périodes de confinement, probablement plus longues, pendant des mois, voire des années si nous cherchons à envoyer des hommes sur Mars. Pour cela, même sur Terre, des ingénieurs et chercheurs continuent à se confiner pendant des mois, comme lors de la simulation Mars-500, pour étudier les effets du confinement sur les équipes d'astronautes qui poursuivront notre effort d'exploration spatiale futur.



Figure 3 : Thomas Pesquet regarde la Terre depuis la Cupola de la Station spatiale internationale (crédit ESA)

## Pour aller plus loin...

- [Les conseils de Thomas Pesquet pour bien vivre le confinement.](#)
- [Les conseils Jean-François Clervoy pour bien vivre le confinement.](#)
- [Les conseils des astronautes de l'ESA pour bien vivre le confinement.](#)
- [Visiter la Station Spatiale Internationale avec Thomas Pesquet.](#)
- [Sur la protection planétaire après le retour des échantillons lunaires des missions Apollo](#)
- [Sur la simulation Mars-500.](#)
- [Avec la Cité de l'Espace, des missions pour devenir astronaute chez soi...](#)

## Actualité spatiale

### Solar Orbiter (SOLO), une mission d'exploration du Soleil (par Michel Bouffard)

Bien que le Soleil soit pour nous humains l'objet le plus visible de tout l'Univers, bien que cet objet ait été étudié par les scientifiques depuis bien avant notre ère, bien qu'il ait fait l'objet de plusieurs missions d'observation par satellites, son fonctionnement reste encore bien mystérieux et sur certains aspects totalement incompris.

Après Ulysses (1990-2008) et SOHO (1995-en cours), Solar Orbiter (SOLO) est la troisième mission de l'ESA dédiée à l'étude du Soleil menée avec une large contribution de la NASA. Avec cette mission, l'ESA et la NASA coopèrent de nouveau pour chercher à mieux comprendre notre étoile et son influence sur notre planète au travers de l'héliosphère (la bulle de plasma issue du soleil qui baigne tout le système solaire).

SOLO et la Solar Parker Probe de la NASA, lancée il y a un peu plus d'un an, ont été conçus comme des missions complémentaires concourant au même objectif.



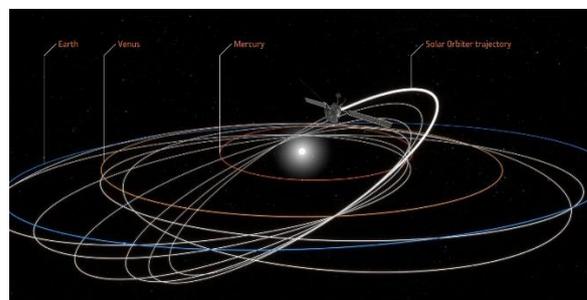
Vue d'artiste de Solar Orbiter.  
Crédit : ESA

Lancé le 10 février 2020 depuis la Floride par un lanceur Atlas V de la NASA, le satellite SOLO est actuellement en route vers son orbite autour du Soleil et la phase initiale de mise en service s'est déroulée avec succès : le satellite est maintenant en test de recette en orbite pour trois mois, afin de vérifier que tout fonctionne nominalement à bord, y compris les dix instruments scientifiques.

L'orbite elliptique présentera un aphélie (point de l'orbite à distance maximum du Soleil) égale à environ 150 millions de km et un périhélie (point d'orbite à distance minimum du Soleil) égal à environ 42 millions de km.

L'orbite initiale dans le plan de l'écliptique (plan du système solaire) sera atteinte au bout de deux ans de voyage et prendra au cours de la mission une inclinaison par rapport à ce plan jusqu'à 30° au bout de 10 ans (17° en 4 ans, durée de la mission nominale).

L'inclinaison sur le plan de l'écliptique permettra d'observer les pôles du soleil à haute résolution, ce qui n'a jamais été fait jusqu'à présent, tandis que se rapprocher à une faible distance permettra d'observer la surface du soleil avec une précision inégalée.



Le long périple de Solar Orbiter de 2020 à 2030.  
Crédit : ESA / ATG Medialab

Pour atteindre son orbite autour du soleil et s'y maintenir tout au long de sa durée de vie opérationnelle, SOLO utilisera de nombreuses fois l'assistance gravitationnelle de Vénus et une fois (en novembre 2021) celle de la Terre.

Si près du Soleil, SOLO subira une température de l'ordre de 500°C... Au cours de son long voyage autour du Soleil, SOLO sera soumis à des conditions extrêmes et surtout extrêmement changeantes, de température, de champs magnétiques, de bombardement des radiations, etc.

Un challenge pour sa conception : de nouvelles technologies à développer, de nombreux mécanismes de protection des instruments, lesquels ne doivent surtout pas tomber en panne en position « ouverte » sous peine de surchauffe interne du satellite !



Le satellite Solar Orbiter à son arrivée en Floride pour la campagne de lancement (à gauche) et juste avant son couplage au lanceur Atlas V (à droite). La masse totale au lancement est de 1800 kg avec une charge utile de 180 kg (dix instruments). Une fois les panneaux solaires déployés, l'envergure atteint 18 mètres. Crédit : ESA.

Solar Orbiter a été conçu et construit sous la maîtrise d'œuvre d'Airbus Defence and Space dans son centre de Stevenage à la tête d'une équipe industrielle européenne. De nombreux instituts de recherche scientifique en Europe ont contribué à la fourniture des instruments scientifiques.

## → COMMENT SOLAR ORBITER VA ÉTUDIER LE SOLEIL

### LES INSTRUMENTS IN SITU

**EPD : Energetic Particle Detector**  
Ce détecteur mesurera les particules énergétiques solaires qui passeront par la sonde. Il en observera la composition et la variation dans le temps. Les données recueillies aideront les scientifiques à étudier les sources, les mécanismes d'accélération et les processus de transport de ces particules.  
*Investigateur principal (IP) : Javier Rodriguez-Pacheco, Université d'Alcalá (ES)*

**MAG : Magnetometer**  
MAG possède deux capteurs qui mesureront le champ magnétique autour de la sonde avec une grande précision. Il nous aidera à déterminer comment le champ magnétique du Soleil est lié au reste du système solaire et change avec le temps, pour comprendre comment chauffe la couronne et comment l'énergie est transportée dans le vent solaire.  
*IP : Tim Horbury, Imperial College Londres (GB)*

