

Editorial

Cette première lettre d'information de l'année 2021 est d'abord l'occasion de vous présenter mes vœux. Je vous souhaite une excellente année 2021. La santé, bien sûr, pour vous et tous ceux qui vous sont chers.

Je souhaite aussi que nous puissions retrouver les plaisirs simples qui paraissent désormais inaccessibles. Le bon vieux temps : aller au théâtre ou au cinéma, assister à un concert ou une de nos conférences à la Cité de l'espace, boire un verre avec ses amis, les embrasser ou leur serrer la main, voir leur sourire, voyager ensemble... Bref, retrouver notre liberté et éviter que ceux qui souffrent le plus des conséquences économiques de cette crise ne s'aggravent davantage.

J'espère que la vaccination généralisée nous permettra d'en finir avec la pandémie de Covid-19 et notre association retrouve rapidement le « contact » normal avec ses adhérents et son public. Internet et le distanciel, c'est bien mais cela ne vaut pas l'interaction directe.

Au moment où vous allez renouveler votre adhésion (le bulletin est [ici](#)), cet éditorial me permet aussi de faire un tout premier bilan des activités menées l'année dernière. Notre programme 2020 a été chamboulé mais nous avons su nous adapter pour proposer des activités toute l'année, en présentiel ou en utilisant les possibilités offertes par Internet pour des conférences en ligne. Notre premier concours de photographie a

rencontré un grand succès et nous avons profité des périodes sans confinement pour organiser quelques samedis-découvertes « en vrai », deux conférences avec Michel Blanc et une journée d'accueil des jeunes des quartiers de Toulouse à la Cité de l'espace avec l'astronaute Jean-Jacques Favier. Vous avez également bénéficié de cette lettre d'information avec un rythme de parution plus élevé qu'en 2019 et nous souhaitons le maintenir.

En ce qui me concerne, je terminerai en mars mon mandat de 3 ans en tant que président. Avec le recul, je suis très satisfait du chemin parcouru, avec notamment quelques actions marquantes comme la création de cette lettre d'information, l'empreinte géante de pas sur la Lune ou le concours de photographie. Parmi les chantiers inachevés, le travail sur le renouvellement, la diversification des compétences des administrateurs et la formalisation de la stratégie.

J'espère que le début d'année permettra d'avancer sur ces sujets, verra l'arrivée de nouveaux administrateurs et je souhaite que l'association continue à faire ce qu'elle sait bien faire, développe de nouvelles activités et assure sa pérennité.

Bonne année 2021 !

Gil Denis

Sommaire

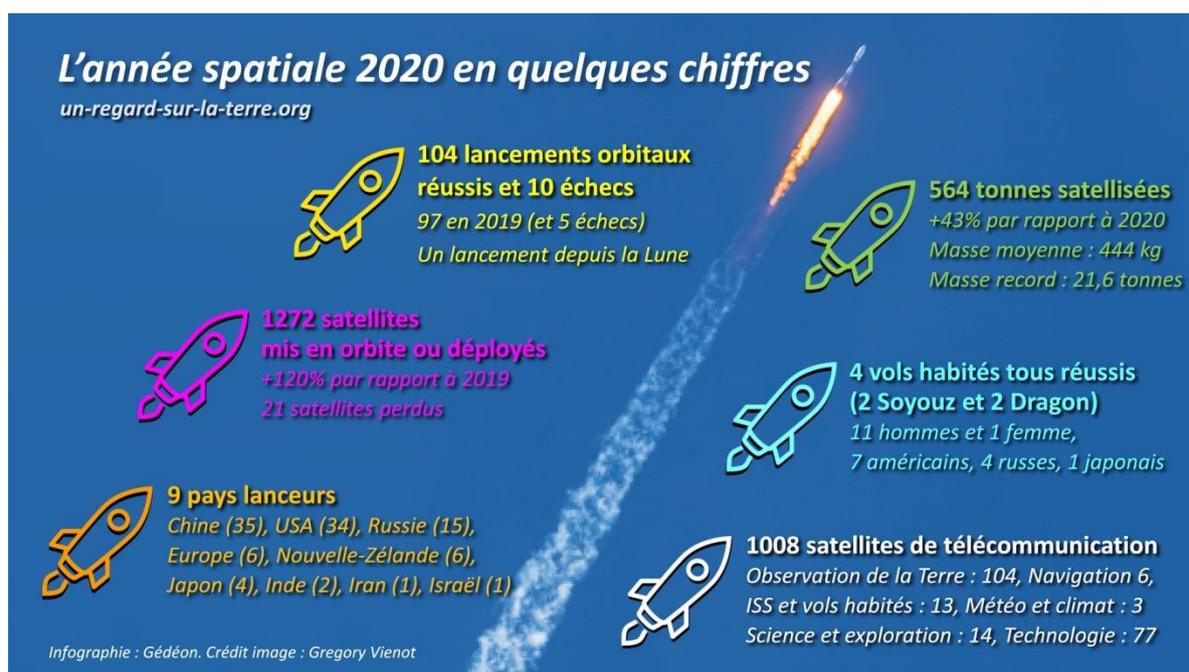
L'année spatiale 2020: le bilan des lancements orbitaux.....	3
Les missions scientifiques de l'ESA - Saison 3.....	7
L'Europe arpente les étoiles.....	7
Des nouvelles du soleil	11
Programme provisoire des activités 2021 de l'AACE et de la Cité de l'espace	14
Comptes rendus des 2 dernières conférences réalisées en visioconférence.....	15
Le 2 décembre « La Participation de la France à l'exploration de Mars »	15
Le 13 janvier « Le mystère des orages reste entier, Plaidoyer pour une nouvelle mission Taranis »	15
L'AACE et les enfants des Centres Aérés et de Loisirs de la Ville de Toulouse	
Compte rendu d'un moment de partage	16
Comptes rendus des derniers « Samedi-Découverte »	17
Le 3/10/2020 : Les vols habités.....	17
Le 24/10/2020 : Retour aux Mers et Terres australes, 45 ans après !.....	18
Assemblée générale de l'AACE	18
Images du mois : un double quiz pour la nouvelle année.....	19
La réponse du quiz du mois de novembre : le nord-ouest de la région de Kimberley en Australie	20
Quoi de neuf à la Cité de l'espace ?	20
A lire, à voir...Les suggestions de nos adhérents	21
La nuit est pleine de promesses.....	21
Croyances et idées fausses en astronomie	21

L'année spatiale 2020: le bilan des lancements orbitaux

Par Gil Denis

Année 2020, année COVID-19 ? Dans le spatial, on pouvait s'attendre à des perturbations importantes. En réalité, l'année spatiale 2020 restera dans les mémoires comme une année assez exceptionnelle : un nombre de lancements orbitaux réussis équivalent à celui de 2018 (une année record depuis le début des années 90), des nouveaux lanceurs, des vols habités lancés depuis le sol américain, le record absolu du nombre de satellites mis en orbite et un décollage chinois depuis la Lune (le précédent remonte à 1976).

Seule ombre au tableau, un nombre également record d'échecs au lancement...



L'année spatiale 2020 résumée en quelques chiffres.

Image de fond : décollage de la mission Soyouz VS25 emportant le satellite CSO-2.

Crédit image : Gregory Vienot

L'année spatiale 2020 en quelques chiffres

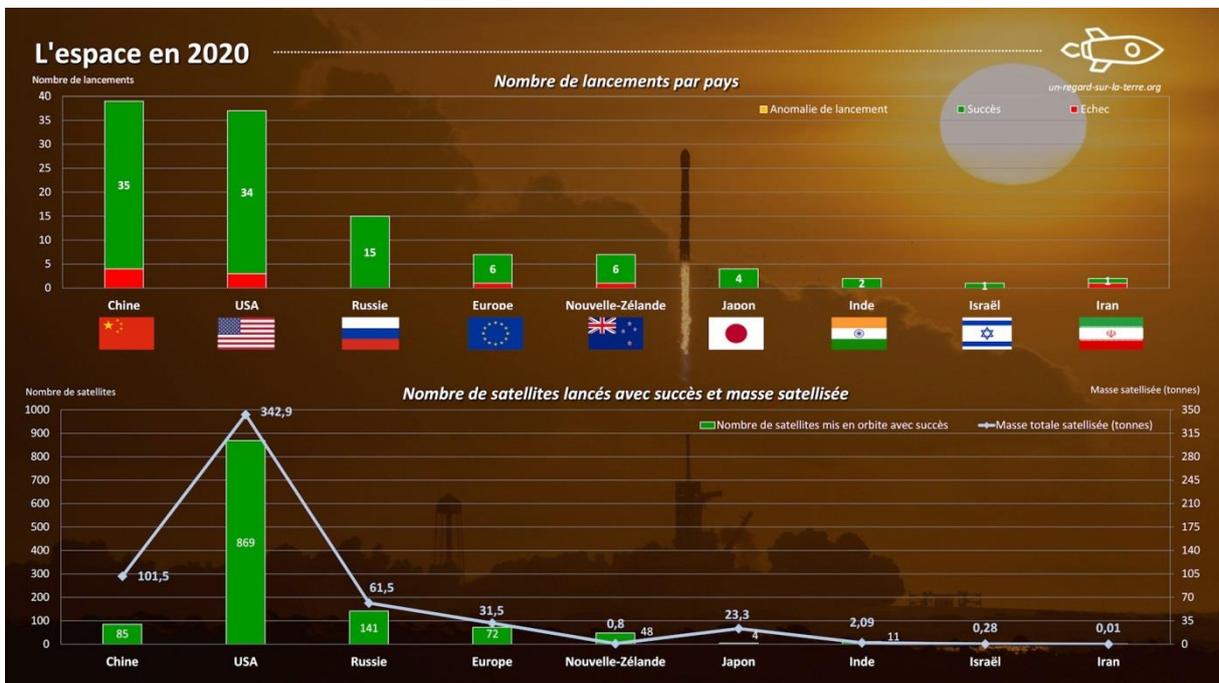
En guise de résumé de l'année spatiale 2019, voici quelques chiffres-clés :

