

Éditorial

Est-ce pour nous permettre de nous évader loin de cette Covid qui nous enferme, qu'en ce début d'année 2021, l'actualité spatiale nous amène vers Mars ou l'ISS ?

Vous avez pu assister le 18 mars, en ligne sur divers sites ou chaînes de télévision, à l'atterrissage du rover Persévérance sur la planète Mars. Nous essayerons, tout au long de cette année, de vous donner, à travers nos Lettres d'informations (ou de brèves), des nouvelles de son fonctionnement et de ses découvertes réalisées grâce notamment à l'instrument SuperCam, et ses cinq techniques de mesures destinées à étudier la géologie de Mars et à aider à la sélection des échantillons. Début juillet, un « Samedi visite découverte » lui sera intégralement dédié ; enfin vers la fin de l'année nous réunirons autour d'une table ronde des scientifiques et experts techniques afin de faire un premier bilan de cette mission.

Vous n'avez pas manqué, le 22 avril, le lancement de Thomas Pesquet vers l'ISS ! Il y aura bien sur de nombreux événements liés à la Mission Alpha de Thomas qui auront lieu à la Cité au cours des prochains 6 mois. Nous serons partenaires de certains, et vous serez tenus informés.

Revenons à l'AACE.

Tout d'abord nous vous donnons tous rendez-vous le 15 juin (en présentiel, on espère, sinon en ligne !) à la Cité de l'Espace pour notre grande « Soirée des Adhérents de l'AACE ». C'est enfin une occasion de se retrouver ; nous en profiterons pour concrétiser et réaliser surtout la soirée Grand Prix 2020 que nous n'avons pas pu faire en décembre dernier. Le Grand Prix est décerné à Jean-Jacques Favier et le Prix des Jeunes au projet TETRIS de l'IUT de l'UPS. Le programme vous a été communiqué récemment.

De nombreux autres rendez-vous sont programmés, notamment les traditionnels Samedis Visites Découvertes ainsi que nos grandes conférences reportées à l'automne. Concernant notre concours annuel, il nous semble difficile de mettre en place un concours de peinture (qui sera donc reporté en 2022) ; aussi nous nous orientons plutôt vers un concours de dessin sur le thème de l'Espace (dessin d'enfants, humoristiques, Manga). Il y aura d'autres événements qui seront dévoilés plus tard...

Lors du dernier Conseil d'Administration du 19 avril, Gil Denis a été réélu Président de l'AACE pour un an. Je termine donc ici ma fonction de Présidente par intérim que j'ai assumée avec beaucoup d'intérêts et de plaisir.

*Bien amicalement,
Geneviève GARGIR, Vice-Présidente AACE*

SOMMAIRE

1. Actualités	3
1.1 Calendrier des évènements de l'espace	3
1.2 Conférence : "L'Espace, indispensable outil de coopération entre les pays"	4
1.3 Actualités spatiales	5
1.3.1 Persévérance - SuperCam	5
1.3.2 Persévérance - Ingenuity	7
1.4 Ressources recommandées par nos adhérents sur le WEB	10
1.4.1 Quelques expériences de Thomas Pesquet à bord de l'ISS	10
1.4.2 Retour sur l'arrivée de Perseverance sur Mars	10
1.4.3 Le lancement du satellite Pléiades Neo et les premières images	10
2. Article thématique : la sonde chinoise Tianwen-1	11
3. Pour se distraire (et plus si affinités)	17
3.1 Quiz	17
3.1.1 Un quiz image pour le bicentenaire de la mort de Napoléon Bonaparte	17
3.1.2 La réponse du quiz de janvier 2021 : grands espaces et petites villes	19
3.2 A lire, à voir... Des suggestions de nos adhérents	20
3.2.1 L'Anthologie illustrée de l'Univers mystérieux	20
3.2.2 « La Nouvelle Symphonie des Étoiles, l'Humanité face au Cosmos »	20

1. Actualités

1.1 Calendrier des évènements de l'espace

Dates		Événements	Intervenants
MAI	Samedi 29	Samedi Découverte en présentiel ou en ligne AACE: Magnétisme de Mars et son impact sur l'histoire de son environnement	Lionel D'Uston de la Villeregran , AACE Astrophysicien IRAP
JUIN	7, 8 ou 9	Liaison ISS avec Thomas Pesquet : liaison avec ISS à l'initiative du Lycée PP Riquet dans le cadre du projet SAFARISS avec CSUT, UPS, association radioamateurs Table ronde d'astronautes français organisée par 3AF, partenariat AACE	LPPR, CSUT, UPS, Assoc. Radioamateurs, 3AF, AACE
	Mardi 15 à 17h30	Spécial AACE en présentiel : soirée dédiée aux Adhérents avec la remise du Grand Prix et Prix des Jeunes 2020 et la conférence de Jean-Jacques Favier	AACE
	Samedi 19	Samedi Découverte AACE : Les passagers de l'imaginaire de l'antiquité à nos jours ou labo Mars : vulgarisation de l'environnement martien	Xavier Penot
	Date AD	Conférence AACE : « Prospective et stratégie spatiale » RDV Espace, AACE	Xavier Pasco , Directeur de la Fondation pour la recherche stratégique
JUILLET	Samedi 3	Samedi Découverte AACE : Les premiers résultats du Rover Persévérance sur Mars	Jérémy Lasue , AACE Astrophysicien IRAP
	Mardi 20 <i>A confirmer</i>	Liaison en direct avec Thomas Pesquet : A bord de la station spatiale ISS dans le cadre de la Mission Alpha	Cité de l'espace
AOÛT	Vendredi 6 de 19 à 24h	Nuit des étoiles : Une soirée sous les étoiles pour découvrir le ciel	Association Française d'Astronomie, Planète Sciences Occitanie et autres acteurs régionaux
SEPTEMBRE	Date AD	Conférence AACE : "Le Commandement de l'Espace : la France et les nouveaux enjeux de protection et de défense en orbite" RDV Espace, AACE	Général Michel Friedling
OCTOBRE	Date AD	Conférence AACE : « Les missions Copernicus » Atmosphère et climat RDV Espace, AACE	Maurice Borgeaud (ESA)
	Du 21 au 24	Évènement Copernicus : en attente du programme	Cité de l'espace
	Mercredi 20	Conférence : L'univers de plus en plus près ! Le James Web Space Telescope, l'aboutissement d'un projet pharaonique.	CNES, CEA, labos français

		En lien avec le lancement du JWST le 31 octobre par Ariane 5 depuis Kourou. RDV Espace, 3AF, CNES	
	Date AD	Visite de la Cité par les enfants des Centres Aérés et de Loisirs des quartiers défavorisés de Toulouse	AACE + Marie Toulouse
NOVEMBRE	Mercredi 3	Remise du dictionnaire DORA . Table ronde sur « espace et éthique » avec Robin Walter, auteur des bandes dessinées « KZ Dora » et « Von Braun »	AFMD, La Coupole, AACE
	Mercredi 10 A confirmer	Table Ronde Persévérance : premier bilan d'exploitation Persévérance avec des scientifiques, responsables instruments, responsables opération, ...	AACE
	Date AD	Évènement : retour Thomas Pesquet	Cité de l'espace
	Mercredi 24	Conférence : L'innovation technologique au service du domaine aérospatial : l'exemple de la fabrication additive. RDV Espace, 3AF, CNES et IRT Saint Exupéry	Cassiopée Galy , ingénieure de recherche à l'IRT Saint Exupéry
DECEMBRE	Lundi 6	AACE : Soirée Grand Prix	AACE

1.2 Conférence : "L'Espace, indispensable outil de coopération entre les pays"

Par Jean-Yves Le Gall, 7 avril 2021, *proposée par Philippe Marchal*

La conférence du 7 avril, organisée par la 3AF dans le cadre des "Rendez-vous de l'Espace" en partenariat avec la Cité de l'Espace, était consacrée aux coopérations dans l'espace, avec comme invité, Jean-Yves le Gall, Président du CNES depuis 2013.

Durant son mandat, Jean-Yves le Gall a beaucoup dynamisé les coopérations internationales, en adaptant opportunément l'activité du CNES à un contexte spatial très évolutif, marqué par une multiplication du nombre d'acteurs spatiaux dans le monde.

Son analyse, son témoignage, son expérience s'imposaient donc comme une évidence pour cette conférence.

Crise sanitaire oblige, la conférence s'est tenue en ligne et a suscité un vif intérêt, puisqu'environ 120 connexions ont été établies et de nombreuses questions remontées par tchat, ont pu être débattues.