**RPW : Radio and Plasma Waves**  
RPW mesurera la variation des champs magnétique et électrique, avec plusieurs capteurs et antennes. Il nous aidera à déterminer les caractéristiques des ondes et champs électromagnétiques dans le vent solaire. C'est le seul instrument de Solar Orbiter qui effectuera à la fois des mesures in situ et de télédétection.  
*IP : Milan Maksimovic, LESIA, Observatoire de Paris (FR)*

**SWA : Solar Wind Plasma Analyser**  
L'analyseur de vent solaire SWA est constitué d'une série de capteurs qui mesureront des propriétés du vent solaire telles que la densité, la vitesse et la température. Il mesurera aussi la composition du vent solaire.  
*IP : Christopher Owen, Laboratoire de science spatiale Mullard (GB)*

### LES INSTRUMENTS DE TÉLÉDÉTECTION

**EUI : Extreme Ultraviolet Imager**  
EUI produira des images de la chromosphère solaire, de la zone de transition et de la couronne. Il permettra aux scientifiques d'enquêter sur les processus de réchauffement mystérieux qui ont lieu dans cette région et de mettre en relation les mesures in situ du vent solaire avec leurs zones d'origine sur le Soleil.  
*IP : Pierre Rochus, Centre Spatial de Liège (BE)*

**Metis : Coronagraph**  
Metis fournira des images en ultraviolet et lumière visible de la couronne solaire. Celles-ci montreront la structure et la dynamique de l'atmosphère solaire avec un niveau de détail sans précédent, allant de 1,7 à 4,1 rayons solaires. Les scientifiques pourront ainsi rechercher le lien entre le comportement de ces régions et le climat spatial dans le système solaire interne.  
*IP : Marco Ramoli, INAF – Université de Florence (IT)*

**PHI : Polarimetric and Helioseismic Imager**  
PHI fournira des mesures en haute résolution du champ magnétique à travers la photosphère et cartographiera la luminosité aux longueurs d'onde visibles. Il produira aussi des cartes de vitesse du mouvement de la photosphère qui permettront des études héliosismiques de l'intérieur du Soleil, en particulier de la zone convective.  
*IP : Sami Solanki, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (DE)*

**SoloHI : Heliospheric Imager**  
SoloHI prendra des images du vent solaire en capturant la lumière diffusée par les électrons dans le vent. Cela permettra l'identification des perturbations transitoires dans le vent solaire, comme ceux déclenchés par une éjection de matière coronale, au cours de laquelle un milliard de tonnes de gaz coronal peut être éjecté dans l'espace.  
*IP : Russell A. Howard, US Naval Research Laboratory, Washington, DC (US)*

**SPICE : Spectral Imaging of the Coronal Environment**  
SPICE révélera les propriétés de la zone de transition solaire et de la couronne en mesurant les longueurs d'onde ultraviolettes extrêmes émanant du plasma. Ces données seront mises en relation avec les propriétés du vent solaire qui seront détectées successivement par les instruments in situ de la sonde.  
*Les opérations de l'instrument sont sous responsabilité européenne. IP pour la phase des opérations : Frédéric Auchère, IAS, Orsay (FR)*

**STIX : X-ray Spectrometer/Telescope**  
STIX détectera les émissions de rayons X solaires. Celles-ci peuvent provenir du plasma chaud le plus souvent en relation les éruptions solaires. STIX fournira des données de synchronisation, de localisation, d'intensité et d'énergie qui permettront de mieux comprendre les effets de ces événements sur le vent solaire.  
*IP : Sam Krucker, FHNW, Windisch (CH)*

Les dix instruments de Solar Orbiter. Crédit : ESA

## BepiColombo : Coucou, les terriens ! Un petit selfie en passant...

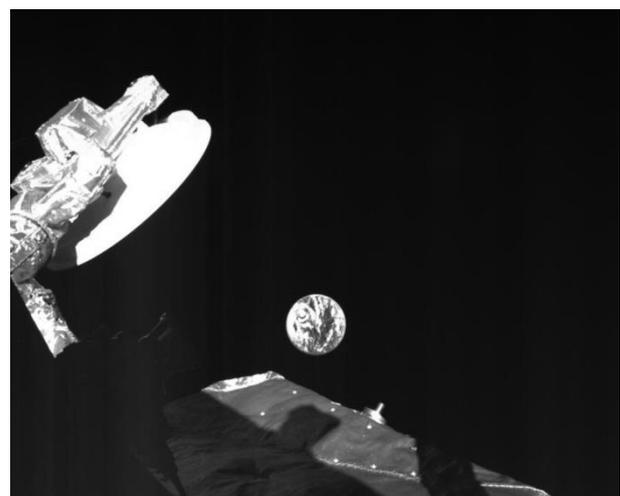
(par Michel Bouffard et Gil Denis)

En route vers Mercure, la planète la plus proche du Soleil, c'est le 10 avril vers 6h25 (4h25 UTC) que la sonde européenne BepiColombo a effectué son passage le plus proche de la Terre à environ 12700 km d'altitude.

C'était le premier et dernier survol de notre planète et il a été immortalisé par une série d'images de la Terre prises par les caméras de navigation de la sonde.

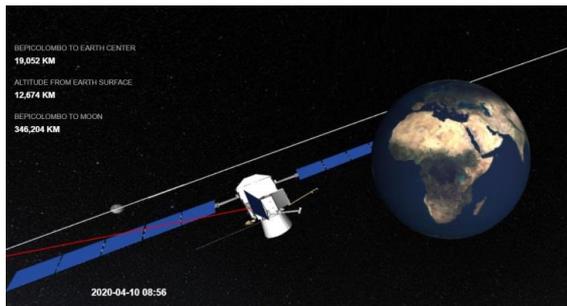
L'ESA a publié des images acquises dans la nuit du 9 au 10 avril. Celle où la Terre est la plus proche a été prise à 18600 km de distance à 3:33 UTC le 10 avril, un peu avant le passage au plus près de notre planète.

BepiColombo est passé entre la Terre et l'orbite de la Lune, entre l'orbite géostationnaire et la Terre et même plus bas que l'orbite des satellites GPS et Galileo. BepiColombo a déjà parcouru 1,4 milliard de kilomètres depuis son lancement par Ariane 5 en octobre 2018.



La Terre vue par la sonde BepiColombo le 10 avril 2020. Crédit : ESA

Ce survol de la Terre est la première des neuf manœuvres d'assistance gravitationnelle qui seront nécessaires à BepiColombo pour se mettre en orbite autour de Mercure fin 2025.