- Il y a eu **104 lancements orbitaux réussis** et 114 tentatives de lancements orbitaux (10 échecs).
- **1272 satellites ont été mis en orbite par une fusée ou déployés dans l'espace** (580 satellites en 2019). Avec une augmentation de 120% par rapport à 2019, c'est un record absolu. Evidemment, les 833 satellites Starlink et les 104 OneWeb représentent près des trois quarts du total.
- **9 pays « lanceurs »**, c'est-à-dire des pays à partir du territoire desquels des lancements orbitaux réussis ont été effectués. L'Iran et Israël apparaissent à nouveau dans le classement. Le cas de la Nouvelle-Zélande reste particulier : les lancements sont effectués par Rocket Lab, une société américaine. En termes de nombre de lancements, l'année 2020 confirme la tendance de 2019 avec la compétition entre les Etats-Unis et la Chine dans la nouvelle « course à la Lune ». Selon ce critère, la Chine occupe de justesse la première place du podium avec 35 lancements réussis et 4 échecs.
- **4 vols habités** (3 en 2019) ont transporté 12 personnes vers la station spatiale internationale. La parité ne s'améliore pas : il y avait une seule femme astronaute. La grande nouveauté, c'est le retour des lancements depuis le sol américain, avec deux missions du Crew Dragon (Demo-2 et Crew-1). Conséquence immédiate : le nombre d'américains qui ont voyagé dans l'espace cette année augmente fortement : 7 astronautes à comparer à 4 en 2019.

- **La masse totale mise en orbite en 2020 est de 564 tonnes**, selon mes estimations. La masse moyenne des satellites continue à chuter fortement et tombe à 444 kg (681 kg en 2019, 813 kg en 2018), masquant à nouveau une très grande disparité des tailles et des masses de satellites : de quelques grammes à 21,6 tonnes... Du point de vue du nombre de satellites et de la masse totale satellisée, il n'y a pas photos ! Les Etats-Unis sont loin devant : 78% des satellites mis en orbite en 2020 sont américains et représentent 61% de la masse totale satellisée. L'écart avec les autres pays et notamment l'Europe s'accroît.

Puissances spatiales : un podium très disputé

Neuf pays ou groupes de pays ont vu au moins un lancement orbital réussi effectué à partir de leur territoire. Il n'y a pas de nouvel entrant cette année mais l'Iran et Israël, absents l'an dernier, refont leur apparition dans ce classement. La Corée du Nord n'a pas effectué de lancement orbital en 2020. Une précision : selon le critère du pays où est situé le site de lancement, les lanceurs Soyouz lancés en Guyane dans le total européen ou dans le total de l'opérateur Arianespace. Ceux lancés en Russie ne le sont pas.



Les lancements orbitaux de l'année 2020 : pays lanceurs, nombre de lancements, nombre de satellites et masse totale satellisée. Infographie : Gédéon. Image de fond : décollage de la fusée Falcon 9 emportant 60 satellites Starlink le 6 octobre 2020. Crédit image : SpaceX

Longue marche sur la première marche

En termes de nombre de lancements, la répartition est très inégale mais confirme la tendance observée depuis 2018: la nouvelle course à l'espace oppose la Chine et les Etats-Unis. Comme en 2019, La Chine occupe la première place avec 35 lancements orbitaux réussis (32 en 2019) et quatre échecs, quasiment à égalité avec les Etats-Unis (34 lancements réussis, en forte hausse, et 3 échecs). La Russie décroche la médaille de bronze avec 15 lancements tous réussis, en forte baisse par rapport à 2019 (22 lancements). Suit l'Europe, en retrait par rapport à 2019, avec 6 lancements réussis et un échec de la fusée Vega. 3 autres lancements de satellites OneWeb par une fusée Soyouz ont été effectués par Arianespace depuis le sol russe. Derrière, la Nouvelle-Zélande (6 lancements réussis), le Japon (quatre lancements réussis), l'Inde (seulement deux lancements en 2020), Israël (un lancement) et l'Iran (un lancement réussi et un échec).



Les écarts se creusent un peu plus et l'ordre d'arrivée s'inverse quand on prend en compte la masse totale satellisée. Avec ce critère de masse mise en orbite à partir d'un territoire donné, les USA occupent une première place incontestée avec près de 343 tonnes soit environ 61% de la masse totale mise en orbite en 2020. Plus du double du score de l'année 2019. Impressionnant !

Avec 25 lancements réussis de la fusée Falcon 9, la société SpaceX a mis à elle seule près de 296 tonnes en orbite, plus de 50% du total mondial. Les 833 satellites Starlink lancés en 2020 pèsent très lourd, même en impesanteur...

Tous les autres pays, y compris la Chine avec un peu plus de cent tonnes lancées depuis son territoire (à comparer à 75 tonnes en 2019 et 64 tonnes en 2018) sont loin derrière. La Russie a mis en orbite 61,5 tonnes (83 tonnes en 2019 et 64 tonnes en 2018). L'Europe suit avec seulement 31,5 tonnes, en forte baisse par rapport à 2019 (45 tonnes) et 2018 (57 tonnes). Il faut noter que le résultat européen s'améliore nettement si on intègre les 3 lancements Oneweb effectués depuis le sol russe. La liste des pays propriétaires de satellites confirme la suprématie américaine dans l'espace : 78% des satellites lancés en 2020 (près de 1000 satellites) appartiennent à des opérateurs américains. Cela représente environ 61% de la masse totale mise en orbite en 2020

La pandémie a évidemment affecté les activités spatiales partout dans le monde, avec des effets très variables. Le Centre Spatial Guyanais, par exemple, a suspendu ses activités à partir de la mi-mars et les lancements n'ont finalement repris que le 15 août. Cette fermeture a également affecté l'avancement du chantier du nouveau pas de tir d'Ariane 6. Ailleurs dans le monde, l'épidémie a compliqué la préparation des charges utiles et des lanceurs. Elle explique certainement la faible activité de lancement en Inde. En Chine, malgré le nombre élevé de lancements, on note l'absence en 2020 des nouvelles fusées et des nouveaux opérateurs qui semblaient prometteurs en 2019.

Le revers de la médaille : un nombre d'échecs élevé en 2020

L'année 2020 a vu malheureusement un nombre très élevé d'échecs de lancement. 10 au total. Il faut remonter à 1982 pour trouver un score aussi mauvais. Il faut relativiser ce résultat médiocre car il y avait 50% de premiers vols ou de lancements de qualification de nouvelles versions de lanceurs. Néanmoins, à côté du nouvel échec du lanceur iranien Simorgh/(Safir-2) (4ème échec depuis 2016), il y a eu également en 2020 quatre échecs de fusées déjà en exploitation opérationnelle, avec notamment l'échec du 13ème vol du lanceur Electron de la société américaine Rocket Lab et, malheureusement, l'échec du 17ème vol de la fusée européenne Vega, juste après le retour en vol qui avait suivi le premier échec, un an plus tôt, au cours de la mission VV-15. Cet échec a entraîné la perte des satellites Taranis et SEOSAT-Ingenio. Très frustrant : selon la commission d'enquête, la défaillance de l'étage supérieur AVUM est le résultat d'une erreur de branchement des câbles contrôlant l'orientation de la poussée du moteur.

Les lanceurs utilisés en 2020: standardisation et réutilisation, une stratégie gagnante pour SpaceX

En 2020, 19 familles de lanceurs ont effectué au moins un vol orbital réussi. En tête du classement, les fusées chinoises Chang Zheng (Longue marche) avec 32 lancements réussis des différentes versions de cette famille de lanceurs. Suivent les familles Falcon (25 lancements), Soyouz (15 lancements), Electron (6 lancements) et Atlas (5 lancements).

L'analyse des différentes versions de fusées utilisées montre très clairement que l'approche choisie par SpaceX porte ses fruits. Alors que la société d'Elon Musk n'avait effectué que 13 lancements réussis en 2019, elle dépasse largement cette année son record de 2018 (21 vols réussis).

Les 25 vols, tous réussis de la fusée Falcon 9 confirment le bien-fondé de la stratégie de standardisation et de réutilisation mise en œuvre par SpaceX. Ce choix a été très décrié mais, même en l'absence de chiffres confirmant son intérêt économique, l'année 2020 démontre qu'il s'agit d'un très bon choix. Les chiffres sont éloquentes : sur les 25 vols de l'année 2020, seulement 5 premiers étages « neufs » ont été utilisés. Trois boosters ont volé 4 fois en 2020 avec un total de respectivement 7, 4 et 5 vols depuis leur mise en service (B1049-7, B1058-4 et B1059-5). Le record : l'étage B1051-7 a volé cinq fois en 2020 et effectué son septième vol !



En termes de type de clients, ULA et Northrop Grumman se ressemblent beaucoup : en 2020, leur activité de lancement repose exclusivement sur les clients militaires (le Département de la Défense américain) et les missions institutionnelles civiles pour la NASA. En pratique, il n'y a que deux opérateurs qui sont en compétitions sur le marché des satellites commerciaux : Arianespace et SpaceX.

Pour la première année, les profils des deux opérateurs semblent se ressembler beaucoup avec 75% de masse satellisée pour des clients commerciaux. Cette ressemblance apparente est évidemment liée au déploiement de la constellation Starlink : SpaceX est son propre client (avec plus de 97% des satellites lancés et 73% de la masse satellisée). Cette intégration verticale poussée à l'extrême rend la société SpaceX tout à fait atypique.