Pour Jean-Yves Le Gall, *"la coopération et l'espace sont comme les deux faces d'une même pièce"*. Son analyse s'appuie sur trois effets notables de la coopération dans l'espace :

- *L'effet de levier technologique et scientifique* :
Les coopérations internationales permettent de mener à bien des projets ambitieux, notamment sur le plan scientifique, que l'on ne pourrait pas lancer seul.
Par exemple, en embarquant SuperCam à bord de Perseverance (au prix d'une contribution française de l'ordre de 50M€), dans le cadre d'une mission pour laquelle les Etats-Unis auront dépensé plus de 2,5Mds \$, la France s'est positionnée en 1^{ère} ligne pour les retombées scientifiques et technologiques de ce projet.
- *L'effet de levier économique* :
Les coopérations internationales permettent aussi de valoriser le savoir-faire de l'industrie spatiale française, et de renforcer ses parts de marché à l'export dans de nombreux domaines, en particulier, les services de lancement, les télécommunications et l'observation optique.

- *L'effet de levier diplomatique :*
L'espace est enfin un champ d'action privilégié pour développer l'influence française dans le monde et l'action de la France à l'international. En cela, *"l'activité internationale du CNES est une vitrine des succès de la France, et le CNES est devenu un acteur à part entière de l'appareil diplomatique français"*.

Jean-Yves Le Gall a illustré la façon dont les coopérations internationales sont concrètement mises en œuvre au CNES.

- Il y a d'abord *l'Europe spatiale, avec l'ESA et l'UE*. La France et le CNES y tiennent une place centrale, en tant que contributeur, inspireur et acteur sur tous les fronts.
- Il y a ensuite les *partenariats noués avec les grandes puissances spatiales* (Etats-Unis, Russie, Japon, Chine, Inde, etc.)
Ils s'inscrivent dans le temps long et peuvent être un intéressant *"facteur de stabilité dans un contexte où les équilibres économiques et géopolitiques sont fragiles"*.
- Il y a enfin *l'accompagnement de la montée en puissance des "nouveaux entrants"* (Singapour, Emirats Arabes Unis, Afrique du Sud, Australie,) *qui "ont en commun l'ambition d'utiliser le spatial pour irriguer leurs sociétés et leurs économies en profondeur"*.

En épilogue de son intervention, Jean-Yves Le Gall a mis en exergue deux objectifs communs qu'une coopération spatiale globale permet de mettre en œuvre.

- *La lutte contre le réchauffement climatique*, avec l'initiative de "Space Climate Observatory" lancée par le CNES et qui constitue aujourd'hui *"la contribution tangible du monde spatial aux objectifs fixés lors de la COP 21"*. A cette initiative, s'ajoutent un grand nombre de missions développées en coopération pour la mesure des "variables climatiques essentielles", dont une majorité ne peut être observée que depuis l'espace.
- *L'exploration*, avec d'abord ses grands enjeux scientifiques, qui *"par construction, n'ont pas de contrainte territoriale et constitue un formidable champ de coopération mondiale"*.

L'exploration aussi, avec l'homme, qui occupe beaucoup l'actualité spatiale de ces derniers temps.

"Jusqu'où les hommes iront-ils dans l'espace ? Et s'y installeront-ils de façon durable ?"

Dans ce contexte, la **Station Spatiale Internationale (ISS)**, *"sorte de copropriété en orbite"* habitée depuis plus de 20 ans, est assurément le plus bel exemple du rôle du spatial dans la coopération internationale.

Et Jean-Yves Le Gall de conclure en évoquant le vol à venir de Thomas Pesquet, qui s'apprête à passer 6 nouveaux mois à bord de l'ISS, et qui est assurément un formidable ambassadeur français de la coopération internationale dans l'espace.

1.3 Actualités spatiales

1.3.1 Persévérance - SuperCam

Article rédigé par le CNES, le CNRS et l'UPS (Université Paul Sabatier)

Publié le 11 mars 2021 – Mis à jour le 23 mars 2021

À la suite de l'atterrissage sur Mars du rover Perseverance de la NASA dans le cratère Jézéro le 18 février, les équipes opérationnelles du FOCSE (French Operations Centre for Science and Exploration) au Centre Spatial de Toulouse ont reçu les premières données qui attestent de la bonne santé de l'instrument SuperCam.

Situé à la tête du mât du rover Perseverance, SuperCam, développé conjointement par le Los Alamos National

Laboratory (Etats-Unis) et un consortium de laboratoires français sous la direction scientifique de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie de Toulouse ([IRAP-OMP](#), CNRS/CNES/Université Toulouse III – Paul Sabatier), avec une contribution de l'université de Valladolid (Mexique), est actuellement soumis à une série de tests destinés à vérifier l'état de fonctionnement de tous les systèmes qu'il embarque. Cette phase de « recette », qui couvre l'ensemble du rover et de ses instruments, s'étendra sur plus de trois mois. Dès à présent, les données récoltées par les ingénieurs et scientifiques aux commandes de SuperCam livrent un bilan excellent de son état de santé général.

Véritable « couteau suisse » de la mission, SuperCam réunit cinq techniques de mesures destinées à étudier la géologie de Mars et aider à la sélection des échantillons que collectera le rover. Les données transmises par l'instrument montrent que toutes les fonctions sont opérationnelles :

La spectrométrie LIBS étudie la lumière d'un plasma formé par un faisceau laser infrarouge. Jusqu'à sept mètres de distance, elle donne accès à la composition élémentaire (atomique) des roches. Cette technique est utilisée avec succès par l'instrument ChemCam à bord de Curiosity depuis plus de huit ans. Les premiers spectres LIBS ont été acquis par SuperCam sur la cible *Maaz*, qui veut dire Mars en Navajo. Ils sont d'excellente qualité. En les confrontant à ceux obtenus par ChemCam, les scientifiques vont pouvoir comparer la chimie élémentaire à deux endroits différents de la planète.

La spectrométrie Raman utilise un faisceau laser vert pour l'analyse de la minéralogie des roches de Mars. Elle permet de caractériser précisément la structure moléculaire des minéraux jusqu'à sept mètres du rover, mais aussi de détecter certaines molécules organiques. « *C'est la première fois qu'un instrument utilise le Raman ailleurs que sur Terre !* » s'enthousiasme Olivier Beyssac, directeur de recherche du CNRS à l'IMPMC. « *La spectroscopie Raman va jouer un rôle crucial dans la caractérisation des minéraux permettant de mieux comprendre les conditions géologiques de leur formation et de détecter de potentielles molécules organiques et minéraux qui pourraient avoir été formés par le vivant* ».

La spectrométrie de réflectance visible et proche infrarouge analyse la lumière du Soleil qui est réfléchiée par les roches dans les domaines du visible et du proche infrarouge. Cette technique, déjà largement utilisée depuis l'orbite, permet de décrire la minéralogie des roches de Mars, en particulier leur évolution en présence d'eau, mais aussi les constituants de l'atmosphère. SuperCam exploite pour la première fois cette technique à la surface de Mars. Le premier spectre acquis sur *Maaz* est de très bonne qualité. Utilisée conjointement avec la LIBS qui a le pouvoir de dépoussiérer les surfaces rocheuses, la spectrométrie de réflectance visible et proche infrarouge va fournir des données très attendues par la communauté des spécialistes de Mars.

La caméra couleur prend des images à haute résolution qui sont utilisées pour comprendre le contexte géologique des cibles afin d'aider à l'interprétation des analyses biochimiques et minérales. Les premières images reçues présentent la qualité et la résolution attendues et indiquent que l'imageur est en parfait état de fonctionnement.

Le microphone scientifique enregistre le son engendré par l'impact laser du LIBS sur la roche jusqu'à une distance de quatre mètres. La formation du plasma s'accompagne en effet d'un claquement dont l'enregistrement fournit des informations sur les propriétés physiques des roches. Ce microphone peut également enregistrer le bruit du vent et les sons produits par le rover lui-même. « *Les sons acquis sont d'une qualité remarquable !* » exulte Naomi Murdoch, enseignante chercheuse à l'ISAE-SUPAERO. « *C'est incroyable de se dire que nous allons faire de la science avec les tout premiers sons enregistrés à la surface de Mars !* »

Rythmées depuis le Jet Propulsion Laboratory (JPL) à Pasadena (Californie), les opérations se poursuivent au FOCSE Mars 2020 du CNES, où l'équipe française partage ses activités avec celle du laboratoire national de Los Alamos (LANL, Nouveau Mexique). Tous les deux jours, les scientifiques et ingénieurs français passent les commandes à leurs homologues américains qui, à leur tour, se calent à l'heure martienne pour donner vie à ce concentré de technologie. « *Nous tirons un grand bénéfice de notre expérience sur ChemCam dans nos activités et notre façon de collaborer avec nos homologues américains* » explique Gabriel Pont, Manager des équipes opérationnelles de l'instrument SuperCam

au FOCSE Mars 2020. « *Malgré les restrictions sanitaires qui nous imposent beaucoup plus de distance, les opérations sont fluides et suivent un très bon rythme.* »

Après cette première phase de vérification de la bonne santé des instruments, la NASA et le JPL vont poursuivre la vérification des fonctions de Perseverance puis de l'hélicoptère Ingenuity pendant encore au moins deux mois. Au terme de ces opérations de vérification, la mission scientifique de Perseverance commencera véritablement. Au FOCSE, les scientifiques de nombreux laboratoires du CNRS et de ses partenaires, ainsi que les ingénieurs des opérations du CNES se préparent à cette prochaine phase qui va durer plusieurs années.

