

ESPACE & exploration

N°36

Novembre - Décembre 2016

Le magazine de l'Aventure Spatiale

10^{ème} Français dans l'espace

THOMAS PESQUET

- 6 mois autour de la Terre
- Un programme scientifique chargé
- Interview avant le départ

Le final de
Rosetta sur 67P

ITS, le vaisseau géant d'Elon Musk :
Mars et au-delà ?



Retour en vol de
Virgin Galactic

ExoMars
Succès presque
total pour l'Europe

© Espace & Exploration exemplaire découverte articles et rubriques limités

M 05496 - 36 - F: 6,50 € - RD



N° 36
BEL. : 7,00 € / DOM. : 8,20 €
LUX. : 7,00 € / CH. : 10,40 CHF

www.espace-exploration.com - Imprimé en France



**EXPEDITION
50
OFF THE EARTH,
FOR THE EARTH.**

Poster officiel de l'Expédition 50 de la Station Spatiale Internationale.

De gauche à droite : Andrey Borisenko, Sergueï Ryzhikov, Robert Kimbrough, Thomas Pesquet, Peggy Whitson et Oleg Novitskiy (voir page 15).
Off the Earth, for the Earth : Hors de la Terre, pour la Terre.

Avoir le courage...

Cette fin d'année aura été placée sous le signe d'une vertu finalement présente chez beaucoup, et souvent associée à l'inconscience. Quand on demande au 10^{ème} astronaute français s'il a le trac à quelques mois, puis quelques semaines de son départ, il vous répond que «non, pas encore». Fait-il preuve de courage ? Certainement, car pour devenir astronaute, il faut affronter la sélection, puis l'entraînement parfois très rude et fatigant, pour enfin se poser sur un engin chargé de carburant. On pourrait presque dire que le séjour de 6 mois dans la Station Spatiale Internationale sera finalement la partie la plus simple de ces 7 dernières années pour le Rouennais et le début d'une aventure qui restera pour lui sa première mission, et sans doute pas la dernière tant il a travaillé pour avoir, avoue-t-il avec difficulté du fait de sa modestie, de «bonnes notes» !

Du courage, il en aura fallu aussi à Elon Musk pour proposer un projet osé en s'opposant depuis quelque temps aux entreprises bien établies et en bousculant les codes. Il a ainsi récemment présenté un audacieux programme de voyage vers Mars, ce qui lui a valu d'être taxé de folie et d'inconscience par nombre de professionnels du secteur.



© Olivier Sanguy

Et c'est poussée à le faire par les rédacteurs de votre magazine que je vous annonce le résultat des Trophées des Entrepreneurs Positifs décernés par la CGPME (Confédération Générale des Petites et Moyennes Entreprises) des Bouches-du-Rhône. En effet, le 20 octobre dernier, un jury composé de chefs d'entreprise et décideurs du monde du travail a remis 7 prix dont ceux pour l'Innovation, la Solidarité ou encore le Développement Durable à des entrepreneurs qui se sont distingués dans les domaines concernés. Et pour la création d'un magazine spécialisé sur l'aventure spatiale, le tout dans un contexte économique difficile, c'est le Trophée Courage (ça ne s'invente pas !) qui m'a été décerné. Je le dédie à toute l'équipe d'*Espace & Exploration*.

Un magazine qui n'existerait pas sans vous, nos fidèles lecteurs. Toute la rédaction vous souhaite d'excellentes fêtes de fin d'année et vous donne rendez-vous en janvier.

Marie Ange Sanguy
Rédactrice en chef



ESPACE & EXPLORATION

Rédaction
BP 54
13390 Auriol (France)
Tél : 04.42.08.52.30.

www.espace-exploration.com

Directrice de la publication :
Marie Temporel

Rédactrice en Chef :
Marie Ange Sanguy
redaction@espace-exploration.com

Ont collaboré à ce numéro :
Thierry Capitani, Philippe Coué, Jean-Marc Coutant,
Colette Hardy, Antoine Meunier, Olivier Sanguy, Théo Pirard,
Killian Temporel.