L'Europe des lanceurs sous pression

Avec 7 satellites lancés et 26 tonnes mises en orbite géostationnaire, Arianespace reste le premier opérateur sur ce segment de marché qui s'est néanmoins contracté en 2020. Face au succès spectaculaire de SpaceX, l'Europe des lanceurs s'inquiète : échec de Véga, retard d'Ariane 6, part importante des lancements Soyouz dans l'activité d'Arianespace.

Dans les deux années qui viennent, les débuts d'Ariane 6, au niveau technique et commercial et les choix des gouvernements européens pour leurs lancements institutionnels vont être déterminants pour permettre à l'Europe de rester un acteur de référence dans le domaine des lanceurs.

Plus globalement, les autres éléments importants à surveiller à court terme seront le succès commercial des opérateurs proposant de l'Internet à haut débit avec des constellations en orbite basse, l'évolution du marché des satellites géostationnaires (SpaceX n'en a lancé que deux en 2020) et la capacité de SpaceX à concilier le lancement des satellites Starlink (14 lancements en 2020) avec le besoin d'assurer des revenus significatifs avec de "vrais" clients institutionnels et commerciaux (11 lancements en 2020). Verrons-nous en 2021 un rythme équivalent avec environ la moitié des vols Falcon 9 consacrés à Starlink ?

L'autre défi pour SpaceX est lié au choix de ne plus être un "pur" opérateur de lancement mais également un opérateur de télécommunications, au point d'être perçu comme un concurrent par ses clients traditionnels. Ce risque est à mettre en perspective avec le souhait des opérateurs de pouvoir disposer de plusieurs offres de lancements et mettre en concurrence leurs fournisseurs. Ce risque pourrait s'accroître si l'offre de lanceurs s'enrichit.

Finalement, il n'y a actuellement que très peu d'opérateurs de lancements ayant une offre commerciale pour la mise en orbite de satellites de masse importante. Malgré le succès remarquable de Rocket Lab, en 2020, la majorité des satellites commerciaux et export de plus de 50 kg ont été lancés par Arianespace et SpaceX. Cette situation de duopole pourrait évoluer si l'offre de lanceurs opérationnels, américains ou chinois, s'attaquant au marché commercial continue à s'élargir.

En 2021, derrière les décollages spectaculaires et les belles photos de lancement, tenter de décrypter les tendances du marché, les stratégies commerciales et les grandes manœuvres géopolitiques va rester passionnant...

Pour en savoir plus, le blog Un autre regard sur la Terre propose [un article plus complet](#) avec d'autres graphiques et des analyses plus détaillées.

Les missions scientifiques de l'ESA - Saison 3

Par Michel Bouffard

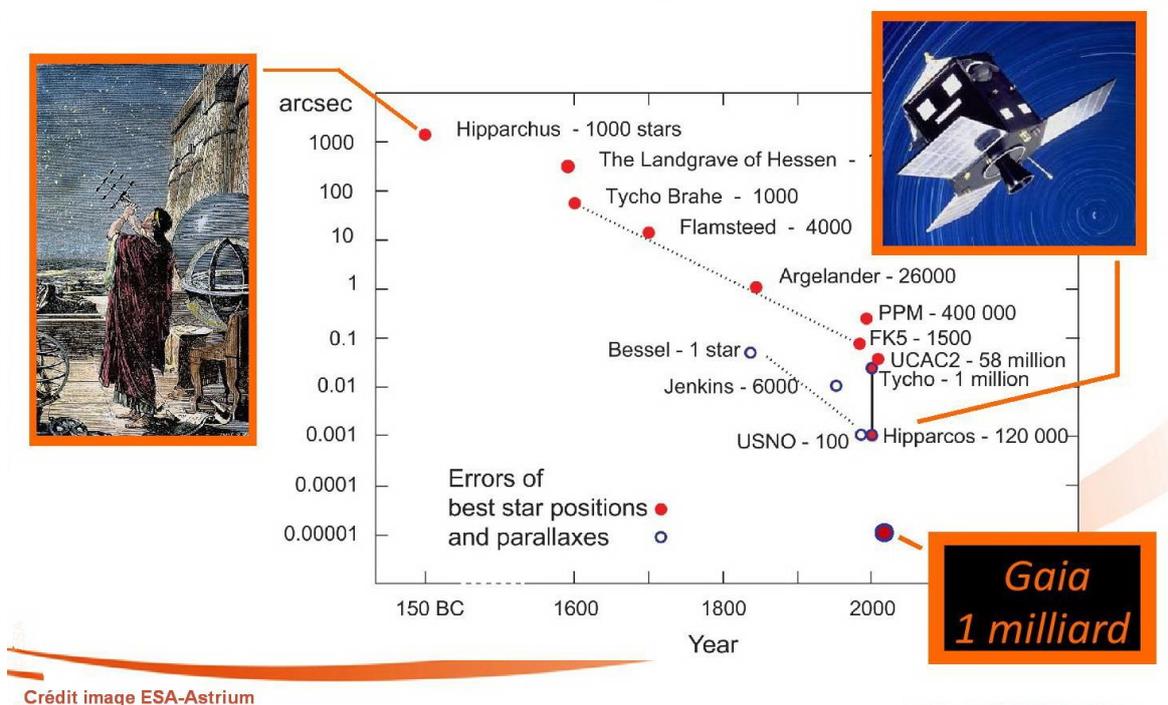
L'Europe arpente les étoiles

L'Agence Spatiale Européenne s'est fait une spécialité de l'Astrométrie spatiale, pour le plus grand bénéfice des scientifiques du monde entier. En effet c'est la seule agence spatiale au monde à avoir développé des satellites capables de produire des catalogues d'étoiles d'une précision inégalée, qui servent maintenant de référence à tous les scientifiques du monde : HIPPARCOS et GAÏA.

La grosse difficulté des catalogues d'étoiles produits par les astronomes avant ces satellites est qu'on ne peut pas observer du même endroit les étoiles visibles de l'hémisphère nord et celles visibles de l'hémisphère sud : il y a donc dans ces mesures terrestres un biais impossible à éliminer complètement, quelle que soit la qualité des mesures. Les satellites ont, eux, une vision complète de la sphère céleste et donc ce biais n'existe pas.

L'Agence Spatiale Européenne s'est fait une spécialité de l'Astrométrie spatiale, pour le plus grand bénéfice des scientifiques du monde entier. En effet c'est la seule agence spatiale au monde à avoir développé des satellites capables de produire des catalogues d'étoiles d'une précision inégalée, qui servent maintenant de référence à tous les scientifiques du monde : HIPPARCOS et GAÏA.

L'historique de la précision des catalogues d'étoiles (en ordonnée logarithmique) montre bien la révolution GAÏA, 25 ans après celle apportée par Hipparcos.



Le premier satellite d'astrométrie : Hipparcos.

C'est en 1963 que le Professeur Pierre Lacroute (1906-1993), avec son collègue Pierre Bacchus, imaginent d'utiliser un télescope monté sur un satellite pour faire de l'astrométrie et s'affranchir des contraintes qui limitent la précision des mesures terrestres. En 1967, il propose au CNES le concept d'un tel satellite. Après une étude de faisabilité, le CNES arrive à la conclusion que les technologies instrumentales disponibles à l'époque ne sont pas capables de remplir une telle mission et que le coût en serait prohibitif.

Cependant, convaincu de l'intérêt d'une telle mission, le CNES la propose à l'ESA quelques années plus tard. S'engagent alors des études de faisabilité (Phase A) en 1977, auxquelles MATRA participe pour la définition de l'instrument.

Sur la base de ces études, pourtant peu détaillées, le Comité Scientifique de l'ESA approuve la mission en 1980, et la nomme Hipparcos en hommage à l'astronome Grec qui a établi le premier catalogue d'étoiles de l'humanité.

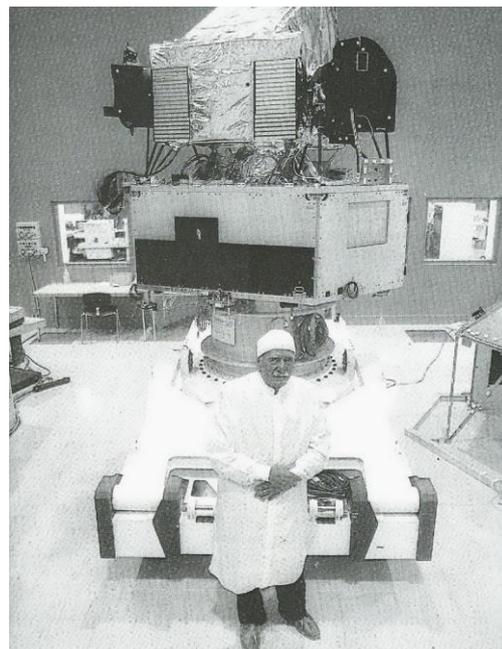
Après un appel d'offres de l'ESA en 1981, le contrat de réalisation d'Hipparcos est confié à Matra en 1982. Bien que prêt en 1988 comme prévu, Hipparcos a dû attendre Ariane 4 presque un an suite à l'échec du vol précédent et fut finalement lancé avec succès en août 1989, par la première Ariane 4 de la reprise des vols.

Après les péripéties que je vous ai racontées dans la lettre AACE n°6 de juillet 2020, Hipparcos remplit sa mission jusqu'à fin 1993 et le consortium scientifique, qui traitait les données, put éditer le catalogue d'étoiles Hipparcos complet en 1995.