La NASA s'appuie sur le Jet Propulsion Laboratory (JPL) du Caltech pour le développement de la mission Mars 2020. SuperCam a été développé conjointement par le LANL (Los Alamos National Laboratory, États-Unis) et un consortium de laboratoires rattachés au CNRS et à des universités et établissements de recherche français. Plusieurs universités espagnoles, emmenées par l'université de Valladolid, contribuent aussi à cet instrument. Le CNES est responsable, vis-à-vis de la NASA, de la contribution française à SuperCam.

[Lire la suite du communiqué CNRS / CNES](#)

1.3.2 Persévérance - Ingenuity

Article rédigé par Philippe Marchal

Le 19 avril 2021 à 09h31 heure de Paris, l'hélicoptère Ingenuity de la mission NASA MARS2020 a effectué avec succès un premier vol d'essai.

La télé-métrie a été reçue au JPL via le rover Perseverance, le satellite MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) et le DSN (Deep Space Network) un peu après 12h30 (heure de Paris).

Le challenge était de pouvoir s'élever dans une atmosphère très peu dense (5 à 8 mb, soit une pression atmosphérique 150 fois plus faible que sur Terre), à des températures très basses (-20 à -80°C actuellement). Tout le corps de l'hélicoptère tient dans un cube de moins de 20 centimètres de côté, mais avec des pales (rotation et contre rotation) surdimensionnées d'envergure totale de 1.2 mètre tournant à 2400 tours/minutes, soit 8 fois plus vite qu'un hélicoptère « terrestre ».

La batterie lithium ion est chargée à l'aide de capteurs solaires et lui offre une autonomie maximale d'une minute et trente secondes. L'ensemble pèse à peine 1,8 kilogramme (sur Terre).

Au cours de ce tout premier essai, INGENUITY s'est, comme prévu, élevé de 3 mètres environ, une altitude à laquelle il est resté pendant une quarantaine de seconde avant de se reposer en douceur.

Il est prévu 5 essais, allant progressivement plus haut et plus loin, le prochain étant planifié pas avant 3 jours, le temps d'analyser toutes les données de vol et de le programmer.



Crédit photo NASA/JPL

Le 7 mai, Ingenuity a réalisé son cinquième vol et dernier vol de démonstration. C'était la 1^{ère} fois qu'il se rendait à un nouveau site d'atterrissage à 129 mètres au sud de son point d'envol. Durant ce vol qui a duré 108 secondes, Ingenuity a atteint un record d'altitude de 10 mètres. Il a pris des images couleur en haute résolution, qui ont permis de générer des cartes numériques de terrain, d'un terrain presque entièrement plat, avec peu d'obstacles.



Crédit image : NASA/JPL-Caltech

Ingenuity attend désormais les instructions des contrôleurs de mission, relayées par le rover Persévérance, pour poursuivre sa démonstration d'opérations, pendant que le rover prend aussi la direction du sud pour commencer ses opérations scientifiques et la collecte d'échantillons.

1.4 Ressources recommandées par nos adhérents sur le WEB

Cette nouvelle rubrique de notre lettre d'information recense quelques liens suggérés par nos adhérents et traitant de l'actualité spatiale.

1.4.1 Quelques expériences de Thomas Pesquet à bord de l'ISS

Marie-Ange Albouy nous recommande notamment une page du site de l'Université Toulouse 3 Paul Sabatier (<https://www.univ-tlse3.fr/l-universite-rejoindra-thomas-pesquet-dans-l-espace-1>) décrivant quelques expériences conçues par des étudiants et des équipes de recherche de l'université que Thomas Pesquet va mener pendant son second séjour à bord de la Station Spatiale Internationale.

Il s'agit de :

- **Tetr'ISS**, une expérience étudiante sélectionnée dans le cadre du concours Génération ISS (<https://www.univ-tlse3.fr/concours-generation-iss>, article publié en juin 2020 mis à jour en avril 2021). Les Amis de la Cité de l'espace ont attribué leur prix Jeunes 2020 à l'équipe qui a proposé ce projet.
- **EKLO**, une expérience également lauréate du concours Génération ISS, symbolise le lien entre astronaute et Terre. Il s'agit de suivre la croissance d'une plante à la fois sur Terre et à bord de la Station Spatiale Internationale. Le site du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche donne des informations plus complètes : <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid143044/concours-generation-iss-deux-projets-etudiants-partiront-avec-thomas-pesquet-a-bord-de-l-iss.html>
- **Blob** : Connaissez-vous le Blob ? Ce n'est ni un animal, ni une plante, ni un champignon. A la suite d'une conférence organisée par Anne Serfass-Denis, une de nos adhérentes, au club Astro Nature du CNES, le blob est devenu célèbre dans la communauté spatiale : Audrey Dussutour, directrice de recherche CNRS au Centre de Recherche sur la Cognition Animale (CRCA, laboratoire CNRS – UPS) a pu faire embarquer 4 blobs à bord de l'ISS. L'objectif est d'étudier l'impact de l'impesanteur sur la nutrition, le comportement et la vitesse de déplacement du blob. Cette expérience comporte également un volet pédagogique : les élèves de 2000 classes du primaire au lycée reproduiront l'expérience dans leur établissement scolaire à partir de septembre 2021. Le site du CNRS propose un article détaillé (<https://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/le-blob-dans-les-classes-et-dans-lespace>) sur ce volet pédagogique.

1.4.2 Retour sur l'arrivée de Perseverance sur Mars

Toujours d'actualité, la mission Mars 2020 et le rover Perseverance sur Mars. Alors que l'Helicoptère Ingenuity est devenu le premier objet fabriqué par l'homme à décoller d'une autre planète, Gil Denis revient sur le blog « Un autre regard sur la Terre » sur la séquence d'atterrissage très spectaculaire du 18 février 2021. C'était vraiment extraordinaire de pouvoir suivre ces sept minutes de terreur quasiment en direct, malgré la distance. Quelques jours plus tard, la NASA organisait un show digne d'Hollywood en dévoilant toutes les images prises pendant la descente de la mission Mars 2020 vers la surface de la planète rouge. C'est l'occasion de mesurer les progrès accomplis depuis la mission MSL et l'atterrissage de Curiosity en 2012 : <http://un-regard-sur-la-terre.org/2021/02/mars-en-fevrier-l-arrivee-de-perseverance-en-images-sous-toutes-les-coutures.html>

1.4.3 Le lancement du satellite Pléiades Neo et les premières images

Enfin, événement important pour Toulouse, qui mérite le titre de capitale européenne de l'observation de la Terre, le [lancement du premier satellite Pléiades Neo](http://un-regard-sur-la-terre.org/2021/05/premieres-images-du-satellite-pleiades-neo-30-cm-de-resolution.html) le 29 avril 2021 à l'occasion du retour en vol réussi de la fusée Vega puis la publication des premières images officielles. Washington DC, Pyramide de Kheops, Grande route de Dubaï, Castel Sant'Angelo à Rome et Perle de l'Asie à Shanghai : elles sont superbes et montrent tout le potentiel de l'imagerie à 30 cm de résolution. Prêts pour un petit tour en orbite avec Pléiades Neo ? Accrochez vos ceintures, ça décoiffe : <http://un-regard-sur-la-terre.org/2021/05/premieres-images-du-satellite-pleiades-neo-30-cm-de-resolution.html>

2. Article thématique : la sonde chinoise Tianwen-1

Article rédigé par Henri Rème

La Première mission martienne purement chinoise TIANWEN-1 qui signifie "Questions au ciel".

Les chinois avaient prévu de démarrer leurs études de la planète Mars par l'envoi d'une sonde spatiale nommée Yinghuo-1 (signifiant Luciole-1) qui était placée sur la sonde Phobos-Grunt de l'Agence spatiale russe, afin d'être satellisée autour de la planète rouge. Le lancement a eu lieu le 8 novembre 2011 avec une fusée russe Zenit. Mais ce fut un échec car la sonde Phobos-Grunt ne fut pas placée sur l'orbite de transit vers Mars et fut perdue. La sonde chinoise Yinghuo-1 est tombée dans l'Océan Pacifique le 15 janvier 2012. Ce petit satellite de 110 kg comprenait plusieurs instruments destinés à étudier la surface et l'environnement de la planète pendant 2 ans. L'IRAP (Henri RÈME) était impliqué dans les instruments de mesure des ions et des électrons de faibles énergies embarqués à bord de Yinghuo-1, en collaboration avec le professeur Jinbin CAO, docteur de l'Université Paul Sabatier en 1996, après 3 ans passés au CESR à Toulouse, professeur à l'université Beihang (BUAA Université d'aéronautique et d'astronautique de Pékin), l'une des plus grandes universités chinoises, et membre du National Space Science Center de Pékin. Après cet échec les chinois décidèrent de préparer une mission purement chinoise et très ambitieuse.