Un passage à proximité de la Terre : une étape du long périple de BepiColombo. Crédit : ESA

Cette trajectoire complexe est la seule solution pour limiter la quantité de carburant nécessaire pour un long freinage permettant d'atteindre la bonne orbite. Pendant son long périple, la sonde utilisera deux fois le champ de gravité de Vénus et six fois celui de Mercure. Une longue partie de flipper... L'assistance gravitationnelle est une manœuvre passive : aucun des propulseurs n'a été utilisé. Par contre, il y a eu une phase critique du survol quand BepiColombo est passé dans l'ombre de la Terre.

Pour préparer cette éclipse très particulière, les opérateurs de l'ESOC ont chargé les batteries à fond et réchauffé tous les sous-systèmes. Leur température a été soigneusement contrôlée de 5h01 à 5h35 UTC.

Grand sourire à la sortie de l'éclipse quand les premiers rayons du soleil, vers 7h CET, ont réveillé les cellules des panneaux solaires... Ces opérations ne sont jamais de la routine. C'est particulièrement vrai en période de confinement, avec des effectifs réduits à Darmstadt. Et ici pas de report de date possible...

Tout s'est donc bien passé et tous les instruments ont été testés à l'occasion de ce survol. BepiColombo va poursuivre son voyage. Bepi Colombo est un programme spatial réalisé dans le cadre d'une coopération entre l'ESA (Agence Spatiale Européenne) et la JAXA (Agence Spatiale Japonaise). La sonde est constituée de trois modules :

- le Mercury Transfer Module (MTM) assurant voyage et mise en orbite autour de Mercure.
- le Mercury Planet Orbiter (MPO).
- le Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO) fourni par la JAXA.



Les principaux modules de la sonde BepiColombo. Cliquer sur l'image pour la voir en plein format. Crédit : Airbus Defence and Space

Le programme Bepi Colombo sous la maîtrise d'œuvre industrielle d'Airbus Defence and Space en Allemagne (à Friedrichshafen) avec un grand nombre de partenaires industriels.

Les premiers résultats scientifiques sont attendus pour 2026. A lire : [un texte plus complet avec d'autres images de la Terre prises par BepiColombo le 10 avril 2020.](#)

## Rétrovisseur : un peu d'histoire...

### 5 mai 1961 : Alan Shepard, premier américain dans l'espace et champion de golf (par Gil Denis)

Le 5 mai 1961, quelques semaines après le vol de Youri Gagarine, Alan B. Shepard devient le premier américain et le deuxième humain à franchir la frontière de l'espace, la ligne de Karman, à 100 km d'altitude. Contrairement à Youri Gagarine, Alan Shepard ne boucle pas une orbite complète. A bord de la Capsule Mercury Freedom 7, il effectue un vol parabolique d'une quinzaine de minutes et atteint une altitude de 187 km. Ses pensées avant le décollage ? Selon une déclaration aux journalistes :



Crédit : NASA

« Tous les éléments de cette fusée ont été fournis par des entreprises qui ont proposé le prix le plus bas. »

En février 1971, il commande la mission Apollo 14 et devient le cinquième homme à marcher sur la Lune, le seul du groupe des sept astronautes Mercury à le faire. Parmi les images de cette mission restées célèbres, une partie de golf à la surface de la Lune, avec un record de distance, toujours non battu à ce jour.

[En savoir plus...](#)

## Apollo 13 : l'échec le plus réussi de la NASA (par Gil Denis)

### Une autre histoire de maladie contagieuse

La mission Apollo 13 est sans aucun doute la plus célèbre après Apollo 11 et les premiers pas sur la Lune.

13 ? Les astronautes ne sont pas superstitieux. Et il y a souvent de petits imprévus : en novembre 1969, la fusée emportant l'équipage de la mission Apollo 12 a été frappée deux fois par la foudre juste après le lancement. Le centre de mission a temporairement perdu la télémétrie. En période de COVID-19, un mot sur la rubéole... Initialement désigné pour la mission, Ken Mattingly a été remplacé par sa doublure, Jack Swigert, quelques jours avant le décollage : la NASA craignait que, non immunisé, il ait attrapé la rubéole, contaminé par Charlie Duke. Pas de chance cette fois-ci pour Ken Mattingly... L'équipage à bord de la Saturn V est composé de Jim Lovell, Jack Swigert et Fred Haise.



Décollage d'Apollo 13. Crédit : NASA

Centre spatial Kennedy, 11 avril 1970 : les derniers préparatifs et le lancement depuis le pas de tir LC39 du Centre Spatial Kennedy se passent bien. L'énorme fusée Saturn V décolle à 14h13 heure de Houston. En moins de 20 minutes, Apollo 13 est en orbite autour de la Terre. 2h20 plus tard, c'est la manœuvre d'injection trans-lunaire, qui précède une des phases les plus critiques des missions Apollo : la manœuvre de transposition. Seuls des ingénieurs peuvent imaginer un tel scénario : éjecter le CSM (Command and Service Module), faire un demi-tour, s'amarrer au LM (Lunar Module) attaché à l'étage supérieur Saturn-IVB puis éjecter l'ensemble CSM-LM. Presque la routine, surtout avec 50 ans de recul ! Jusqu'ici tout va bien mais la suite va se compliquer un peu pour Apollo 13...

13 avril 1970 : vendredi 13 ? Non, c'est un lundi. A bord du module de commande, les premières indications d'un problème apparaissent. Défaut de mesure ou véritable anomalie : un doute classique dans le spatial.

### "Houston, we've had a problem"

Quelques heures plus tard (T0 + 56 heures) l'équipage comprend que ce n'est pas un problème d'instrumentation. Swigert, pilote du module de commande (CMP), le signale en premier. Lowell, commandant, confirme. Haise indique qu'un bruit important a été entendu au même moment.

Ironie du sort, la commission d'enquête montrera que l'origine du problème sur Apollo13 est un dispositif destiné à améliorer la qualité d'une mesure dans un réservoir d'oxygène. Une hélice servant à éviter la stratification du liquide. En temps réel, ni l'équipage ni le contrôle mission ne comprennent exactement l'enchaînement des événements à l'origine d'un accident catastrophique mais il est clair pour tout le monde que l'accident est gravissime. Perte des piles à combustible, anomalies électriques, fuite d'oxygène, etc. : la loi de Murphy... Il est remarquable de voir que des décisions prises par le centre de contrôle en quelques heures vont permettre de sauver l'équipage d'Apollo13. Ce n'était pas gagné...