C'est ainsi que 26 ans après avoir émis l'idée d'un satellite dédié à l'astrométrie, le Professeur Lacroute a vu, lors du lancement d'Hipparcos en août 1989, son rêve se réaliser ! Malheureusement, décédé en 1993 quelques mois avant la fin de la mission, il n'en a pas vu l'aboutissement : le fameux catalogue !

J'ai rencontré plusieurs fois le Professeur Lacroute entre 1981 et 1989. Il a suivi de près le développement de « son » projet. Au demeurant un charmant Monsieur, astrophysicien très vieille France, d'une politesse et d'une modestie exquises.

Sur la photo ci-contre on le voit en 1986 dans la salle blanche de Matra à Toulouse, devant le satellite Hipparcos en cours d'intégration.



Le second satellite d'astrométrie : GAÏA

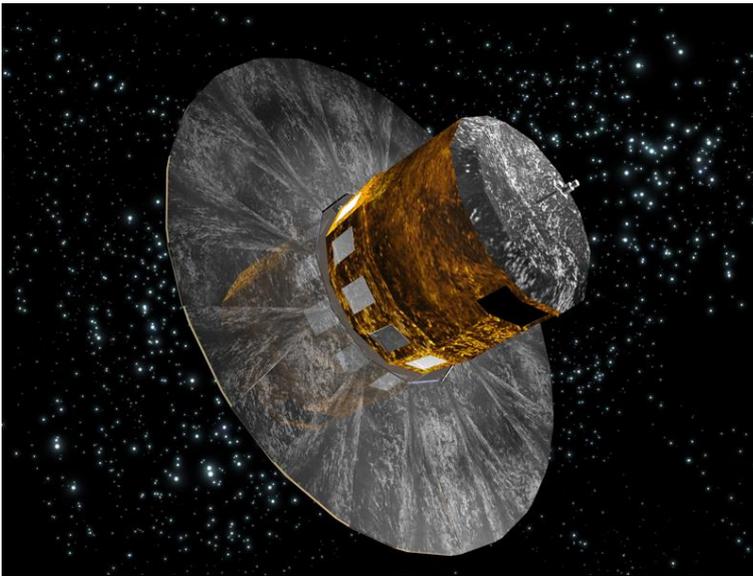
A peine le catalogue final Hipparcos édité, les scientifiques Européens pensaient déjà à une mission d'astrométrie beaucoup plus ambitieuse, basée sur le même principe de mesures d'angles entre paires d'étoiles, celui inventé par le Professeur Lacroute dans les années 60, mais utilisant les dernières technologies disponibles : 15 ans après la conception d'Hipparcos, les progrès technologiques étaient importants dans tous les domaines (optiques, détecteurs, propulsion, etc) ouvrant des perspectives qui faisaient de nouveau rêver les astronomes.

Les premières études de faisabilité démarrent à Airbus DS (à l'époque Astrium) en 1997. Elles dureront jusqu'en 2002, avec en parallèle des contrats industriels de développements technologiques que l'ESA entreprend pour minimiser les risques du programme, décision sage qui a conduit à la réussite totale de la mission .

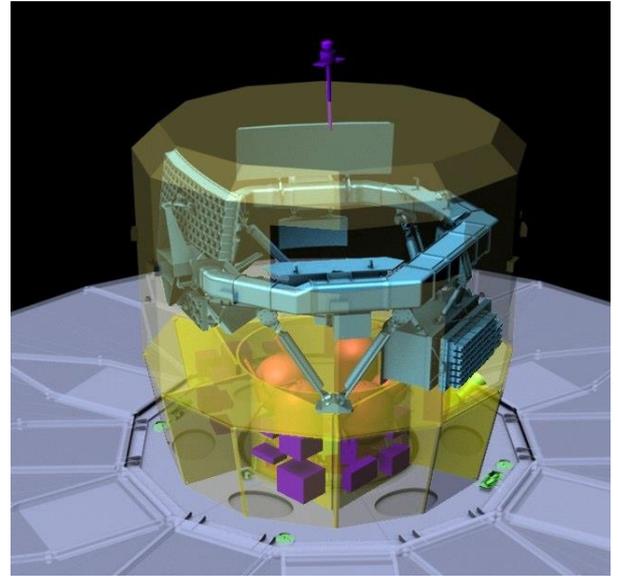
La mission GAÏA est alors définitivement décidée en tant que « pierre angulaire » du programme scientifique ESA.

L'appel d'offres pour la maîtrise d'œuvre industrielle sort en juillet 1985. Remporté par Astrium, le contrat de réalisation est signé en 1986, pour un lancement en 2013 : un vrai challenge étant donné la complexité du satellite à construire et valider.

Après une campagne de qualification menée en 5 mois au premier semestre 2013, GAÏA est lancé le 19 décembre 2013 par Soyuz depuis Kourou. Un peu moins d'un mois de voyage et GAÏA atteint sa destination opérationnelle, le second point de Lagrange dit L2, à 1,5 million de km de la Terre du côté opposé au soleil. Après 4 mois de qualification et de calibration en orbite, le satellite GAÏA commence à transmettre des données de haute qualité au rythme de 20 Go par jour.



Vue d'artiste de GAÏA en orbite



Vue éclatée du satellite GAÏA

Le satellite a accompli sa mission nominale de 5 ans de collecte de données à mi-2019, mais continue bien entendu à être opéré avec succès ...

Le consortium scientifique qui traite les données pour en faire un catalogue, a déjà édité 3 versions

de plus en plus complètes et précises : la troisième version a été rendue publique le 3 décembre 2020 et son contenu dépasse largement toutes les attentes des scientifiques (cette version a été qualifiée de trésor par un astronome) puisqu'elle contient :

- les positions de 1,8 milliard d'étoiles de notre galaxie à mieux que 4 microarsec de précision
- les parallaxes et les mouvements propres de 1,5 milliard d'étoiles
- la brillance et la couleur de 1,5 milliard d'étoiles
- les données sur 1,6 millions d'objets extragalactiques

Le catalogue GAÏA final est prévu en 2022. Il va faire le bonheur des astronomes et des astrophysiciens pour plusieurs décennies et va permettre un grand bond en avant de notre connaissance de notre Galaxie et de l'Univers.

Mission	Hipparcos	GAÏA
Orbite	Orbite terrestre GTO elliptique 500/36000 Km	Lissajous 200 000/300000 Km autour de L2 à 1 500 000 Km de la Terre côté opposé au Soleil
Loi de balayage de la sphère céleste	Grand cercle parcouru en 3h, sphère complète en 6 mois	Grand cercle parcouru en 6h, sphère complète en 2 mois
Durée d'observation	Objectif : 3 ans Réel : 4 ans	Objectif : 5 ans Réel : 6,5 ans à ce jour, en cours
Nombre d'étoiles observées	120 000 prédéterminées par un catalogue d'entrée	> 1 500 000 000 (tous les objets vus)
Sensibilité	Étoiles de magnitude ~12	Étoiles de magnitude ~20
Précision	1 milliarsec	0,004 milliarsec

Le satellite GAÏA :		Le télescope GAÏA :	
masse au lancement	2 tons	matériau	carbure de silicium
puissance installée	1,9 KW	pupille d'entrée	1,45m*0,5m
hauteur	3 m	longueur focale	35 m
écran solaire déployé	10 m	plan focal	~ 1 Giga pixels
carburant de mise à poste	400 kg	température du plan focal	-113 °C
contrôle d'attitude	microtuyères gaz froid (poussée 1 microN)	température des optiques	-150 °C
stabilité du pointage	qqes milliarcsec/sec	stabilité thermique optiques	qqes nanokelvins

GAÏA le plus grand télescope spatial construit entièrement en carbure de silicium



Crédit photos :Airbus DS



Des nouvelles du soleil

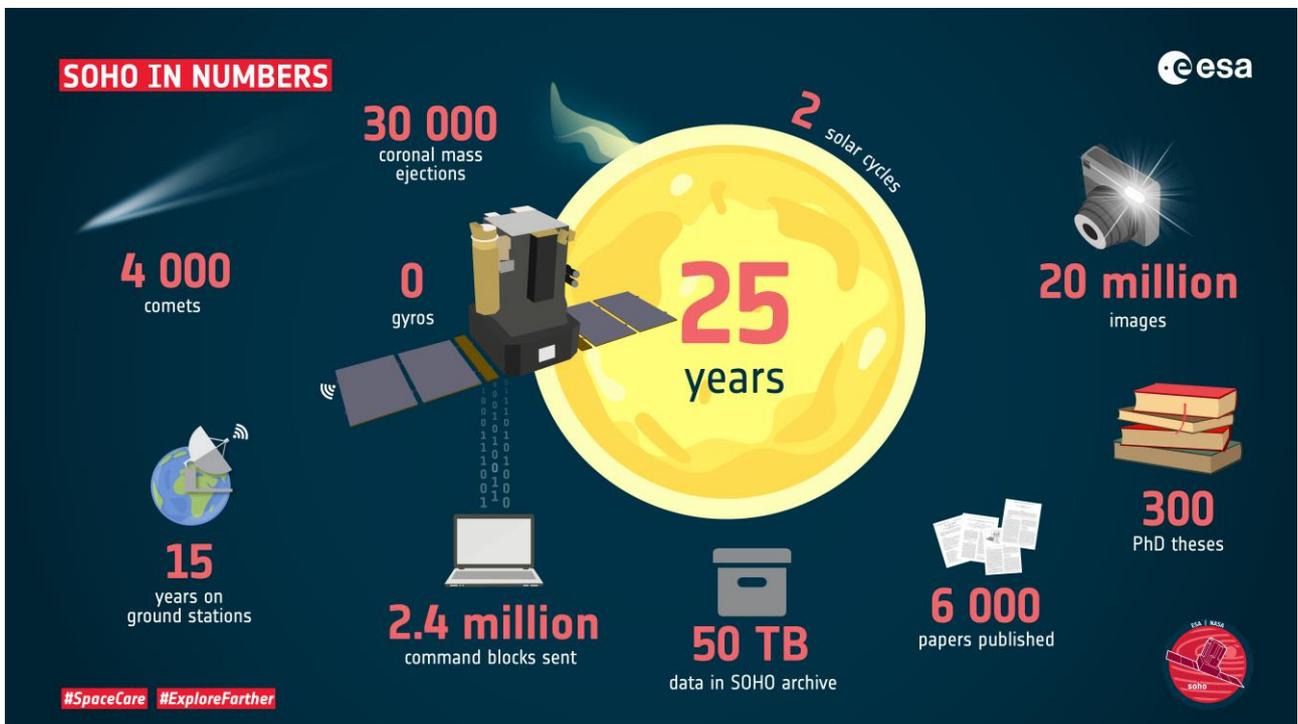
Dans la lettre d'information de notre Association de mai 2020, je vous avais parlé de la sonde Européenne SOLO, lancée vers le Soleil le 10 février 2020.