Cette mission chinoise martienne, maintenant appelée TIANWEN-1, a pour objectifs d'étudier l'environnement de la planète, sa morphologie, sa surface et la structure de son atmosphère. Trois véhicules constituent le train spatial qui s'est élancé vers Mars à bord d'un puissant lanceur Longue Marche 5 le 23 juillet 2020. China Aerospace Science and Technologie Corporation (CASC) est maître d'œuvre de cette mission. Elle comprend un orbiteur qui effectuera une reconnaissance globale de la planète rouge, la première du genre pour la Chine. C'est sur cet orbiteur qu'est installée l'expérience MEPA (MARS Energetic Particles Analyzer) définie par le professeur Jinbin CAO qui collabore depuis près de 30 ans avec l'IRAP où il a soutenu sa thèse en 1996 et pour laquelle Henri RÈME (IRAP) est Co-Investigateur. Pendant la croisière interplanétaire, cette sonde a été associée à une grosse capsule doublement conique abritant un atterrisseur et un rover.

Après la mise en orbite martienne qui a eu lieu le 10 février 2021, la sonde étudie durant environ trois mois le site visé pour l'atterrissage depuis son orbite de reconnaissance. La capsule sera larguée vers la planète en mai ou juin 2021. L'approche et l'atterrissage suivront ce qui a été pratiqué avec succès par les sondes américaines Viking (1976) et Phoenix (2008), à savoir un freinage aérodynamique avec la capsule dans l'atmosphère précédant l'ouverture d'un large parachute et un freinage par rétrofusées jusqu'à l'atterrissage. La télévision chinoise a d'ailleurs montré l'essai en soufflerie du parachute et très distinctement toute la séquence finale jusqu'à l'atterrissage. D'autres animations ont montré le rover qui ressemble beaucoup aux rovers Spirit et Opportunity de la Nasa avec une disposition des panneaux solaires presque identique et à l'avant un mat porteur de caméras.



Le rover de Tianwen-1 nommé ZHURONG (Dieu du feu dans la mythologie chinoise)

Crédit image : @Memorian-QN et @haibaraemily (CC-BY-ND 3.0)

Ce n'est que le 24 avril dernier que les chinois ont annoncé le nom du rover : ZHURONG, dieu du feu dans la mythologie chinoise.

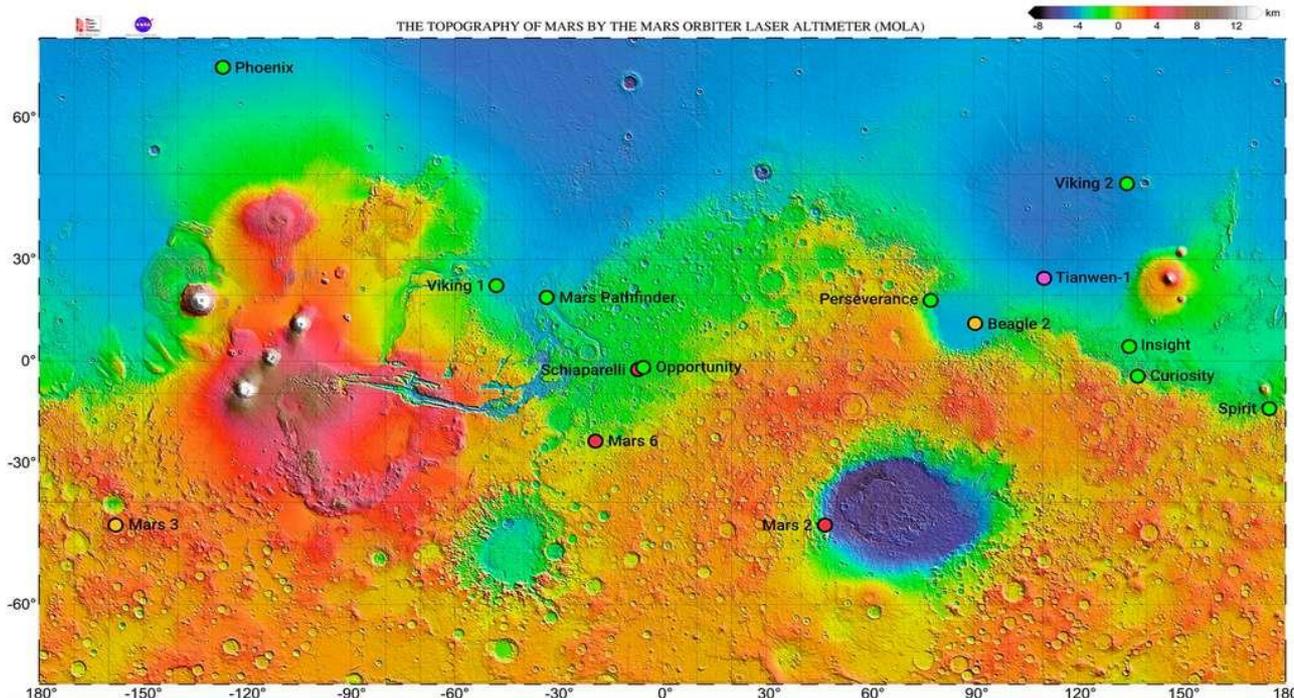
En novembre 2019 les chinois ont fait atterrir avec succès un rover lors d'un test expérimental autour de la Terre, simulant le robot prenant contact avec la planète rouge, planant et évitant les obstacles.

Ce rover est haut de 1,85 mètres et pèse environ 240 kg soit une masse égale à deux fois celle du rover lunaire chinois Yutu. Il a 6 roues motorisées lui permettant de se déplacer en crabe et 4 panneaux solaires pour assurer le fonctionnement pour au moins une durée de 90 jours martiens. Il peut parcourir 200 mètres en une heure à la surface martienne.

Le module de descente et l'atterrisseur tenteront de poser le rover dans la région sud d'Utopia Planitia. L'orbiteur doit servir de relais de télécommunications pendant la mission primaire du rover, puis se placer dans une orbite plus propice aux observations tout en conservant son rôle de relais.

Fin 2018 deux sites d'atterrissage sur Mars avaient été envisagés par les scientifiques chinois. Tous deux sont caractérisés par une altitude peu élevée et une relative absence de reliefs et d'obstacles favorables à un atterrissage et une latitude comprise entre 5° et 30°. Ces sites sont :

- Chryse Planitia, plaine d'environ 1.700 km de largeur, ayant un riche passé hydrologique avec de nombreuses vallées fluviales, non loin du site d'atterrissage des missions américaines Viking 1 et Mars Pathfinder
- Isidis Planitia (région choisie également par la sonde spatiale américaine Mars 2020 de la NASA) qui est un bassin d'impact de 1.200 km de diamètre ainsi qu'une bande s'étendant sur Utopia Planitia et la partie occidentale de la région Elysium Mons. C'est finalement la partie Sud d'Utopia Planitia qui a été retenue (voir la carte ci-dessous).



Localisation, sur une carte altimétrique en couleur, des différentes missions qui se sont posées sur Mars avec la position envisagée pour Tianwen-1. Image de fond : NASA / Mola Science team. Infographie : Kaynouky

Les six instruments scientifiques embarqués à bord du rover pour étudier la composition de la surface de la planète, sa structure géologique, son climat et son environnement, sont :

- Une caméra utilisée pour la navigation et le relevé de la topographie martienne
- Une caméra multispectrale
- Un radar pour sonder les couches superficielles sous la surface
- Un instrument d'analyse du sol par laser analogue au LIBS avec un laser ressemblant beaucoup à l'instrument CHEMCAM du rover américain Curiosity. Sylvestre MAURICE de l'IRAP est impliqué dans cet instrument (Co-Investigateur)
- Un magnétomètre
- Une station météorologique (mesures de la température, de la pression et du vent).

Les données du rover seront relayées vers la Terre par l'orbiteur Tianwen-1, voire par la sonde Mars Express de l'Agence Spatiale Européenne si la Chine en fait la demande.