Abonnement :
Abonnement@espace-exploration.com
Tél : 04.42.08.52.30.

Conception graphique :
Danièle Mège.

Fabrication et retouche d'images :
Fabien Federspiel, Véronique Gonzales.

ESPACE & Exploration est édité par :
SAS Pandora
250, impasse Laurentin 13390 Auriol
Tél : 04.42.08.52.30.
S.A.S. au capital de 7.500 €
RCS Marseille 752 988 840

Impression : Imprimerie Jean Bernard

Distribution : Presstalis

Dépôt légal à la date de parution
ISSN : 2114-1320
N° de commission paritaire : 0719 K 91441

Crédits photos de couverture : T. Pesquet (NASA),
ITS (SpaceX)

Espace & Exploration est une publication de la SAS PANDORA.
www.espace-exploration.com

Espace & Exploration est une marque déposée. Toute reproduction ou photocopie des textes et photos (sur tout support) est interdite sans l'autorisation écrite d'Espace & Exploration (art. L.122-4 du Code de la Propriété Intellectuelle).

SOMMAIRE

06Actualités
 11L'espace en chiffres
 14Équipages
 16Zoom spatial
 18Missions *La sauvegarde du New Shepard*
 20Missions robotiques
 23Courrier des lecteurs
 64Fiche technique *ITS de SpaceX*

DANS LES NEWS!



- 28 **World Satellite Business Week 2016**
- 32 **La ministérielle de Lucerne**

EXPLORATION

- 24 **Rosetta et 67P** Fin d'une odyssée
- 76 **ExoMars** Une réussite presque totale



#52 #70

VOLS HABITÉS

- 52 **Tiangong-2**
2^{ème} laboratoire chinois en orbite
- 70 **Antares**
Retour en vol 2 ans après

PERSPECTIVES

- 38 **Le citoyen et l'espace**
Premier débat



DOSSIERS

40 Thomas Pesquet, 10^{ème} astronaute français

- De la Normandie à l'ISS 41
- Destination ISS 44
- Nom de code : Proxima 46

© CNES/Danièle Boucon



56 Destination Mars

- Le show d'Elon Musk 57
- Mars version SpaceX 58

- 80Vues d'espace 7 images spatiales
- 88Hobby spatial On en fait tout un fromage



- 90Shop spatial
- 94Boutique de l'Espace
- 97Agenda
- 98Petites annonces



© SpaceX

INTERVIEWS

34 George Whitesides

Faire voler les passagers en toute sécurité

50 Thomas Pesquet

Là, il y aura cette chose en plus !

66 Violaine Sautter

Je travaille sur le berceau du vivant

72 Matt Desch

Suivre les avions où qu'ils soient

#34



© Marie Ange Sanguy

#50



© Marie Ange Sanguy

#66



© Marie Ange Sanguy

#72



© Marie Ange Sanguy

L'ISS passe à l'Expédition 50



© NASA

L'Expédition 49 à bord de l'ISS. De gauche à droite en haut : Robert Kimbrough, Serguey Ryzhikov et Andrei Borisenko. Arrivés le 21 octobre, ils attendent le trio du Soyouz MS-03. En bas : Kathleen Rubins, Anatoly Ivanishin et Takuya Onishi qui sont revenus sur Terre le 30 octobre.

Le calendrier de la rotation des équipages de la Station Spatiale Internationale (ISS) a été bousculé en septembre en raison d'un problème technique sur un vaisseau Soyouz. L'engin triplace russe est le seul disponible pour le transport des astronautes du complexe orbital. Revenons tout d'abord au 7 septembre : le Soyouz TMA-20M rentre sur Terre avec les Russes Alexei Ovchinin et Oleg Skripochka accompagnés de l'Américain Jeffrey Williams qui, en 4 missions, totalise 534 jours (record américain). L'ISS ne compte alors plus que 3 occupants : l'Américaine Kathleen Rubins, le Japonais Takuya Onishi et le Russe Anatoly Ivanishin.