Avec SOHO, autre sonde Européenne d'observation du Soleil lancée le 2 décembre 1995 et la Parker Solar Probe de la NASA lancée le 12 août 2018, SOLO forme un trio conçu pour faire des observations simultanées et complémentaires de notre étoile, si proche, et finalement si peu connue dans son fonctionnement intime de machine nucléaire .

Je viens vous donner quelques nouvelles de ce trio ...

SOHO a fêté le 2 décembre 2020 le 25ème anniversaire de son lancement, ce qui est un âge respectable pour un engin spatial directement exposé aux radiations solaires. En effet, positionné au point de Lagrange L1 à 1,5 million de kilomètres de la Terre, il reçoit en direct, sans protection du champ magnétique terrestre, tout ce que le Soleil lui envoie en photons, électrons, protons et autres rayonnements de hautes énergies. Malgré cela, la sonde SOHO fonctionne parfaitement après 25 ans et bien des péripéties (voir lettre d'information n° 6 de juillet 2020) et envoie toujours des données scientifiques de grande valeur. Ni ESA ni NASA ne pensent à l'arrêter à court terme, d'autant que ses données de surveillance du Soleil sont utilisées pour programmer ses deux acolytes SOLO et PARKER Probe.

Avec un peu de chance, on fêtera les 30 ans de SOHO en orbite !

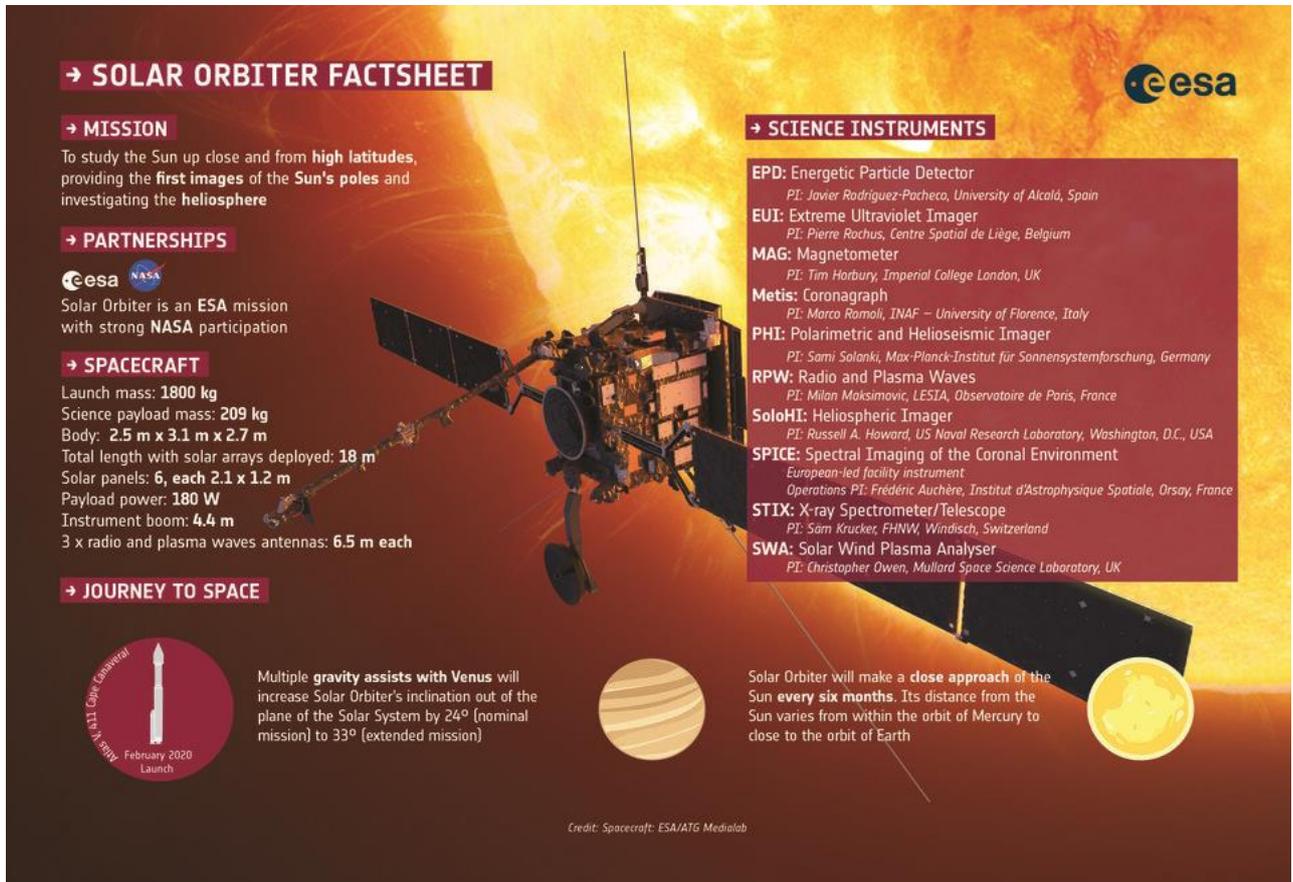


SOLO de son côté a fait beaucoup de chemin depuis son lancement en février dernier .

Lorsque cette lettre paraîtra, SOLO aura survolé Vénus à 7500 Km d'altitude, pour sa première assistance gravitationnelle fournie par cette planète. Ce sera le 27 décembre à 13h39 heure de Paris (c'est précis!). Cet effet de fronde donné par le passage près d'une grosse masse permettra à SOLO de commencer à incliner son orbite, donc de quitter le plan de l'écliptique. Son orbite finale après un passage supplémentaire près de Vénus et un passage près de la Terre sera atteinte fin 2021 et inclinée à 17° sur l'équateur du soleil, permettant de photographier les pôles du soleil.

Au cours de son voyage de 2020, SOLO s'est approché du soleil à environ la moitié de la distance Terre-Soleil et en 2022 il s'approchera à un tiers de la distance : chaud les marrons !

A bord, tous les instruments scientifiques fonctionnent et renvoient des données précieuses pour comprendre un astre si important pour nous tous . A suivre ...



→ SOLAR ORBITER FACTSHEET

→ MISSION
To study the Sun up close and from **high latitudes**, providing the **first images** of the Sun's poles and investigating the **heliosphere**

→ PARTNERSHIPS

 Solar Orbiter is an ESA mission with strong NASA participation

→ SPACECRAFT
 Launch mass: **1800 kg**
 Science payload mass: **209 kg**
 Body: **2.5 m x 3.1 m x 2.7 m**
 Total length with solar arrays deployed: **18 m**
 Solar panels: **6, each 2.1 x 1.2 m**
 Payload power: **180 W**
 Instrument boom: **4.4 m**
 3 x radio and plasma waves antennas: **6.5 m each**

→ JOURNEY TO SPACE

Multiple **gravity assists with Venus** will increase Solar Orbiter's inclination out of the plane of the Solar System by 24° (nominal mission) to 33° (extended mission)

Solar Orbiter will make a **close approach** of the Sun **every six months**. Its distance from the Sun varies from within the orbit of Mercury to close to the orbit of Earth

→ SCIENCE INSTRUMENTS

EPD: Energetic Particle Detector
PI: Javier Rodriguez-Pacheco, University of Alcalá, Spain

EUI: Extreme Ultraviolet Imager
PI: Pierre Rochus, Centre Spatial de Liège, Belgium

MAG: Magnetometer
PI: Tim Horbury, Imperial College London, UK

Metis: Coronagraph
PI: Marco Ramoli, INAF – University of Florence, Italy

PHI: Polarimetric and Helioseismic Imager
PI: Sami Solanki, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Germany

RPW: Radio and Plasma Waves
PI: Milan Maksimovic, LESIA, Observatoire de Paris, France