Pour que le rover Zhurong puisse se poser en toute sécurité il est indispensable pour les chinois de faire une analyse très détaillée du site d'atterrissage. En effet, il faut savoir que l'Agence spatiale chinoise, contrairement à la Nasa ou l'ESA, ne dispose pas de carte à haute résolution de la planète Mars. Ainsi, l'orbiteur Mars Reconnaissance Orbiter de la Nasa, grâce à sa caméra HiRise, a pu fournir des cartes très détaillées, de seulement quelques dizaines de centimètres de résolution, du site d'atterrissage de Perseverance bien avant son lancement. La sonde Tianwen-1 cartographie actuellement la région de façon à tracer des cartes les plus détaillées possible. Le but est de localiser l'endroit le plus propice pour faire atterrir le rover en sécurité dans un environnement pas trop encombré de gros rochers et le plus plat possible. C'est depuis l'arrivée en orbite martienne la priorité absolue de la mission car réussir l'atterrissage du rover est essentiel pour la Chine.

L'orbiteur emporte 7 instruments :

- Deux caméras à moyenne et haute résolution. Cette dernière a des capacités proches de la caméra HiRise de Mars Reconnaissance Orbiter
- Un instrument d'analyse des ions et particules neutres
- Un magnétomètre
- Un radar pour étudier la structure du sol sous la surface
- Un spectromètre permettant d'identifier la composition des minéraux
- Un instrument de mesure des particules énergétiques, l'expérience MEPA.

La participation de l'IRAP pour l'expérience MEPA consistera à contribuer au dépouillement des données et en liaison avec l'ONERA à travailler à la modélisation de l'environnement particulaire à hautes énergies de la planète. Les données du magnétomètre seront très importantes pour l'analyse des données sur les particules.

L'expérience MEPA a été développée et construite par l'Institut de Physique de Lanzhou mais cet institut ne fait pas de recherches scientifiques. C'est CAST (Académie Chinoise de Technologie Spatiale) qui a construit le satellite et qui a choisi le fabricant de l'instrument MEPA.

L'expérience MEPA doit mesurer les électrons, les protons et les ions lourds dans la gamme d'énergie allant de quelques centaines de keV à quelques dizaines de MeV. L'orbite finale sera elliptique avec un périastre de 265 km et un apoastre de 12.000 km. MEPA fournira des informations essentielles sur l'environnement global en radiation très énergétique de la planète Mars et sur l'interaction des rayons cosmiques avec l'atmosphère martienne.

C'est une expérience très importante pour cartographier l'environnement des particules énergétiques et son évolution. En particulier ces particules sont dangereuses pour les hommes et doivent être très bien connues dans l'hypothèse de missions martiennes humaines.

Les caractéristiques exactes des instruments de l'expérience MEPA sont les suivantes : Mesure des électrons de 0.15- 13 MeV, des protons, des particules α et des ions lourds de 2-100 MeV/e.

Pour cette mission chinoise martienne il a été décidé qu'il n'y aurait pas un PI par instrument mais un chef scientifique de la mission. Le chef scientifique était le Prof. WAN Weixing mais il est décédé au mois de mai 2020. Son successeur n'a toujours pas été nommé !

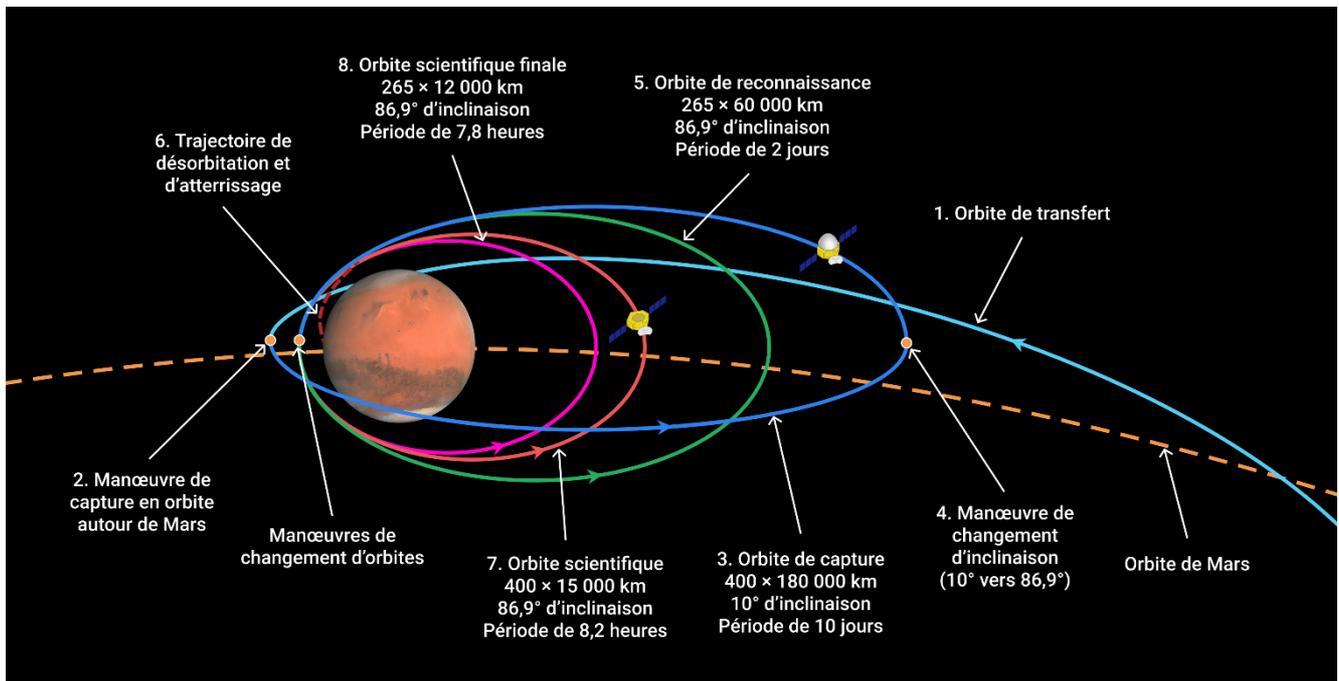
Le rôle de l'IRAP sera donc essentiellement de participer au traitement et à l'interprétation des données de l'expérience MEPA très importante qui permettra de modéliser l'environnement de la planète Mars en particules énergétiques avec l'aide de l'ONERA.

Le Prof. CAO Jinbin a confirmé début juin 2020 que nous pourrions participer à la recherche scientifique de la mission TIANWEN-1 et que nous aurions accès aux données de la mission. Ainsi les données magnétiques devraient être aussi disponibles.

L'équipe scientifique officielle de la mission n'a pas encore été nommée par l'Académie Chinoise des Sciences mais Sylvestre MAURICE et Henri RÈME doivent être invités à en être membre.

L'expérience MEPA est à bord de l'orbiteur mais aucun instrument de l'orbiteur n'a encore été mis on à l'exception d'une caméra. Ce n'est qu'après l'atterrissage du rover qui devrait avoir lieu en mai ou juin 2021 que les instruments de l'orbiteur seront branchés car les chinois ne veulent prendre aucun risque avant l'atterrissage. Manifestement les chinois ont choisi en priorité de réussir l'atterrissage si difficile avant de faire les autres étapes de la mission.

La mission Tianwen-1 a été lancée vers Mars le 23 juillet 2020 et a été mise en orbite martienne le 10 février 2021 après un voyage parfait. Pendant ce voyage aucun instrument scientifique de l'orbiteur n'a été mis en fonctionnement.



Les manœuvres prévues autour de Mars de l'orbiteur jusqu'à sa mise en orbite finale (265km x 12.000km, inclinaison 86,9°, Période de 7,8 heures). Crédit image : Kaynouky (CC-SA)