Le naufrage du Titanic.  
Gravure de Willy Stöwer

### Apollo 13 comme le Titanic ?

Avec le module lunaire servant de canot de sauvetage. A un détail près... A la fin du voyage, il fallait remonter à bord du navire en perdition : le module de commande était indispensable pour la rentrée atmosphérique et le retour sur Terre. C'est peu connu mais l'utilisation du LM comme canot de sauvetage n'a pas été improvisée pendant la mission Apollo13. La procédure avait été imaginée quelques années auparavant par Grumman Aerospace et son directeur de programme Joe Gavin. Dans le spatial, prévoir les scénarios de panne et les manières d'y faire face n'est pas inutile...

Comment ramener les 3 astronautes d'Apollo13 sur Terre ? Faire "demi-tour" ? Les réserves de carburant du module de service le permettent mais, vus les dégâts causés par l'explosion, la NASA juge trop risquée l'utilisation du système de propulsion du CSM. La trajectoire de retour libre est choisie : contourner la Lune et utiliser le moteur de descente du module Lunaire. La première manœuvre est effectuée 6 h après l'accident : les paramètres pour une configuration imprévue sont calculés en urgence.

Au centre de contrôle de mission de Houston, une autre figure de l'ombre et une des rares femmes dans un monde de Mad Men joue un rôle déterminant : "calculatrice" puis ingénieur, Frances Poppy Northcutt a travaillé sur la trajectoire « Return to Earth » d'Apollo 8. Elle contribue au sauvetage d'Apollo13. Le vaisseau contourne la Lune à 254 km d'altitude. Un petit paradoxe pour une mission inachevée : l'équipage détient toujours le record de distance de la Terre, soit 400171 km. Durant l'occultation, les communications sont interrompues pendant 25 minutes. Un peu de silence, ça détend...



Frances Poppy Northcutt. Crédit : NASA

### **Terre en vue !**

Deux heures après l'occultation, une nouvelle manœuvre est effectuée en allumant le moteur du module lunaire : Apollo 13 est désormais en route vers la Terre. Ce n'est pas encore la dernière ligne droite : les naufragés de l'espace ont encore soixante-deux heures à tenir à bord de leur radeau avant de retrouver la mer ferme.

Parmi les "petits" désagréments, le contrôle thermique passif (Passive Thermal Control ou PTC) qui transforme Apollo13 en "tournebroche à l'envers" : l'équipage a rapidement l'impression d'être dans un réfrigérateur. La condensation va poser des soucis dans les équipements électriques.

Des naufragés sur un radeau ? C'est une assez bonne analogie : confinement, eau potable rationnée, diminution de l'énergie électrique, température, condensation... Tout pose problème. Et la nourriture déshydratée, sans eau, ça gâche le plaisir d'un bon repas...



Au centre de contrôle de Houston, le système de fortune imaginé pour filtrer le CO<sub>2</sub>. Crédit : NASA

L'eau potable a été une des ressources les plus critiques pendant le retour vers la Terre, même si les trois astronautes se sont spontanément rationnés. Cela a été un des critères de choix du site d'amerrissage dans le Pacifique sud pour rentrer au plus vite.

Diminuer la concentration CO<sub>2</sub> est aussi un des épisodes les plus connus, avec une incompatibilité entre les cartouches de filtrage du LM et du CM. Scotch, carton, sac plastique : imaginer une solution a probablement été la première séance de créativité dans un centre de contrôle. L'équipage l'a mise en œuvre à distance.

Le froid rend le voyage de retour pénible et empêche de dormir. La température descend : 10°C dans le module lunaire et 3°C dans le module de commande. Seule consolation : faire des photos avec l'Hasselblad, normalement destiné à immortaliser le séjour sur la Lune. Les photos sont reconnaissables aux croix noires qui servent de réticule.



Les dégâts photographiés depuis le module lunaire. Crédit image : NASA

17 avril 1970, 138 heures après le décollage, c'est la séparation du module de service, permettant à l'équipage de constater pour la première fois l'ampleur des dégâts et d'en faire des photos. Trois heures trente plus tard, les trois astronautes sont dans le module de commande et éjectent le module lunaire.

Une heure après la séparation du LM, le module de commande d'Apollo13 effectue sa rentrée dans l'atmosphère. Sans problème.

Presque la routine après le périple entre la Terre et la Lune. L'équipage et un passager d'un avion reliant les Fidji à Auckland immortalisent la scène. 17 avril 70, 18h07 UTC, 143 h après le décollage : c'est l'amerrissage !

On reste dans l'ambiance des marins : après le canot de sauvetage et le radeau, des bouées et des plongeurs... Le CSM Odyssey portait bien son nom : il faudra encore 3 jours pour rentrer à Houston via Hawaï. A Houston, c'est l'euphorie ! La mission Apollo13 contribue à bâtir la réputation et la légende du contrôle de mission de la NASA, au moins autant qu'Apollo11.

### **NASA's most successful failure ?**

Avec 50 ans de recul, que retenir de cette incroyable aventure ? Sang-froid d'un équipage entraîné, travail d'équipe, même à distance. Et aussi, en matière d'innovation et de créativité, la capacité des experts à "sortir de la boîte", au sens propre dans le cas du filtre CO2, quand c'est nécessaire. D'autres sauvetages de missions spatiales (SOHO, Hipparcos, Hubble) le prouvent.

Jim Lovell, qui avait participé aux missions Gemini 7, Gemini 12 et Apollo 8, ne revolera pas après la mission Apollo 13. Il a passé au total près d'un mois dans l'espace. Apollo 13 sera l'unique mission spatiale de Fred Haise : il était pressenti pour être le commandant de la mission Apollo 19, annulée ainsi qu'Apollo 18 pour des raisons budgétaires par le congrès américain. En tant que doublure sur Apollo 11 et Apollo 16 et titulaire sur Apollo 13 et Apollo 19, il a eu quatre opportunités de marcher sur la Lune mais n'y a finalement jamais mis le pied. Ken Mattingly participera par la suite à la mission Apollo 16 en tant que pilote du module de commande) et aux missions de la navette spatiale STS-4 (Columbia) et STS-51-C (Discovery). Ironie du sort, il n'a finalement jamais eu la rubéole....

Ce texte est inspiré d'une série de tweets diffusés par @RegardSurTerre entre le 11 avril et le 17 avril 2020 à l'occasion du cinquantième anniversaire de la mission Apollo 13. [La version complète avec davantage d'illustrations](#) est disponible sur le blog Un autre regard sur la Terre.