Dans la logique des rotations d'équipage, un Soyouz doit prochainement partir afin d'amener 3 autres personnes pour revenir à 6. En l'occurrence, le MS-02 le 23 septembre avec à son bord les Russes Serguey Ryzhikov et Andrei Borisenko avec l'Américain Robert Kimbrough. Mais, à l'occasion de tests au sol de ce vaisseau au cosmodrome de Baïkonour, un problème électrique survient. Le MS-02 est le deuxième Soyouz en version MS qui offre des panneaux solaires plus performants et une électronique de bord améliorée. La panne sera finalement diagnostiquée comme provenant d'un câblage électrique endommagé sur la partie capsule de retour du Soyouz. Au final, le MS-02 s'envole le 19 octobre et rejoint la Station 2 jours plus tard. Après une dizaine

de jours ensemble là-haut, les 6 participants de l'Expédition 49 doivent déjà se séparer : le 30 octobre, le Soyouz MS-01 se pose dans les plaines du Kazakhstan avec Rubins, Onishi et Ivanishin qui ont passé 115 jours sur orbite.



© NASA/Bill Ingalls

Le trio du Soyouz MS-01 de retour le 30 octobre. Assis dans les chaises avec leur scaphandre Sokol et une couverture (de gauche à droite) : Rubins, Ivanishin et Onishi.

À bord de l'ISS, l'Expédition 50 (voir page 15) a officiellement commencé sous le commandement de Robert Kimbrough. Comme vous l'aurez remarqué, ce cinquantième équipage n'est pas complet puisqu'il n'y a plus que 3 astronautes dans la Station. Les 3 autres sont l'Américaine Peggy Whitson, le Russe Oleg Novitskiy et le Français de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) Thomas Pesquet. Leur départ avec le Soyouz MS-03 est prévu pour la nuit du 17 au 18 novembre. À 56 ans, Peggy Whitson va devenir la femme la plus âgée dans l'espace (sa compatriote Barbara Morgan vola à 55 ans). Quant à Thomas Pesquet, il sera le dixième Français sur orbite (dossier complet en page 40). ●



© Roscosmos

Arrivée de Peggy Whitson, Oleg Novitskiy et Thomas Pesquet à Baïkonour le 1^{er} novembre pour un décollage le 17 avec Soyouz MS-03.



Station Spatiale Internationale - Expédition 50

L'Expédition 50 comprend Andrey Borisenko, Sergueï Ryzhikov et Robert Kimbrough arrivés avec le vaisseau russe Soyouz MS-02 le 21 octobre (après un décollage le 19). Thomas Pesquet, Peggy Whitson et Oleg Novitskiy doivent décoller le 18 novembre à bord du Soyouz MS-03 pour une arrivée 2 jours plus tard.

CALENDRIER DES VOLS HABITÉS À VENIR

(dates communiquées au moment de la publication et susceptibles de modifications)

> 18 novembre <

Décollage du Soyouz MS-03 depuis Baïkonour vers l'ISS avec à bord Thomas Pesquet, Peggy Whitson et Oleg Novitskiy.

> 1^{er} décembre <

Cargo automatique inhabité russe Progress 65P depuis Baïkonour (lanceur Soyouz) à destination de l'ISS.

> 9 décembre <

Cargo automatique inhabité HTV 6 de l'agence spatiale japonaise JAXA depuis la base de Tanegashima (lanceur H-2B) à destination de l'ISS.

> 1^{er} février <

Cargo automatique inhabité russe Progress 66P depuis Baïkonour (lanceur Soyouz) à destination de l'ISS.

COMPTEUR DES VOLS HABITÉS

| | |
|---------------------------------------|--------|
| Nombre de vols habités | 305 |
| Nombre d'astronautes envoyés | 1.237 |
| Astronautes différents | 548 |
| Nombres de jours dans l'espace* | 48.424 |

(*) Tous astronautes et nationalités confondus, au jour du retour du Soyouz MS-01 le 30 octobre 2016.