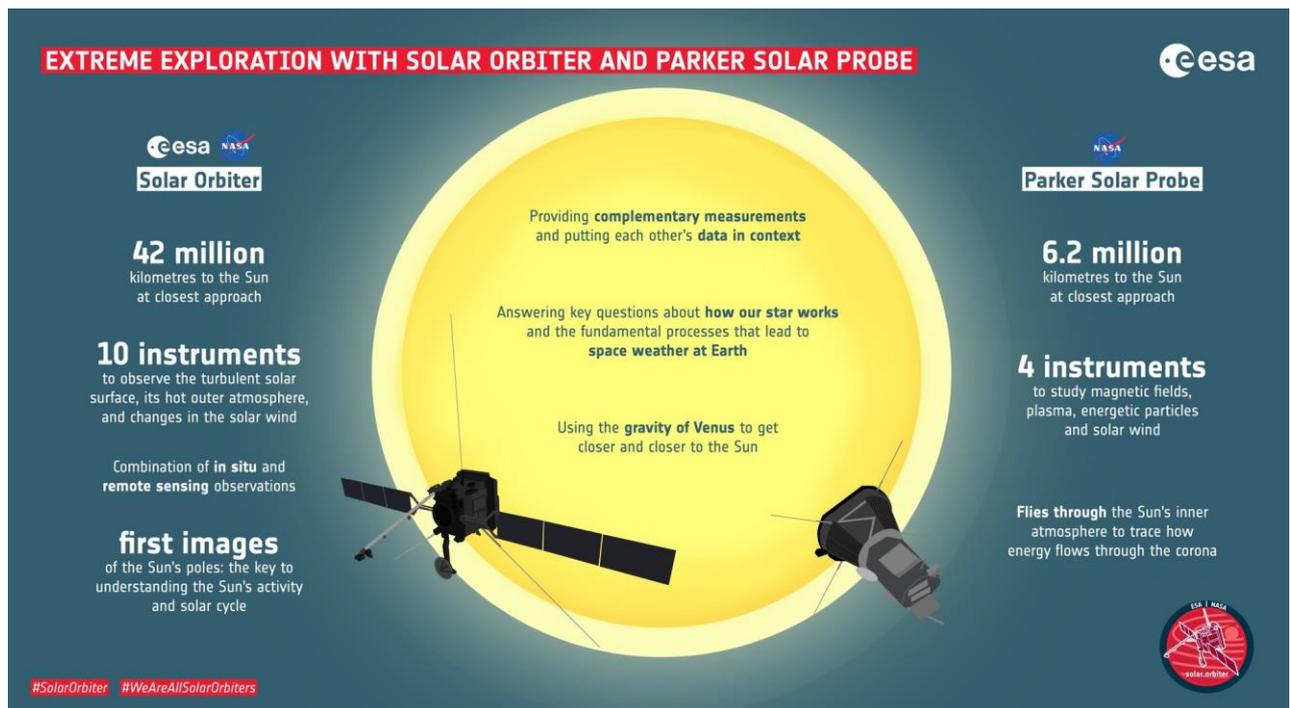
SoloHI: Heliospheric Imager
PI: Russell A. Howard, US Naval Research Laboratory, Washington, D.C., USA

SPICE: Spectral Imaging of the Coronal Environment
European-led facility instrument
Operations PI: Frédéric Auchère, Institut d'Astrophysique Spatiale, Orsay, France

STIX: X-ray Spectrometer/Telescope
PI: Sam Krucker, FHNW, Windisch, Switzerland

SWA: Solar Wind Plasma Analyser
PI: Christopher Owen, Mullard Space Science Laboratory, UK

Credit: Spacecraft: ESA/ATG Medialab



EXTREME EXPLORATION WITH SOLAR ORBITER AND PARKER SOLAR PROBE

Solar Orbiter (ESA/NASA)

- 42 million** kilometres to the Sun at closest approach
- 10 instruments** to observe the turbulent solar surface, its hot outer atmosphere, and changes in the solar wind
- Combination of **in situ** and **remote sensing** observations
- first images** of the Sun's poles: the key to understanding the Sun's activity and solar cycle

Parker Solar Probe (NASA)

- 6.2 million** kilometres to the Sun at closest approach
- 4 instruments** to study magnetic fields, plasma, energetic particles and solar wind
- Flies through** the Sun's inner atmosphere to trace how energy flows through the corona

Providing **complementary measurements** and putting each other's **data in context**

Answering key questions about **how our star works** and the fundamental processes that lead to **space weather at Earth**

Using the **gravity of Venus** to get closer and closer to the Sun

#SolarOrbiter #WeAreAllSolarOrbiters

Programme provisoire des activités 2021 de l'AACE et de la Cité de l'espace

Mise à jour par Christianne Billon

Dates		Evénements	Intervenants
FEVRIER	Mercredi 3 (18h30 à 20h)	Conférence en ligne: « En route vers Mars »	François FORGET astrophysicien, directeur de recherche au CNRS
	Judi 18	Conférence (virtuel et/ou présentiel): « Mars2020 - Atterrissage de Persévérance »	CNES – Cité Espace
MARS	Mercredi 3	"Le Commandement de l'Espace : la France et les nouveaux enjeux de protection et de défense en orbite"	Général Michel Freidling
	Lundi 8	Assemblée Générale de l'AACE : en visioconférence avec vote par correspondance	
	Samedi 20 A confirmer	Trophées Robotiques à la Cité de l'espace : démonstration de robots à travers des défis scientifiques et technologiques	Partenariat avec Planète Sciences Occitanie
AVRIL	Mercredi 7 Heure AD	Conférence L'espace, indispensable outil de coopération entre pays / RDV Espace	Avec Jean-Yves Le Gall, Président du CNES
	Samedi 24 A confirmer	Conférence et suivi en direct : Atterrissage sur Mars de la sonde spatiale chinoise dans le cadre de la mission Tianwen-1	
MAI	Du 28 au 29 Mai	Les défis solaires : courses de mini véhicules solaire	Partenariat avec Planète Sciences Occitanie
JUIN	4 au 10 Date AD	Conférence : « Prospective et stratégie spatiale »	Xavier Pasco, Directeur de la Fondation pour la recherche stratégique
JUILLET	Mardi 2 A confirmer	Liaison en direct avec Thomas Pesquet : A bord de la station spatiale ISS dans le cadre de la Mission Alpha	
AOUT	Vendredi 9 de 19 à 24h	Nuit des étoiles: Une soirée sous les étoiles pour découvrir le ciel	Avec l'Association Française d'Astronomie, Planète Sciences Occitanie et autres acteurs régionaux
SEPTEMBRE	Mercredi 22 ou 29 septembre	L'univers de plus en plus près ! Le James Web Space Telescope, l'aboutissement d'un projet pharaonique. En lien avec le lancement du JWST le 31 octobre par Ariane 5 depuis Kourou. CNES, CEA et labos Français impliqués	3AF et CNES
OCTOBRE	Mercredi 13 A confirmer	Conférence : « Les missions Copernicus » Atmosphère et climat	Maurice Borgeaud (ESA)
NOVEMBRE			
DECEMBRE			

***Non exhaustif :** Les dates et les contenus indiqués peuvent évoluer. Ce programme peut donc varier, il sera régulièrement mis à jour sur notre site Internet (<https://www.amis-cite-espace.org/>) et rappelé dans notre lettre d'information. Une invitation détaillée sera adressée par mail une dizaine de jours avant la date de la manifestation.

Comptes rendus des 2 dernières conférences réalisées en visioconférence

Par Geneviève Gargir

Les contraintes de confinement et les fermetures temporaires de la Cité de l'Espace nous ont amené à adapter notre cycle de conférences. Nous avons dû en reporter deux en 2021 : la conférence de F. Forget concernant Mars et la conférence du Général Friedling sur la Défense en orbite. Toutefois, début décembre, nous avons souhaité réunir une dernière fois avant la fin de l'année nos adhérents et un large public avec une conférence en ligne.

Le 2 décembre « La Participation de la France à l'exploration de Mars »

par André Debus, chef de projets martiens au CNES

Cette conférence nous a montré comment la France participe à l'exploration de Mars depuis très longtemps avec une communauté scientifique qui est une des premières au monde. Elle est aujourd'hui plus que jamais impliquée dans plusieurs missions en cours d'exploitation et en développement, par la fourniture d'instruments ou de systèmes sur des missions en collaboration avec d'autres agences spatiales, mais aussi à travers sa contribution au programme d'exploration de l'ESA.

Pour une première conférence que nous organisons à distance (en ligne), elle fut un grand succès par la qualité de l'orateur et de sa présentation, et une très bonne participation (plus de 60 personnes).

Le 13 janvier « Le mystère des orages reste entier, Plaidoyer pour une nouvelle mission Taranis »

par Pierre-Louis Blelly, Directeur du Programme National Soleil-Terre (PNST) à l'IRAP

Suite à l'échec au lancement de cette mission, cette conférence prévue mi-décembre 2020 a été reportée. Pierre-Louis Blelly nous a exposé le contexte concernant « **La Mission Taranis** ».

Bien que mise en place très tardivement cette conférence, en ligne également, s'est tenu dans de bonnes conditions avec plus de 50 auditeurs, grâce à la participation de nos adhérents, la mise en ligne par la Cité de l'Espace et sur les réseaux sociaux.

Cette présentation s'est attachée à décrire les phénomènes lumineux transitoires en partant des observations et en établissant le lien qu'ils ont avec la physique des orages. Elle décrit ainsi les mécanismes sources proposés et les processus d'interaction avec l'environnement terrestre. En particulier, elle nous montre que cette physique est un concentré des théories scientifiques majeures nées à l'aube du 20^{ème} siècle, dont on ne soupçonnait pas qu'elles puissent être en action dans un environnement si proche, et dont l'impact environnemental est potentiellement important tout en restant à évaluer.

Elle détaille alors les instruments qui étaient proposés sur la mission Taranis pour traquer ces phénomènes lumineux et met en avant la pertinence de cette charge utile par rapport au paradigme émergent, qui intègre le système orageux au sein l'environnement spatial de la Terre avec lequel il est en interaction. Pertinence instrumentale et physique innovante constituent clairement des moteurs de la dynamique initiée après l'échec de Taranis-1 en faveur d'une nouvelle mission.

L'AACE et les enfants des Centres Aérés et de Loisirs de la Ville de Toulouse ... Compte rendu d'un moment de partage

Par Marie-Ange Albouy

Dans le cadre de la COVID, l'AACE « Association des Amis de la cité de l'Espace » a souhaité faire un don en direction des enfants des centres aérés et de loisirs de la ville de Toulouse.