L'équipage d'Apollo à son arrivée en hélicoptère sur l'USS Iwo Jima. Crédit : NASA

### **Hubble fête ses trente ans ! (par Eric Tronche)**

Depuis Apollo, la NASA projetait d'installer en orbite un puissant télescope, qui pour observer l'espace lointain, sans interaction avec l'atmosphère terrestre, qui limite la résolution des instruments. De plus, les observations seraient possibles dans des longueurs d'onde stoppées par l'atmosphère terrestre.

Le Congrès américain vote les premiers fonds en 1977 et une coopération se met en place entre l'ESA et la NASA sous la forme d'un échange de matériel contre du temps d'utilisation du télescope.

En 1983, la NASA donne officiellement le nom de Hubble Space Telescope (HST) à ce projet d'observatoire orbital.

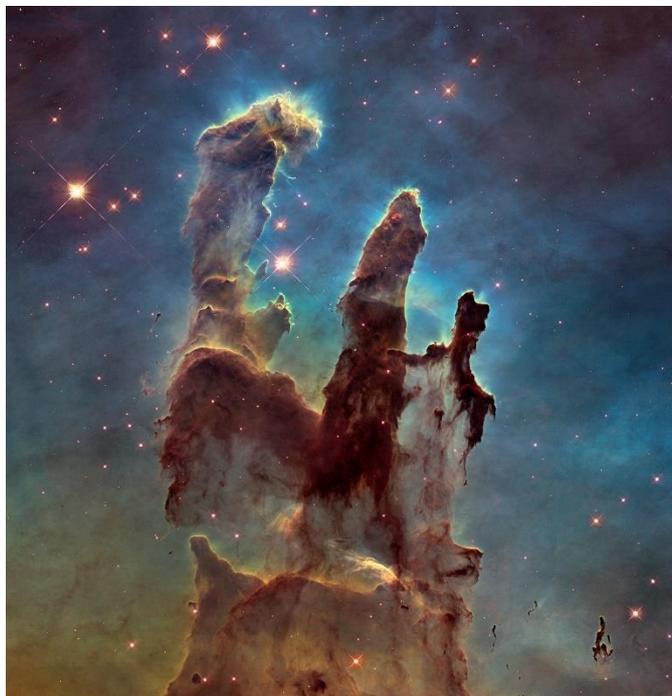
Il s'agit de rendre hommage à Edwin Powell Hubble, astronome américain, qui découvre en 1929 que l'univers est en expansion : plus les galaxies sont loin, plus elles s'éloignent rapidement, et plus leur lumière émise se décale vers le rouge. La constante de Hubble ( $h_0$ ) est née : elle permet d'apprécier la vitesse d'expansion de l'univers.

Le télescope est calibré en taille pour loger dans l'immense soute de la navette spatiale. Un programme d'entretien est élaboré, pour une maintenance tous les 3 ans, pendant les 15 ans de durée de vie théorique du télescope.

Les retards s'accumulent : le lancement était initialement prévu en 1983 mais, en 1986, l'accident de la navette Challenger cloue les avions spatiaux au sol. Finalement, en 1990, lors de la mission STS-31, la navette Discovery place Hubble sur une orbite à 545 km de la Terre.

L'excitation est à son comble pour les scientifiques lors de la réception des premières images.

Mais la déception est immense... Hubble voit flou L'enquête conclut à un défaut d'assurance qualité : un mauvais calibrage du matériel de vérification chez le partenaire (Perkin Elmer) responsable du miroir a causé un défaut de planéité de 2,2 microns (un cinquantième de l'épaisseur d'un cheveu). Par chance, ce défaut est constant sur toute la surface de ce miroir de 2,4 mètres de diamètre et de 828 kg, il est donc possible de fabriquer des lunettes de correction pour Hubble. Une optique adaptative est construite et installée en 1993, par l'équipage de la navette Endeavour.



Dans la nébuleuse de l'Aigle (M16), les « piliers de la création » vus par Hubble. Crédit : NASA, ESA, Hubble Heritage Team

D'ailleurs, il était demandé de ne pas amener de pellicules photo d'une sensibilité supérieure à 100 ASA, car elles auraient été voilées par le rayonnement. De plus, il était impératif que la navette soit de retour sur Terre, télescope réparé, avant le 1er janvier, afin de ne pas subir un éventuel bug informatique lors du passage à l'an 2000 !



Hubble photographié depuis la navette Columbia le 9 mars 2002 après la cinquième mission de maintenance (STS-109) du télescope spatial. Crédit : NASA