D'après le compteur tenu par Daniel Tromeur de l'association CapEspace. Soyouz-18A, Mercury 3 et 4, STS-51L et les vols suborbitaux (privés ou non) sont exclus. Le dernier lancement habité pris en compte est celui du vol Shenzhou-11 le 17 octobre.

1 Andrey BORISENKO

Né le 17 avril 1964 (Saint Petersburg, Russie) - Nationalité : Russe - Agence : Roscosmos

Diplômé de l'institut militaire de mécanique de Leningrad, il a travaillé chez l'industriel spatial russe Energia. Sélectionné en 2003. 2^{ème} vol spatial.

2 Sergueï RYZHIKOV

Né le 19 août 1974 (Bougoulma, Russie) - Nationalité : Russe - Agence : Roscosmos

Pilote-ingénieur issu de l'école de l'armée de l'air de Kacha, pilote de l'armée puis responsable d'un régiment aérien dans la région de Chita. Sélectionné en 2006. 1^{er} vol spatial.

3 Robert KIMBROUGH

Né le 4 juin 1967 (Killeen, Texas) - Nationalité : Américaine - Agence : NASA

Pilote de l'armée américaine (hélicoptère Apache - Colonel) diplômé en ingénierie aérospatiale de l'Académie militaire. Sélectionné en 2004. 2^{ème} vol spatial.

4 Thomas PESQUET

Né le 27 février 1978 (Rouen, France) - Nationalité : Français - Agence : ESA

Ingénieur aéronautique diplômé de l'ISAE-Supaéro (Toulouse), pilote d'Air France, il a aussi travaillé à l'agence spatiale française CNES avant d'être sélectionné par l'ESA en 2009 (Groupe 3). 1^{er} vol spatial.

5 Peggy WHITSON

Née le 9 février 1960 (Mount Ayr, Iowa) - Nationalité : Américaine - Agence : NASA

Docteur en biochimie de la Rice University (Houston, Texas), elle a travaillé au centre Johnson de la NASA avant d'être sélectionnée en 1996. Première femme à commander l'ISS en 2007. 3^{ème} vol spatial.

6 Oleg NOVITSKIY

Né le 12 octobre 1971 (Tcherven, Biélorussie) - Nationalité : Russe - Agence : Roscosmos

Pilote et pilote-ingénieur de l'armée de l'air russe (grade de lieutenant-colonel), il est notamment diplômé de l'Académie des forces aériennes Youri Gagarine. Sélectionné en 2006. 2^{ème} vol spatial.

© Espace & Exploration exemplaire découverte articles et rubriques limités



L'ÉTANCHÉITÉ DU SOKOL



© Espace & Exploration exemplaire découverte articles et rubriques limités

EXPLORATION DU SYSTÈME SOLAIRE

Cette rubrique récapitule les sondes ou rovers qui explorent le système solaire et dont la mission est toujours en cours. Les observatoires spatiaux (tels Hubble, Spitzer, XMM-Newton, SOHO, SDO, etc.) sont exclus.



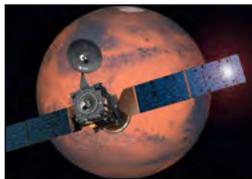
OSIRIS-REx

Site web : <http://www.asteroidmission.org>

Type : orbiteur - **Objectif :** Benu
Agence principale : NASA

Lancement : 8 septembre 2016
Retour d'échantillon : 24 sept. 2023

Le 8 septembre, OSIRIS-REx (Origins-Spectral Interpretation-Resource Identification-Security-Regolith Explorer) a été lancée avec succès depuis la Floride. La sonde atteindra l'astéroïde Benu en 2018 et s'approchera de sa surface afin d'en prélever des échantillons en juillet 2020. OSIRIS-REx reviendra ensuite vers la Terre le 24 septembre 2024 afin d'y larguer une capsule contenant les prélèvements.