A cette occasion et en partenariat avec la Mairie de Toulouse et la Cité de l'Espace, l'AACE accueillait le 26 octobre, une soixantaine d'enfants de 6 et 12 ans.

Cet accueil s'est déroulé en présence de Djillali Lahiani Maire adjoint en charge des Cultures urbaines enfance et loisirs, Eddy Nau Direction enfance et Loisirs, de Jean Claude Dardelet en charge de l'International et Président de la Cité de l'Espace, Philippe Droneau et Christophe Chaffardon de la Cité de l'espace, de Gil Denis Président de l'AACE, de Jean-Jacques Favier Astronaute et André Debus Chef de projet Exo Mars au CNES.

L'objectif de cette demi-journée était de proposer un programme festif et inédit permettant aux enfants, d'une part, la découverte de la Cité mais aussi une rencontre avec un astronaute en la personne de Jean Jacques Favier qui leur a fait découvrir la vie dans l'espace à bord de la navette Columbia.



Présentation de JJ Favier
en présence de JC Dardelet et D Lahiani
Crédit photo Gil Denis

Il les a ensuite embarqués sur la station ISS et leur a longuement parlé des missions de « l'idole de l'espace », Thomas Pesquet.

André Debus a accompagné les enfants sur les visites des expos pour répondre à leurs questions sur les missions Mars et lune.

Pour le plus grand plaisir des enfants, l'après-midi s'est poursuivie par une séance en salle IMAX sur le thème chasseurs d'astéroïdes, spectacle grandiose, qui leur a permis de s'aventurer dans le système solaire à la rencontre des astéroïdes.



Distribution de cadeaux avant le départ – Crédit photo Gil Denis

Pour conclure cette journée magique, un goûter et des cadeaux de l'AACE et du CNES leur ont été distribués ; heureux et plein de gratitude, ils ont regagné le bus la tête pleine de rêves et des étoiles plein les yeux et une grande envie de revenir !

Nous espérons que cette manifestation réussie sera la 1ère d'une longue série à venir en collaboration avec la mairie de Toulouse.

Comptes rendus des derniers « Samedi-Découverte »

Le 3/10/2020 : Les vols habités

Intervenant : Olivier Sanguy ((Rédacteur en chef de l'actualité spatiale à la Cité de l'espace)

Coordination : Michelle Bousquet

Cet été, la société SpaceX a réussi le vol Demo-2 de certification de sa capsule Crew Dragon qui a transporté vers la Station Spatiale Internationale les astronautes de la NASA Douglas Hurley et Robert Behnken.

Le décollage a eu lieu le 30 mai et le retour le 2 août. L'agence américaine n'exigeant aucune exclusivité auprès de son « prestataire » SpaceX, cette société (et aussi Boeing) peut vendre des vols orbitaux privés.

C'est cette situation en apparence nouvelle que nous a expliquée Olivier Sanguy au cours d'une présentation en salle Altaïr.



Crédit photo Michelle Bousquet

Le secteur privé s'intéresse depuis de nombreuses années au vol spatial habité, mais plusieurs initiatives sont en train d'aboutir à des prestations commerciales concrètes.

Pour les vols suborbitaux, où des passagers seront amenés au-delà de la frontière de l'espace à 100 km sans mise sur orbite, les firmes Virgin Galactic et Blue Origin sont en train de tester deux solutions très différentes. L'avion-fusée SpaceShipTwo largué en altitude par un aéronef porteur pour Virgin Galactic et une capsule au sommet d'un lanceur réutilisable (New Shepard) pour Blue Origin. Virgin Galactic annonce un tarif de 250 000 dollars pour un vol suborbital.

Pour les missions orbitales qui s'appuieront sur les capsules Crew Dragon de SpaceX et (après certification) Starliner de Boeing, on remarque que le « vol touristique » n'est pas la seule prestation possible. Le marché des expériences scientifiques pour le compte de groupes privés est également envisagé. Aux États-Unis, la firme Axiom a signé un accord avec la NASA pour ajouter des modules à la Station Spatiale Internationale qui seront réservés à ces missions privées.

Ce sera toutefois difficile pour tous d'être touristes spatiaux, car un vol autour de la Terre (sans séjour à bord de l'ISS) avec la capsule Crew Dragon est annoncé pour 40 à 50 millions de dollars...

Cette commercialisation de l'espace habité n'est pourtant pas une nouveauté ! Ainsi, via la société américaine Space Adventures, les Russes ont envoyé avec leur vaisseau Soyouz à bord de la Station Spatiale Internationale un total à ce jour de 7 « touristes spatiaux » qui ont payé leur « ticket » de leur poche. Le terme officiel est « spaceflight participant ». L'un d'eux, Charles Simonyi a même volé deux fois !

Et ce sont les Russes qui ont aussi mené les premiers vols habités spatiaux sur fonds privés. Le véhicule était à chaque fois un Soyouz et le séjour d'environ une semaine se déroulait dans leur station Mir.

L'historique station Mir étant le lieu où les missions spatiales privées ont commencé, il était logique de visiter la réplique taille 1 qu'héberge la Cité de l'espace dans ses jardins.

On notera qu'il ne s'agit pas seulement de maquettes des modules, mais bien de doubles techniques fidèles et que ceux-ci qui furent employés au sol pour différents tests. L'occasion de faire du tourisme spatial en restant les pieds sur Terre !

Le 24/10/2020 : Retour aux Mers et Terres australes, 45 ans après !

Intervenant : Guy Lachaud ((Météorologiste sénior)

Coordination : Michelle Bousquet

En début de séance, présentation d'un diaporama de 3 minutes pour bien définir la situation géographique des Terres australes, composées de Crozet, Kerguelen et Amsterdam.

Suivra une vidéo de 16 minutes proposée par l'administration des Terres australes et antarctiques françaises pour leur candidature 2019 à l'inscription sur la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO.

www.terres-mers-australes.taaf.fr, www.taaf.fr,
www.amaepf.fr

« Après une longue carrière à Météo-France, 45 ans sont passés et l'Amicale des Missions Australes et Polaires Françaises m'a proposé la représenter en participant à une rotation sur les 3 districts, à bord du navire de relève *Marion-Dufresne*. Accepter cette mission n'a pas été simple. »



Crédit photo Guy Lachaud

Alors, suivez-moi, je vous emmène revivre ce rêve éveillé à bord du Marion Dufresne 2, à la fin de l'hiver austral 2019. La rotation a duré 30 jours au milieu de l'Océan Indien avec escales à Tromelin, Crozet, Kerguelen pour terminer sur l'île d'Amsterdam avant le retour sur l'île de la Réunion. Nous avons découvert ces terres et mers australes du bout du monde, ces archipels de nature et de science, à l'époque très prisées pour y faire de la météo !

Nous visionnons le film rapporté de mon voyage de redécouverte ! (32 minutes)

Enfin voici le moment réservé aux questions des membres de l'AACE présents malgré la situation bien improbable et morose. ! 12h00 : Il nous faut quitter maintenant la salle de conférence et Michèle nous invite alors à rejoindre le restaurant pour le moment du déjeuner consacré à une nouvelle rafale de questions. Tout le groupe est invité à rejoindre la salle Imax pour y découvrir le nouveau film en 3D, (Chasseurs d'astéroïdes) après un petit crochet sur le pôle météo des expositions de la Cité pour une visite guidée et commentée par notre conférencier.

Nous nous séparons vers 15 heures après un très beau moment de découverte, de partage et de convivialité. Merci à l'AACE pour ces « samedis découverte » !

Assemblée générale de l'AACE

Notre Assemblée Générale se tiendra le 8 Mars 2021. Les conditions sanitaires actuelles liées à la COVID-19 et les perspectives à court et moyen terme, nous obligent à nous orienter vers une Assemblée Générale à distance (en ligne, par visio-conférence) ; éventuellement, la présence du Bureau de l'association dans une salle à la Cité, pourra être envisagée.

Tous les documents et toutes les informations nécessaires pour participer à cette AG vous seront communiqués début février.

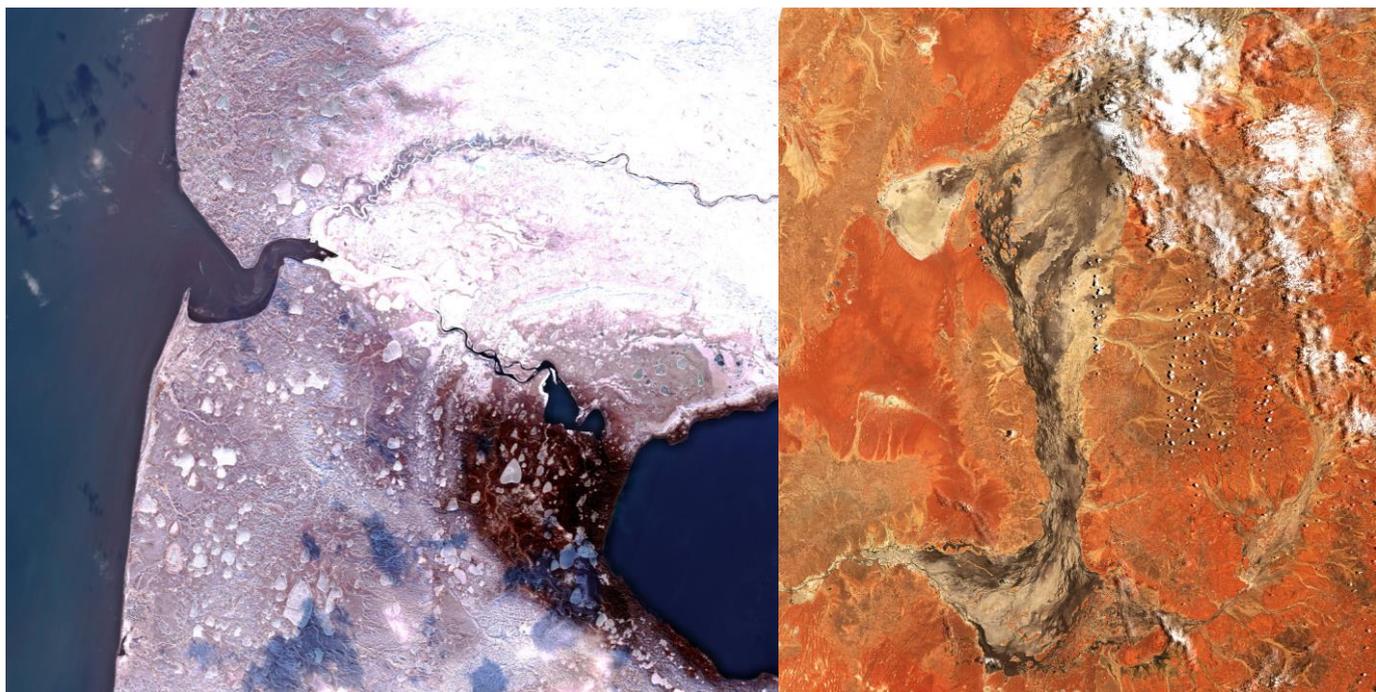
Images du mois : un double quiz pour la nouvelle année