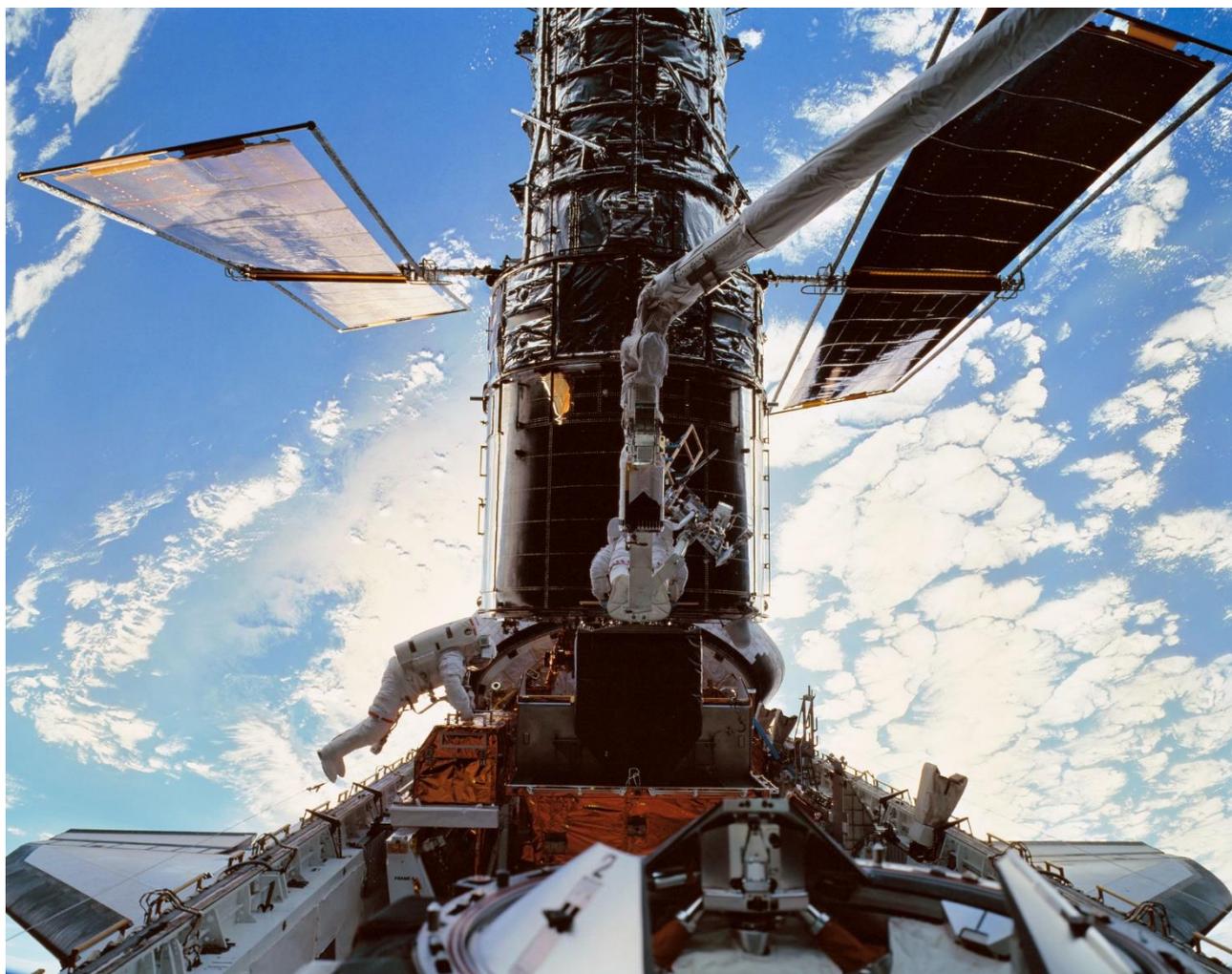
Hubble a alors une vision nette, et transmet des images extraordinaires de l'espace profond. Les Piliers de la Création dans la nébuleuse de l'Aigle, et le Ultra Deep Field en sont deux exemples marquants. 4 ans plus tard, d'autres instruments sont rajoutés, pour analyser la composition des étoiles et nébuleuses, et pour observer dans l'infrarouge.

Mais en 1999, trois des six gyroscopes, qui assurent le positionnement d'Hubble, tombent en panne. Un seul autre défaut du système signerait la fin de vie du télescope qui deviendrait incontrôlable. En décembre 1999, alors qu'un quatrième gyroscope vient de rendre l'âme, la navette Discovery est sur place. Jean François Clervoy est en charge de la capture d'Hubble. Cette mission est à haut risque, car à 545 km de la Terre, la navette spatiale est à la limite de ses capacités de déplacement, et à cette distance de la Terre, l'équipage est bien moins protégé du rayonnement cosmique.

Jean François Clervoy disait que le bras robotique Canadarm était comme le prolongement de son propre bras. Il avait d'ailleurs eu l'autorisation de faire fonctionner le Canadarm en mode rapide, et d'utiliser un bricolage pour les communications, avec le bouton du micro attaché à son gros orteil ! Alors, avec tout son professionnalisme, il agrippe Hubble, le fait pivoter, et dépose les 11 tonnes et 15.9 mètres du télescope sur le berceau spécifique placé dans la soute de la navette, au centimètre près. Après avoir déplacé Hubble avec le Canadarm, Jean François Clervoy utilise le même bras pour positionner ses équipiers au plus près des systèmes à remplacer. 3 sorties dans l'espace et 3 jours de travail sont nécessaires, pour installer les 6 nouveaux gyroscopes, un nouvel ordinateur, un nouvel émetteur, des batteries neuves et un nouveau système de pointage. Le jour de Noël, Hubble est libéré !

La fin du programme des navettes entraîne la fin des missions de maintenance. Lors de la dernière mission de service en 2009, un dispositif d'accroche a été placé à l'arrière du télescope, pour qu'un engin robotique s'y amarre, afin de contrôler la rentrée atmosphérique de cet imposant observatoire.

Six missions de navette (dont cinq de maintenance) auront été nécessaires, avec vingt-trois sorties spatiales pour 165 heures de travail. Mais les résultats ont finalement été à la hauteur des espérances, avec 30 ans d'observation, des millions de photographies et de multiples découvertes.



*En décembre 1999, troisième mission de maintenance du télescope Hubble (STS-103).  
Sortie extravéhiculaire de Claude Nicollier et Michael Foale. Crédit NASA*

## A lire, à voir... Des suggestions de nos adhérents

(par Carine Onyshchenko, Eric Tronche et Gil Denis)



**La Trilogie de Liu Cixin**, un auteur chinois de science-fiction très réputé dans son pays qui propose un cycle de science-fiction très ambitieux. Le premier volume intitulé « **Le problème à 3 corps** » récompensé par le Hugo du meilleur roman en 2015.

En pleine révolution culturelle, le pouvoir chinois construit une base militaire secrète destinée à abriter un programme de recherche de potentielles civilisations extraterrestres.

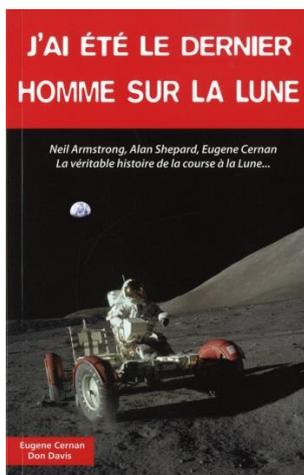
Ye Wenjie, une jeune astrophysicienne en cours de "rééducation" parvient à envoyer dans l'espace lointain un message contenant des informations sur la civilisation humaine. Dans le volume 2, « **La forêt sombre** », Liu Cixin entretient un suspense haletant dans une course contre la montre pour l'avenir de la planète. Le cycle se conclut avec « **La mort immortelle** » et un dilemme pour l'humanité : partir à la conquête d'autres univers ou mourir dans son berceau... L'avis de Carine Onyshchenko : « parfois difficile à lire car très riche, cette trilogie de Hard Science-Fiction est vraiment de très haut niveau. Très bien traduite, une vraie œuvre littéraire pleine de rebondissements et d'innovations. » [Pour en savoir plus...](#)

« **De la Suisse à la Lune** », de Lukas Viglietti et Myriam Détruy. La conquête de la Lune a été une victoire américaine, mais ce fût un travail d'équipe, un travail international, et la Suisse y participa activement avec une multitude d'appareils de précision.