ExoMars 2016

Site web : <http://exploration.esa.int/mars/46124-mission-overview/>

Type : orbiteur et atterrisseur - **Objectif :** Mars
Agence principale : ESA

Lancement : 14 mars 2016
Date d'arrivée : octobre 2016

Le 19 octobre, l'orbiteur TGO (Trace Gas Orbiter) s'est placé avec succès sur orbite autour de Mars. En revanche, si l'atterrisseur Schiaparelli a réussi son entrée atmosphérique et une partie de la descente, il s'est écrasé au sol.



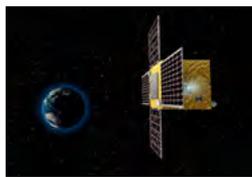
Hayabusa 2

Site web : <http://www.jspec.jaxa.jp/e/activity/hayabusa2.html>

Type : sonde - **Objectif :** astéroïde 1999 JU3
Agence principale : JAXA (Japon)

Lancement : 3 décembre 2014
Date d'arrivée : juin 2018

Mission de retour d'échantillons qui doivent être prélevés sur l'astéroïde 1999 JU3 Ryugu. Survol réussi de la Terre le 3 décembre 2015 à 3.000 km de distance pour une assistance gravitationnelle. Courant 2018, cette sonde larguera aussi 4 petits robots à la surface de l'astéroïde dont le MASCOT (Mobile Asteroid Surface SCOUt) franco-allemand. Le retour des échantillons est prévu pour 2020.



PROCYON

Type : sonde - **Objectif :** astéroïde
Agence principale : JAXA (Japon)

Lancement : 3 décembre 2014
Date d'arrivée : à déterminer

Lancée en même temps qu'Hayabusa 2 en qualité de «passager secondaire», PROCYON (PROximate Object Close flyby with Optical Navigation) est une petite sonde de 65 kg conçue par l'université de Tokyo. L'astéroïde 2000 DP107 (800 m de large avec une «lune» de 300 m) avait été sélectionné pour être survolé en mai 2016, mais un dysfonctionnement du moteur ionique empêche de réaliser cet objectif.



Chang'E-5-T1

Site web : www.clep.org.cn

Type : sonde - **Objectif :** Lune
Agence principale : CNSA (Chine)

Lancement : 23 octobre 2014
Date d'arrivée : janvier 2015

La mission Chang'E-5-T1 a permis à la Chine de tester avec succès le retour sur Terre d'une capsule (appelée Xiaofei) qui avait auparavant fait le tour de la Lune (répétition pour une future mission de retour d'échantillons lunaires). L'engin porteur de la capsule, DFH-3A, est toujours actif. Il a tout d'abord été envoyé vers le point de Lagrange L2 du système Terre-Lune, puis placé sur orbite autour de notre satellite naturel en janvier 2015.



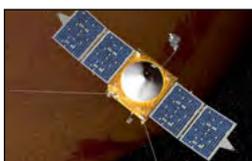
Chang'E-3

Site web : www.clep.org.cn

Type : atterrisseur et rover - **Objectif :** Lune
Agence principale : CNSA (Chine)

Lancement : 1^{er} décembre 2013
Date d'arrivée : 14 décembre 2013

Chang'E-3 est la 3^{ème} mission lunaire robotique chinoise et la première à se poser sur notre satellite naturel. L'engin comprend un atterrisseur de 1,2 tonne et un rover de 120 kg. Baptisé Yutu, le rover lunaire avait cessé de rouler et de fonctionner normalement en janvier 2014. La Chine a annoncé son arrêt définitif au début du mois d'août 2016. L'atterrisseur semble, lui, toujours actif.