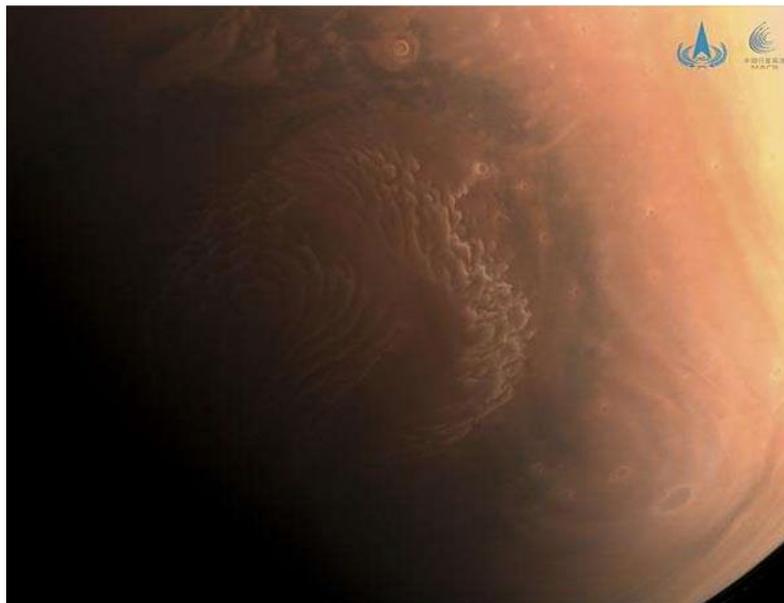
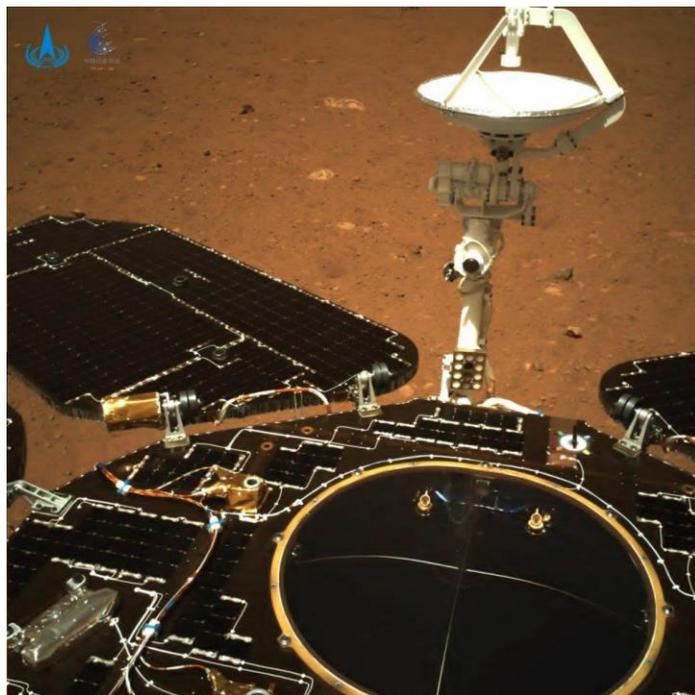
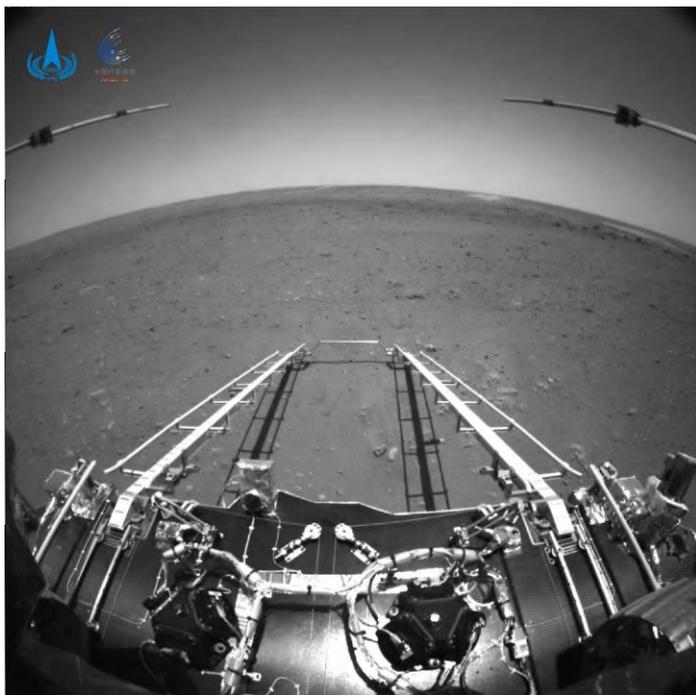


Photo à haute définition du pôle Nord martien
Crédit image : CNSA

La mission Tianwen-1 est donc une mission très importante, entièrement managée par la Chine, qui veut montrer sa grande capacité à faire de grands projets spatiaux. Sa réussite est essentielle pour les Chinois.

Grand succès pour les Chinois : l'atterrisseur contenant le rover Zhurong s'est parfaitement posé le samedi 15 mai. L'atterrissage a eu lieu dans la région prévue "Utopia Planitia". Le rover vient de transmettre ses premières images relayées vers la Terre par l'orbiteur Tianwen-1.



*Premières images prises par le rover chinois Zhurong après son atterrissage sur Mars.
Crédit image : CNSA*

L'agence spatiale chinoise a également diffusée une courte séquence vidéo de la descente de l'atterrisseur. Elle est visible [ici](#) (animation au format gif).

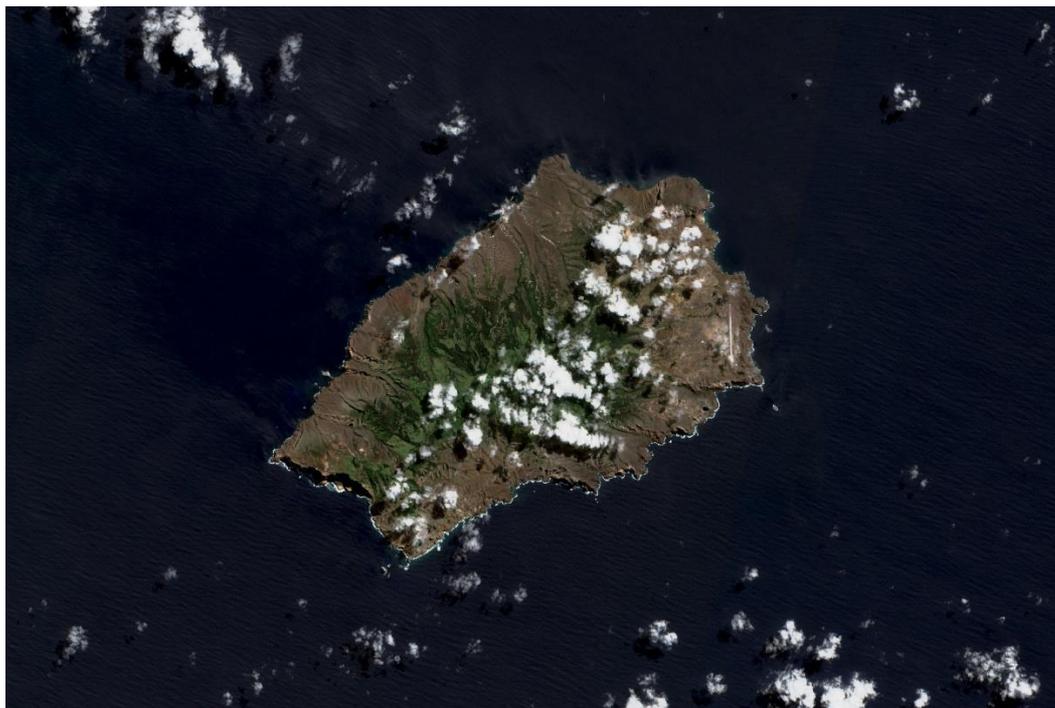
Après les USA les Chinois sont les seconds à réussir ce genre d'atterrissage sur Mars : un véritable exploit.

3. Pour se distraire (et plus si affinités)

3.1 Quiz

Proposé par Gil Denis

3.1.1 Un quiz image pour le bicentenaire de la mort de Napoléon Bonaparte



Le quiz du mois de mai 2021 : extrait d'une image du satellite Sentinel-2 acquise le 26 avril 2021. Crédit image : Copernicus / ESA / Commission européenne

La possibilité d'une île ?

Voici un nouveau quiz image à l'occasion du bicentenaire de la mort de Napoléon Bonaparte (1769-1821), L'image a été acquise le 26 avril 2021 par le satellite européen Sentinel-2. Ce n'est pas la Corse, là où il est né, à Ajaccio le 15 août 1769. Vous avez deviné : c'est bien l'île de Saint-Hélène, sa dernière résidence, le lieu de son exil entre le 14 octobre 1815 et le 5 mai 1821.

La baie de Start : le début de la fin

Après les batailles de Wavre et Waterloo le 18 juin 1815, Napoléon 1^{er} abdique le 22 juin. Il arrive à l'île d'Aix, entre l'île d'Oléron et l'extrémité de l'estuaire de la Charente, le 9 juillet et se rend aux Britanniques le 15 juillet, en espérant pouvoir s'exiler aux États-Unis. Ni gare d'Austerlitz, ni Waterloo station, ni métro Iéna, ni avion (seulement depuis 2017) : c'est en bateau que Napoléon rejoint l'île de Sainte-Hélène : il rejoint la baie de Start dans le sud-ouest de l'Angleterre et embarque le 7 août 1815 à bord du HMS Northumberland. Pas pour les USA : c'est à Sainte-Hélène que le gouvernement britannique décide de le déporter.

Mais où est cette île ?

Voici la vraie question du quiz : sans consulter de dictionnaire et sans faire de recherche sur Internet, savez-vous dire approximativement où se situe l'île de Sainte-Hélène ? Avez-vous une idée de ses coordonnées approximatives. Au nord ou au sud de l'équateur ? A l'est ou à l'ouest du méridien de Greenwich. Dans quel fuseau horaire ? A proximité de quel pays ? L'empire de sa majesté était vaste... Si vous avez une idée, merci d'envoyer votre réponse à l'adresse comunication@amis-cite-espace.org.