Lukas Viglietti, fondateur et président de SwissApollo, et Myriam Détruy, journaliste scientifique, racontent la participation helvétique à l'aventure Apollo.

Pour Eric Tronche : « Saviez-vous que le premier mât planté sur la Lune avait l'estampille de la Suisse ? Avant même le drapeau américain ! Cet ouvrage passionnant nous invite à découvrir tous ces matériels de précision, qui ont contribué à cette grande épopée ».

[En savoir plus...](#)



« **J'ai été le dernier homme sur la Lune** » de Eugène Cernan et Don Davis.

Gene Cernan dévoile les coulisses de la compétition acharnée avec les Soviétiques. Le lecteur peut suivre l'entraînement intensif des astronautes, découvrir leurs aspirations, leurs craintes et leurs amitiés mais aussi leurs rivalités pour obtenir « la place de numéro 1 » et entrer dans l'Histoire.

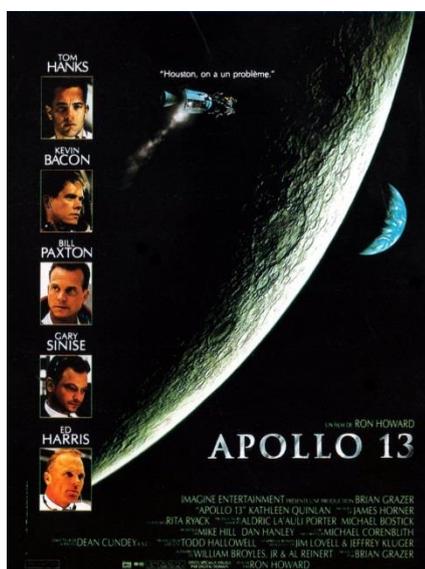
Eric Tronche a aimé : aux commandes de son T-38, avion supersonique attitré, ou de sa rutilante voiture de sport, l'une des « têtes brûlées » du programme Apollo redevient un écolier studieux, en présence de Herr Doktor : Wernher von Braun, qui lui dit « Gene, vous allez avoir besoin de mobilité. On vous fournira une voiture. » Découvrez la vie palpitante de cet ancien pilote de chasse de la marine américaine au travers d'un récit sans concession. Dernière mission lunaire, dernier homme sur la Lune, il enclenche la procédure de retour en disant « Ok Jack, arrachons-nous d'ici. »

A son retour, sa petite fille a ces mots en observant la Lune « Grand-père, voilà ta Lune, c'est très très très loin dans le ciel, près de là où habite Dieu. Grand-père est allé là-haut avec sa fusée et a vécu sur la Lune pendant trois jours. Il a même écrit les initiales de maman dans le sable. » [En savoir plus...](#)

« **Apollo Confidentiel** » de Lukas Viglietti, préface de Charlie Duke  
Premier ouvrage de Lukas Viglietti, ici préfacé par Charlie Duke, CapCom d'Apollo 11 et marcheur lunaire sur Apollo 16. Pour Eric Tronche, s'il est un ouvrage de référence sur le programme Apollo, c'est celui-ci. Pilote de ligne pour la Swissair, fondateur et propriétaire, Lukas nous raconte avec passion la merveilleuse aventure humaine qu'a été le programme Apollo.

La richesse des récits provient du fait que Lukas connaît personnellement les astronautes du programme, qui se sont confiés à lui, en toute amitié, en toute franchise, en toute humilité. 250 pages de petites histoires merveilleuses qui ont fait cette grande histoire, des milliers d'anecdotes, souvent personnelles, voire intimes. Du message des indiens Navajos pour les habitants de la Lune à l'excès de vitesse de Gene Cernan qui aurait pu lui coûter sa place, chaque page lue apporte son lot d'émotions. Cet ouvrage est incontournable.

[En savoir plus...](#)



« **Apollo 13** » avec Tom Hanks, Kevin Bacon et Ed Harris

50 ans après la mission Apollo 13, c'est le moment de voir ou revoir le film de Ron Howard qui raconte une extraordinaire opération de sauvetage dans l'espace (voir l'article plus détaillé dans ce bulletin d'information).

Sorti en 1995, il s'agit d'une adaptation du livre "Lost Moon: The Perilous Voyage of Apollo 13" écrit par James Lovell et Jeffrey Kluger. Gil Denis recommande à la fois le film et le livre : « Ayant eu l'occasion de relire la chronologie de la mission Apollo 13, le film est assez fidèle au déroulement réel des événements, malgré quelques erreurs. Il montre notamment très bien le travail d'équipe entre les trois hommes à bord d'Apollo 13 et le contrôle mission à Houston.

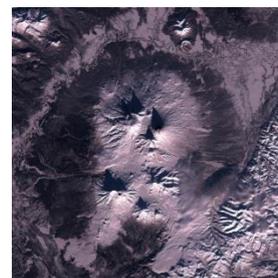
Le livre, très documenté et bourré d'anecdotes est un témoignage plus personnel du commandant de la mission Apollo 13 et sur les préparatifs des missions Apollo ».

## Réponse du quiz de la lettre d'information de février 2019 (par Gil Denis)

Aucun lecteur n'a proposé la bonne réponse à notre quiz du mois de février.

Les deux images proviennent du satellite européen Sentinel-2 du programme Copernicus de surveillance de l'environnement et de la planète.

La première image montre le volcan Klioutchevskoï alias Klioutchevskaja Sopka, un stratovolcan situé dans la plaine centrale du Kamtchatka. L'image a été acquise par le satellite Sentinel-2 le 2 février 2020. En mars 2020, le volcan donne à nouveau des signes d'activité. [En savoir plus...](#)



Pendant le confinement, vous êtes plutôt mer ou montagne ? Heard Island, qui culmine à 2745 m d'altitude, permet les deux. C'est au sud... -53,13°S. L'image a été acquise Sentinel-2 le 3 juin 2018. C'est l'hiver austral : évitez les baignades prolongées... Pour le ravitaillement, si vous êtes fans de hamburgers, juste à côté : McDonald Island, à environ 50 km à l'ouest. Pour les deux images, crédit : ESA / Copernicus / Commission européenne

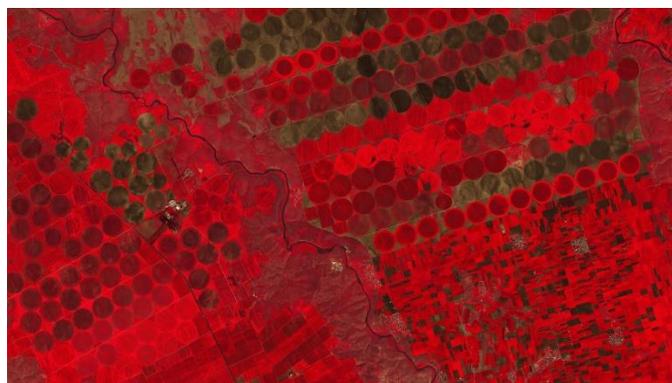
## Les images du mois (par Gil Denis)

Les images présentées ici ont été utilisées le 2 mai 2020 pour le premier samedi visite découverte virtuel organisé par les amis de la Cité de l'espace. Parmi les régions survolées au cours de notre voyage autour du monde, la région de Ceylanpinar, une ville de la province de Şanlıurfa en Anatolie, à la frontière entre la Turquie et la Syrie. Les images suivantes ont été acquises par le satellite européen Sentinel-2 le 23 mars 2020 (Crédit : ESA / Copernicus / Commission européenne).