MAVEN

Site web : <http://asp.colorado.edu/home/maven/>

Type : orbiteur - **Objectif :** orbite martienne
Agence principale : NASA (USA)

Lancement : 18 novembre 2013
Date d'arrivée : 22 septembre 2014

Mars Atmosphere and Volatile Evolution (MAVEN) s'est placée avec succès sur orbite autour de la planète rouge le 23 septembre 2014, tournant autour à 150 km au plus près et jusqu'à 6.000 km au plus loin. La mission a été prolongée de novembre 2015 à septembre 2016 et la NASA souhaite aller jusqu'en 2018 si le budget le permettant est voté par le Congrès.



Mangalyaan (MOM)

Site web : <http://www.isro.org/pslv-c25/mission.aspx>

Type : orbiteur - **Objectif :** orbite martienne
Agence principale : ISRO (Inde)

Lancement : 5 novembre 2013
Date d'arrivée : 24 septembre 2014

Mars Orbiter Mission (MOM) ou Mangalyaan est la première sonde martienne indienne. Le 24 septembre, l'insertion sur orbite autour de la planète a été menée avec succès et la sonde fonctionne désormais depuis bientôt 2 ans autour de Mars.



L'ODYSSÉE DE ROSETTA S'ACHÈVE SUR 67P

LE 30 SEPTEMBRE, LA SONDE ROSETTA S'EST VOLONTAIREMENT ÉCRASÉE SUR LA SURFACE DE LA COMÈTE 67P QU'ELLE ÉTUDIAIT DEPUIS UN PEU PLUS DE 2 ANS. UNE FIN DE MISSION EN APOTHÉOSE.

«Heureux qui, comme Ulysse, a fait un beau voyage» écrivait le poète Joachim Du Bellay au 16^{ème} siècle. Et si le périple de Rosetta (qui décolla il y a un peu plus de 12 ans le 2 mars 2004 de Guyane française) peut s'apparenter à la fameuse Odyssée du héros de la mythologie grecque, aucun retour à la maison n'était toutefois prévu pour cette sonde de l'Agence Spatiale Européenne (ESA). La destination, à savoir la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko, serait aussi le lieu de son dernier repos.

Le choix de la fin

Rosetta est la première, et à ce jour la seule, sonde à s'être placée sur orbite autour d'une comète au lieu de réaliser un survol. Des orbites entretenues car, il faut bien préciser, l'attraction gravitationnelle d'un noyau cométaire de 4 km de large s'avère très faible, et les équipes au sol ne cessèrent donc jamais de programmer des manœuvres afin que l'engin européen escorte sa cible pendant plus de 2 ans. Et ce n'est pas de tout repos ! Parfois les poussières éjectées par le noyau cométaire trompent les caméras de navigation qui les interprètent comme des étoiles au risque d'envoyer la sonde vers une mauvaise trajectoire... Un travail exigeant et de longue haleine, mais qui donne les fruits attendus : les instruments de Rosetta ont eu des mois au lieu de quelques heures pour scruter 67P. Les astronomes ont ainsi suivi le regain d'activité du noyau lors du passage au plus près du Soleil en août 2015, puis le retour au calme après.

En dépit de ce succès, il faut envisager la fin de la mission. Lorsque le carburant sera épuisé, Rosetta deviendra incontrôlable. De plus, à partir

Illustration montrant Rosetta arrivant à la surface de 67P. La sonde visait une zone entre deux gouffres de la région de Ma'at (sur le petit lobe de la comète).

Des geysers d'eau et de poussière produits par l'activité du noyau proviennent de ce type de gouffres d'une centaine de mètres de large et de profondeur. Avec une telle cible, les responsables de la mission comptent maximiser le retour scientifique des derniers instants de la sonde. Il faut désormais attendre l'analyse des données récoltées.



Chaque rentrée de septembre est marquée par des conférences et expositions qui font le point sur l'actualité spatiale. La World Satellite Business Week qu'organise Euroconsult à Paris est l'occasion, chaque année, de se familiariser avec les tendances et perspectives du marché.