Et les fusées ?

Une petite devinette pour terminer : quel est le lien entre la chute de Napoléon 1^{er} et les fusées ? Saviez-vous que des fusées ont été utilisées par les anglais pendant la bataille de Waterloo ?



*La Bataille de Waterloo. Peinture de William Heath exposée au British Museum.
Les flammes des fusées de Congreve sont bien visibles dans le ciel au-dessus de la bataille.*

© The Trustees of the British Museum

Entre roquettes et rocket : les premières fusées militaires

Ce n'était pas la première fois... Les fusées existaient depuis longtemps mais leur usage militaire a été révolutionné avec l'invention d'un anglais : Sir William Congreve, né en 1772, s'inspire des fusées utilisées par les indiens contre les anglais pendant les dernières guerres du Mysore (1790-1799) pour mettre au point les « fusées de Congreve », propulsées par une cartouche à poudre fixée sur une longue baguette assurant la stabilité. Avec une portée de 2 km mais une précision aléatoire, c'était surtout une arme psychologique.

Les fusées de Congreve furent utilisées lors du bombardement de Boulogne (1806), du bombardement de Copenhague (1807), pendant les batailles de Leipzig, de Waterloo et lors du bombardement d'Alger en 1816. Leur effet dévastateur pendant la bataille de Baltimore en 1814 a inspiré Francis Scott Key, auteur de l'hymne américain.

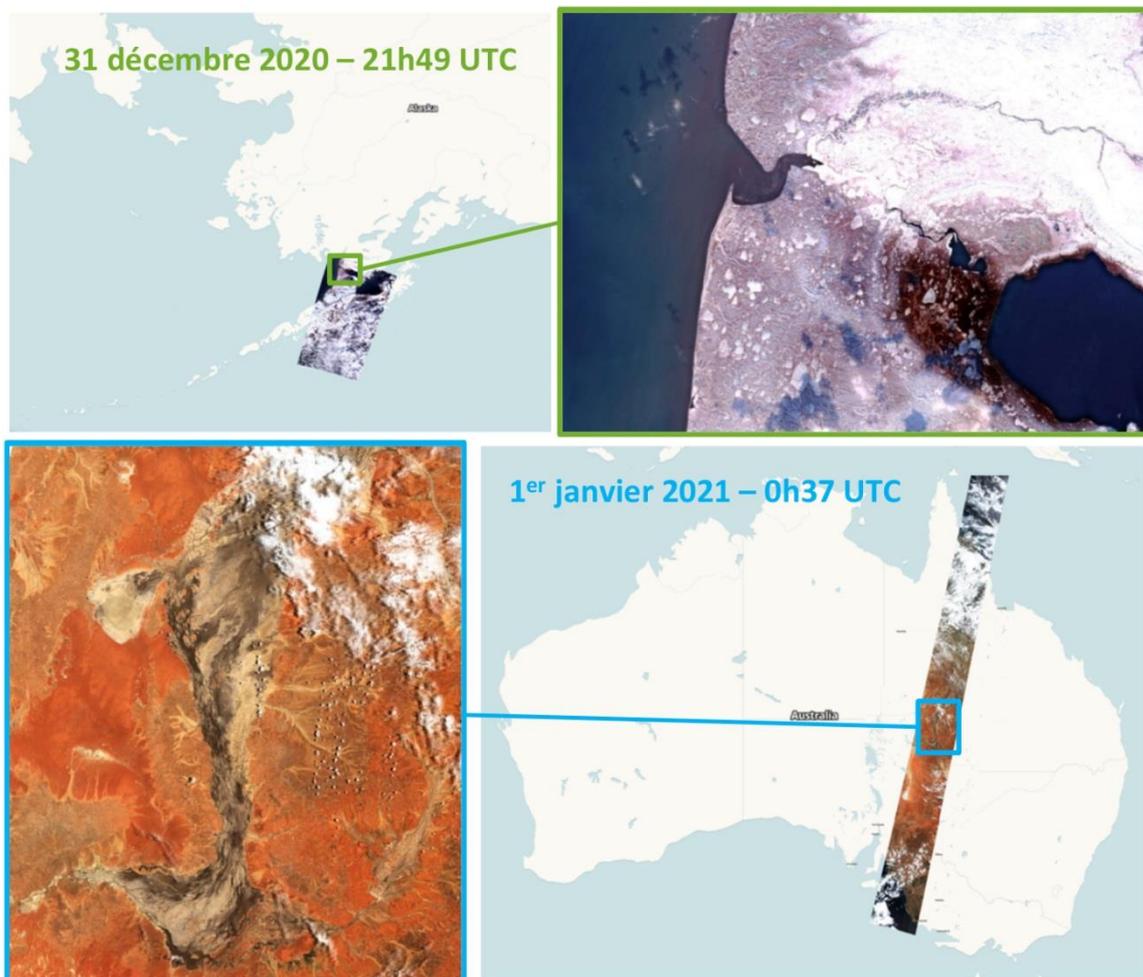
William Congreve est mort le 16 mai 1828 à Toulouse. Ses fusées seront améliorées pour une utilisation militaire. On ne parle pas encore de fusées spatiales. Environ 100 ans plus tard, c'est un allemand, Wernher von Braun qui concevra une nouvelle génération de fusées militaires pour l'Allemagne nazie, avant de se consacrer à conquête spatiale.

3.1.2 La réponse du quiz de janvier 2021 : grands espaces et petites villes

Vous vous souvenez du quiz du mois de janvier ? Les deux images avaient été acquises le jour du réveillon et le matin du nouvel an par le satellite européen Sentinel-2. Plus exactement, la première image a été prise le 31 décembre 2020 à 21h49 UTC soit 12h49 en heure locale. Elle montre la petite localité d'Egegik (une centaine d'habitants), à l'embouchure de la rivière du même nom près de Becharof Lake en Alaska.

La seconde montre le fleuve Copper Creek, le deuxième plus long fleuve d'Australie, à proximité de Durham, pas exactement une grande ville avec seulement quelques dizaines d'habitants. L'image a été prise le 1^{er} janvier 2021 à 0h37 UTC soit 11h07 en heure locale.

J'aurais pu trouver deux heures d'acquisition plus rapprochées mais j'ai préféré choisir deux exemples d'images sans nuages. Trois heures se sont écoulées entre les deux images, moins de deux tours de la Terre pour le satellite qui parcourt son orbite en 100 minutes. Les amateurs d'orbites héliosynchrones, comme celle du satellite Sentinel-2, avaient un avantage pour trouver la réponse. Bravo à notre adhérent Jacques Troillard qui a identifié une des deux images, celle d'Australie. Il a visé un peu trop au nord pour la seconde mais il n'était pas loin du bon endroit !

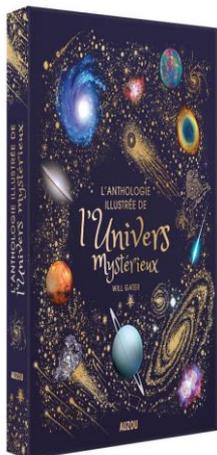


L'Alaska et l'Australie : les deux régions du monde illustrant notre carte de vœux 2021 vues par le satellite Sentinel-2. Crédit image : Copernicus / ESA / Commission européenne

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

3.2.1 L'Anthologie illustrée de l'Univers mystérieux

Proposée par Carine Onyshchenko



Marie Leymarie / Will Gater / Angela Rizza / Daniel Long

Editions Auzou octobre 2020

A partir de 7 ans

ISBN : 978-2-7338-8300-6

19€95

Ce livre est d'abord un très bel objet : relié à l'ancienne avec sa couverture richement illustrée, ses tranches dorées et son signet de satin bleu nuit, il fait sérieux et on l'imagine très bien trôner dans une bibliothèque de salon où il sera du plus bel effet.

Mais il n'est pas qu'un bel objet, c'est aussi un très bon documentaire pour les curieux à partir de l'âge de 7 ans. Dès qu'on l'ouvre, on est émerveillé par des illustrations et des photos de toute beauté, issues des plus récentes découvertes astronomiques et

cosmologiques. Le texte est présent mais pas invasif, il laisse la place à la découverte. Court, clair et facile à lire et à comprendre, il explique l'Univers aussi simplement que possible.

Tout est abordé : de l'atmosphère terrestre au fonds diffus cosmologique, ce livre nous offre un très beau voyage dans le Cosmos pour moins de 20€.

Un très beau cadeau à offrir aux enfants pour leur faire découvrir les merveilles de l'Univers.