Sur la carte de vœux qui illustre l'éditorial de cette lettre d'information, le 0 de 2021 est matérialisé par le premier lever de soleil de l'année 2021 vu par le satellite MSG Meteosat-11. 8h00 UTC, c'est peut-être un peu tôt le lendemain du réveillon. Une image rassurante : même si c'est l'hiver dans l'hémisphère nord, le soleil continue à se lever et la Terre n'est toujours pas plate.

Le « 1 », c'est une fusée Soyouz après le décollage, celle qui vient coup sur coup de lancer une nouvelle grappe de 36 satellites Oneweb et le gros satellite militaire français CSO-2. Avec ses 32 tuyères en action au décollage, Soyouz reste un des lanceurs les plus photogéniques. La silhouette de la fusée Soyouz vous fait penser à une seringue ? C'est pour la bonne cause !

Et les deux « 2 » ? Ce sont deux images des satellites Sentinel-2. A gauche, une des dernières images de l'année 2020. A droite, une des premières de l'année 2021.

Ces deux images sont l'occasion de vous proposer un double quizz pour bien démarrer l'année...



Les deux images mystère du quiz du mois de janvier 2021 : deux images des satellites Sentinel-2, une des dernières acquises en 2020 et une des premières acquises en 2021.

Crédit image : Copernicus - ESA - Commission européenne

Un indice : Les satellites Sentinel-2, comme la plupart des satellites d'observation de la Terre, tournent sur des orbites héliosynchrones : ils acquièrent leurs images à la même heure locale quelle que soit la région du monde. Cela devrait vous aider à trouver les endroits qui étaient survolés par Sentinel-2 juste avant ou juste après le réveillon du 31 décembre 2020 pour un européen.

Vous avez une idée ? Envoyez votre réponse à communication@amis-cite-espace.org

La réponse du quiz du mois de novembre : le nord-ouest de la région de Kimberley en Australie

Par Gil Denis

Un seul adhérent, Jacques Troillard, a reconnu la région figurant sur l'image du quiz du mois d'octobre :

« Un peu plus difficile, ce mois-ci ! Mais j'ai quand même trouvé le King Sound, sur la côte Nord-ouest du Kimberley, dans l'état d'Australie-Occidentale. A l'embouchure de la Fitzroy River, c'est une des baies du monde qui connaît les plus grandes marées (jusqu'à 12 m), au même titre que la baie de Fundy au Canada ou, bien sûr, la baie du Mont Saint-Michel. Merci pour les énigmes, c'est un plaisir de chercher ! »

Le Kimberley occupe une superficie de 424 517 km² et c'est la région la moins peuplée d'Australie. Trois villes seulement ont plus de 2 000 habitants : Broome, Derby et Kununurra. Plus de la moitié de la population est d'origine aborigène.

Derby se trouve en bord de mer, non loin de l'embouchure du fleuve Fitzroy. Derby a l'originalité d'avoir les marées les plus importantes d'Australie avec une amplitude pouvant atteindre 11,80 mètres.

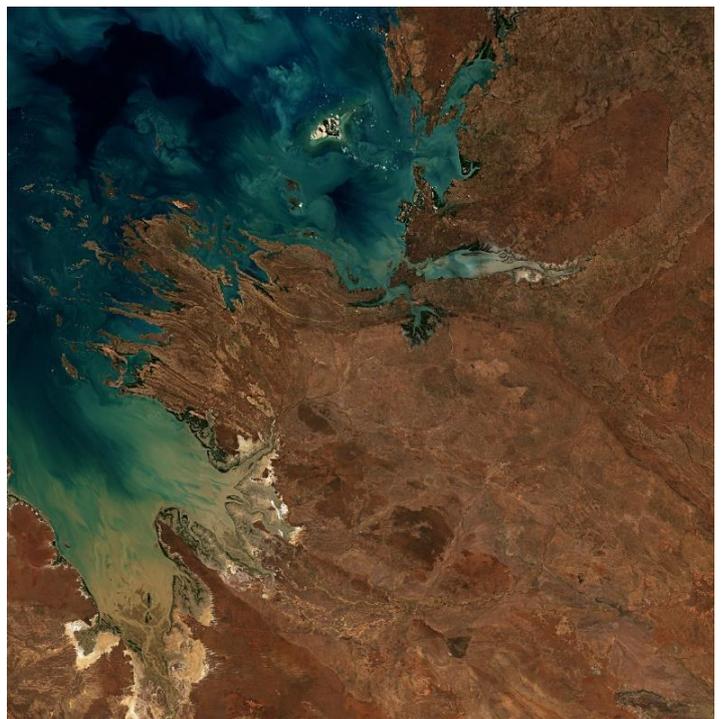


Image du satellite Sentinel-2B du 17/10/2020.

Crédit image : Copernicus - ESA - Commission européenne

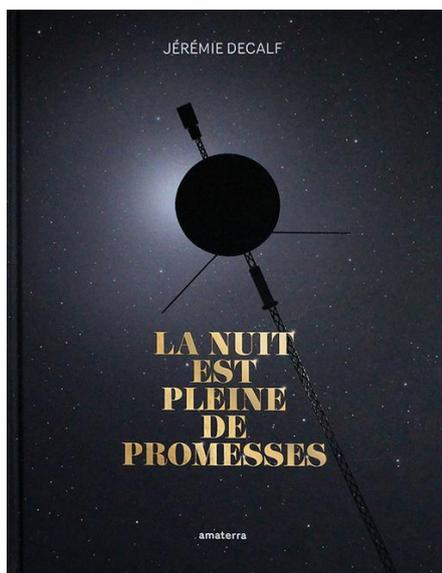
Quoi de neuf à la Cité de l'espace ?

Mis à jour par Christianne Billon

En raison de la pandémie et conformément aux directives départementales, la Cité de l'espace est fermée au public jusqu'à nouvel ordre.

Vous pouvez vous tenir informé des activités en préparation ainsi que de l'éventuelle ouverture, en vous rendant [ICI](#).

A lire, à voir...Les suggestions de nos adhérents



La nuit est pleine de promesses

Par Jérémie Decalf

Proposé par Carine Onyshchenko : Un magnifique album tout public en hommage aux missions Voyager.

Voyager 2 est la narratrice de ce récit, elle nous raconte sa naissance, son lancement et son voyage dans le système solaire et au-delà.

Le texte, minimaliste, n'en est pas moins poétique. Mais ce sont surtout les illustrations qui font la beauté de cet album : réalistes, elles occupent toute la page et nous permettent de voyager aux côtés de la sonde.

C'est un moment de rêve que nous offre la lecture de cet album à partager en famille sans modération pour expliquer aux plus jeunes tout ce que nous ont apporté les deux sondes et ce qu'elles représentent pour l'humanité.

Editions 3ème trimestre 2020

ISBN : 9782368562406 Prix : 17€ [Site de l'éditeur](#)

Croyances et idées fausses en astronomie

Par Frédéric Pitout

Proposé par Henri Remé

Conceptions erronées sur les saisons et les phases de la Lune, Terre plate, astrologie, influence de la Lune sur les naissances, théories du complot, ... tout est passé au crible de la rationalité et de la méthode scientifique d'une part, et du traitement de l'information et des biais cognitifs d'autre part.

Destiné en premier lieu aux enseignants et médiateurs scientifiques, il intéressera toute personne curieuse.

Imprimerie Grapho 12

Plus d'infos: <https://ventes.clea-astro.eu/hors-serie/154-hs13-croyances-et-idees-faussees-en-astronomie.html>



Lettre d'information des Amis de la Cité de l'espace

Directeur de la Publication : Gil Denis

Responsable d'édition : Christianne Billon (assure l'intérim

d'Anne-Marie Laborde, momentanément indisponible)

Responsable Comité de lecture : Michel Bouffard

Responsable Communication : Christianne Billon

Contact : communication@amis-cite-espace.org

www.amis-cite-espace.org

Ont participé à ce numéro :

Marie-Ange Albouy, Christianne Billon, Michel Bouffard, Michelle Bousquet,

Gil Denis, Geneviève Gargir, Carine Onyshchenko

Crédits photos : Gil Denis, ESA, Airbus Defence and Space,

Michelle Bousquet, SpaceX, Grégory Vienot, Guy Lachaud



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](#)

Pour vous désinscrire, [ICI](#)