WORLD SATELLITE BUSINESS WEEK

Le spatial au service des Technologies de l'Information et de la Communication

Cette «semaine mondiale du marché des satellites» (traduction de World Satellite Business Week) se focalise sur les satellites commerciaux de télécommunications, de télévision et de télédétection. Ceux-ci sont plus que jamais, au service des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication).

Une fuite osée vers la démesure...

Organisée par le cabinet Euroconsult, le millésime 2016 de ce rendez-vous s'est déroulé du 12 au 16 septembre à l'Hôtel Westin de Paris, peu après la perte du satellite Amos-6 de l'opérateur israélien Spacecom : l'explosion du lanceur Falcon 9 le 1^{er} septembre, lors des préparatifs de son essai statique, venait en effet dramatiquement rappeler les risques du business dans l'espace. Il fallait tenir compte d'un autre événement de l'année : la

baisse des revenus pour la location des répéteurs des satellites (qui émettent vers la Terre les données, programmes télé ou radio), à cause d'une offre supérieure à la demande de capacité. Néanmoins, en ce temps de démocratisation des systèmes spatiaux, à l'heure du «NewSpace», on assiste à une course effrénée et risquée à la performance commerciale, sans trop tenir compte de la réalité des besoins. Le satellite de télécommunications entend toutefois s'affirmer, par son efficacité et sa rentabilité, sur de nouveaux marchés qui misent sur le haut débit à la demande : l'avènement des connexions 5G, l'essor de l'Ultra Haute Définition, la connectivité avec les mobiles (notamment à bord des avions) ou encore les services gouvernementaux en matière de sécurité. En plus des «classiques» satellites géostationnaires, des constellations de satellites en orbite basse, à l'instar des Globalstar et Iridium déjà opérationnels, projettent de rendre l'internet disponible partout et à tout moment sur l'ensemble du globe. Les nouveaux-venus, tels que OneWeb (648 satellites) avec Airbus Defense & Space et Leosat (108 satellites) avec Thales Alenia Space, ont bien du mal à trouver des ressources financières.

Pour ce qui est de l'observation de la Terre, les constellations de satellites cherchent à s'imposer avec une vision en quasi continu de l'environnement terrestre. Il est question de dizaines de senseurs qui épient de là-haut nos faits et gestes, mettent en évidence les caprices et colères de la nature, notent en permanence les effets du réchauffement climatique... Plus rien sur notre Terre n'échappera désormais à des observatoires sur orbite ! On est en train d'assister à une avalanche de données qu'il importe de traiter presque en temps réel grâce à une floraison de logiciels sur mesure. Et les projets privés

La firme européenne de lancement Arianespace affichait ses lanceurs actuels et futurs.

De gauche à droite : Vega et son évolution plus puissante Vega-C (premier vol pour 2019), Soyouz (version fournie par les Russes et qui décolle de Guyane), Ariane 5 et la future Ariane 6 (vol inaugural en 2020).



© Marie Ange Sanguy

Le Conseil ESA au niveau ministériel, qui se réunit d'ordinaire tous les trois ans, est le pilote de l'Europe dans l'espace. Le prochain se tiendra les 1^{er} et 2 décembre à Lucerne en Suisse.

LUCERNE

Un conseil ministériel de l'ESA... décisif

La présidence du prochain conseil ministériel de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) est assurée conjointement par le Luxembourg et par la Suisse (qui n'est pas membre de l'Union européenne). Ce qui sera approuvé de financer ainsi que les priorités décidées pour l'horizon 2020 auront des effets jusque dans la décennie à venir. Voici l'essentiel de ce qui se trouve actuellement au menu des propositions qui seront débattues par les délégations ministérielles des 22 États membres de l'ESA, en présence de représentants de la Commission européenne et de l'organisation des satellites météo européens Eumetsat.