<https://www.auzou.fr/catalogue/l-anthologie-illustree-de-l-univers-mysterieux>

3.2.2 « La Nouvelle Symphonie des Étoiles, l'Humanité face au Cosmos »

[Sylvie Vauclair](#)

Editions Odile Jacob

Chers amis lecteurs,

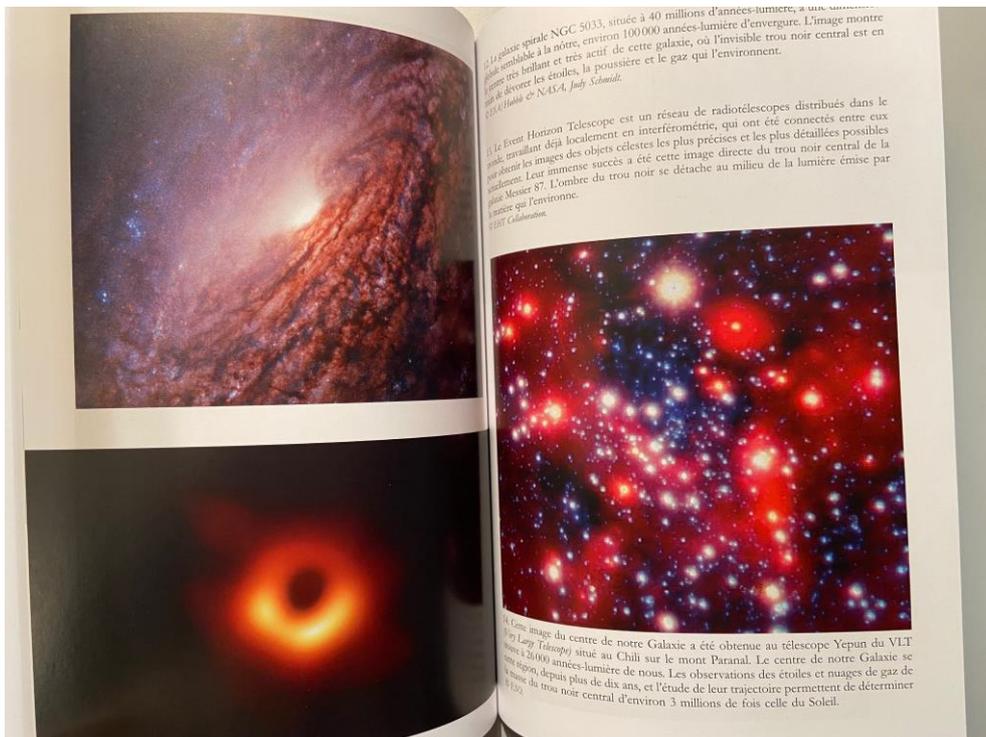
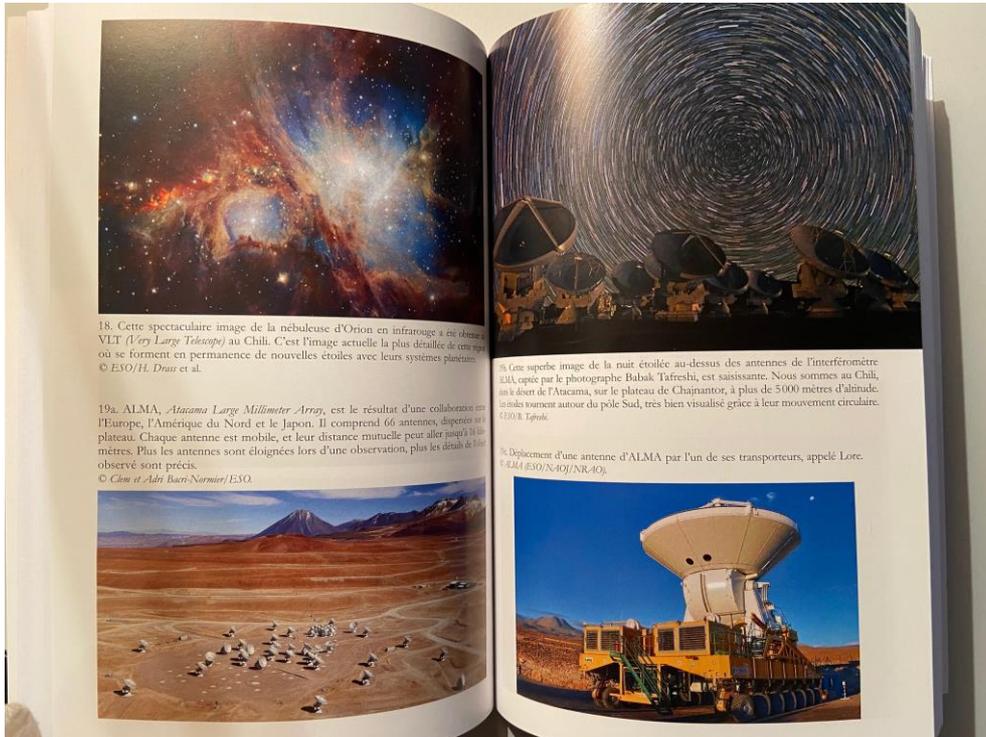
Je me permets de vous informer directement, en cette période un peu spéciale, de la sortie en librairie de « La Nouvelle Symphonie des Étoiles : l'Humanité face au Cosmos ». Il est possible d'en feuilleter les premières pages en cliquant sur le lien :

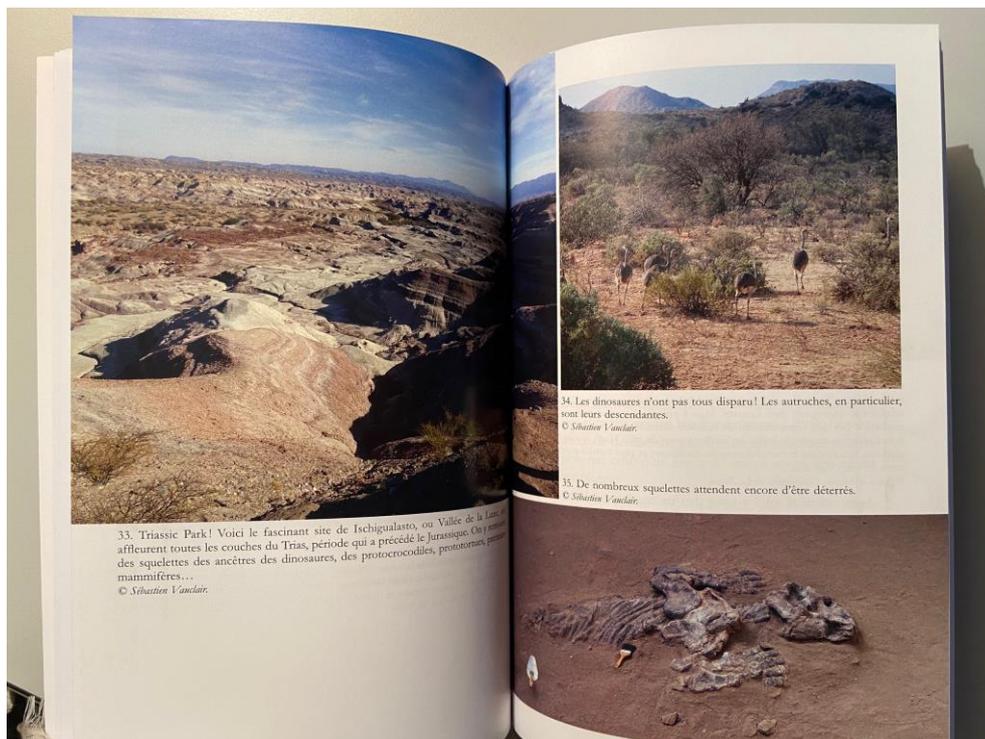
https://www.odilejacob.fr/catalogue/sciences/astronomie-astrophysique-cosmologie/nouvelle-symphonie-des-etoiles_9782738149886.php

Je joins en PJ quelques photos parmi toutes celles insérées dans le livre.

Avec mes amitiés

Sylvie Vauclair







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

Directeur de la Publication : Gil Denis
Responsable d'édition : Anne-Marie Laborde
Responsable Comité de lecture : Michel Bouffard
Responsable Communication : Édith Cassart

Contact : communication@amis-cite-espace.org
<http://www.amis-cite-espace.org/>

Ont participé à ce numéro :

Marie-Ange Albouy, Michelle Bousquet, Gil Denis, Geneviève Gargir, Philippe Marchal,
Carine Onyshchenko, Henri Rème, Sylvie Vauclair

Crédits photos :

*ESA, Sylvie Vauclair, The Trustees of the British Museum
Editions Odile Jacob, Copernicus / ESA / Commission européenne, Kaynouky, Mola Science team, NASA/JPL, CNSA*



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, c'est [ici](#)