*A la frontière entre Turquie et Syrie, l'agriculture à Ceylanpinar*

La région de Ceylanpinar est une des plus grandes zones d'agriculture irriguée au monde. La géométrie des parcelles, rectangulaire sous forme de damier géant ou avec les disques caractéristiques des systèmes d'arrosage rotatifs est assez spectaculaires. Le canal infrarouge de Sentinel-2, utilisé dans l'image présentée à droite, met en évidence le stade de développement des cultures et les besoins en eau. En observant bien la première image, en bas au centre, on note une zone plus claire.



Il s'agit d'un gigantesque camp de réfugiés syriens. Des images à plus hautes résolution montrent sa structure et son évolution entre 2011 (une parcelle en friche) et 2018 (un immense camp de tentes).



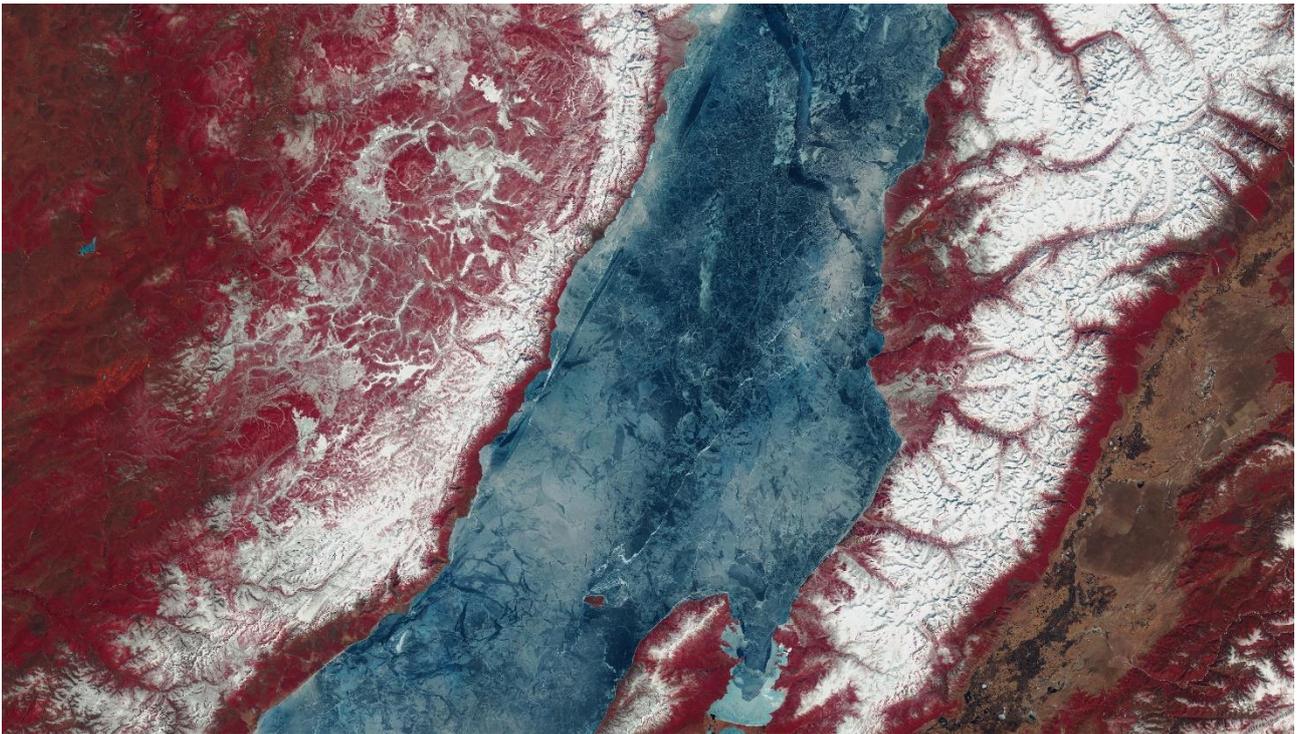
*Le camp de réfugiés de syriens de Ceylanpinar. Evolution entre 2011 et 2018. Source : Google Earth*

## Un nouveau quiz pour briser la glace... (par Gil Denis)

Voilà la nouvelle image mystère à identifier.

Vous voulez un premier indice ? L'image ci-dessous a été acquise le 22 avril 2020 par le satellite européen Sentinel-2B. L'image présentée ici utilise le canal proche infrarouge qui met en évidence le contraste entre l'eau liquide et la glace.

A vous de jouer ! Envoyez-nous votre réponse à l'adresse [communication@amis-cite-espace.org](mailto:communication@amis-cite-espace.org). Réponse dans notre prochain bulletin...



*Le quiz du mois. Une image acquise le 22 avril 2020 par le satellite européen Sentinel-2B.  
Crédit image : ESA / Copernicus / Commission européenne*

## **Les infos** – *Lettre d'information des Amis de la Cité de l'espace*

Rédaction et mise en forme : Gil Denis

Contact : [communication@amis-cite-espace.org](mailto:communication@amis-cite-espace.org)



[www.amis-cite-espace.org](http://www.amis-cite-espace.org)

*Les Amis de la Cité de l'espace est une association à but non lucratif créée en 1997.  
Reconnue d'intérêt général, elle a pour vocation de promouvoir auprès de tous les publics, et  
notamment les plus jeunes, les sciences, techniques et applications spatiales.  
Elle utilise les installations de la Cité de l'espace à Toulouse pour son action  
de diffusion de la culture scientifique, technique et industrielle.*

Pour adhérer, c'est [ici](#)