Ariane 6 et Vega C

La co-présidence helvético-luxembourgeoise a déjà permis de débloquer un investissement conséquent pour l'accès européen à l'espace : le précédent Conseil à Luxembourg, les 1^{er} et 2 décembre 2014, a décidé un partenariat public-privé pour le développement des lanceurs Ariane 6 en vue d'un premier vol dès 2020. Avec l'ambition, par rapport à l'actuelle Ariane 5, de réduire de moitié le coût du kg satellisé ! L'entreprise Airbus Safran Launchers

(ASL) s'est vu confier le 12 août 2015 la maîtrise d'œuvre du programme, avec l'objectif d'un premier vol en 2020. En parallèle, Vega C, version plus puissante du petit lanceur Vega, est réalisée par ELV pour un lancement inaugural en 2019. Son 1^{er} étage à poudre, dit P120C, sera utilisé comme booster sur Ariane 6.2 (2 exemplaires du P120C), et 6.4 (4 exemplaires du P120C). Il y aura bien un volet «transport spatial» à Lucerne afin de maintenir l'Europe à la pointe des technologies innovantes : propulseur Prometheus, démonstrateur d'étage récupérable, concept de micro-lanceur, avionique avancée, structures améliorées...

Le programme scientifique

Parmi les principales activités qui seront passées en revue à Lucerne, le programme scientifique est dit obligatoire car financé par les États membres au prorata de leur Produit Intérieur Brut. Ce programme se situe à un demi-milliard d'euros par année avec une augmentation annuelle de 2 % pour compenser l'inflation. Il est question d'avoir un budget de 2.697 millions d'euros pour la période 2017-2021. Outre 14 missions en cours, l'ESA en a 5 prêtes pour être lancées. Quatre en 2018 : Solar Orbiter pour une étude rapprochée du Soleil, Bepi Colombo autour de la planète Mercure, CHEOPS pour une enquête sur les exoplanètes et le James Webb Space Telescope avec la NASA. En 2020, Euclid sera un observatoire spatial consacré à l'Univers sombre. Quatre autres missions sont en développement pour la prochaine décennie : SMILE avec la Chine pour caractériser les interactions Soleil-Terre (2021), JUICE pour l'exploration du monde de Jupiter (2022), PLATO consacrée au dépistage des exoplanètes (2024) et ATHENA au service de l'astrophysique des hautes énergies (2028).

Le précédent conseil ministériel de l'ESA s'était tenu en décembre 2014 au Luxembourg.



GEORGE WHITESIDES

VIRGIN GALACTIC A REPRIS LES ESSAIS EN VOL DE SON AVION SPATIAL DÉDIÉ AU TOURISME SUBORBITAL, LE SPACESHIP TWO, TOUT EN DÉVELOPPANT UN SERVICE DE LANCEMENT DE PETITS SATELLITES AVEC LAUNCHER ONE. LE POINT AVEC SON PRÉSIDENT EXÉCUTIF.

3

DATES

2000 : Co-fondateur de la Yuri's Night avec Loretta Hidalgo et Trish Garner.

2004 : Dirige la National Space Society.

2010 : Début chez Virgin Galactic.

© Marie-Ange Sanguy



Nous avons rencontré George Whitesides lors de la World Satellite Business Week à Paris en septembre dernier.

Au cours de la World Satellite Business Week qui s'est tenue à Paris du 12 au 16 septembre à l'Hôtel Westin (voir page 28), le président exécutif de Virgin Galactic a rencontré la presse. Il s'est confié à *Espace & Exploration*. Il est bien sûr revenu sur la première sortie aérienne du second SpaceShipTwo qui a eu lieu le 8 septembre. Il a également abordé les perspectives de Launcher One, le petit lanceur aéroporté.

Espace & Exploration : *Que vous a appris le premier vol captif du VSS (Virgin Space Ship) Unity, le nouvel exemplaire du SpaceShipTwo ?*

George Whitesides : Il s'est très bien passé. Nous avons accompli tous les éléments clés qui étaient fixés. Mais je veux être clair, ce n'était que le premier vol : nous avons encore un long chemin à parcourir. C'était une étape importante, car elle montre que notre véhicule a ses principaux systèmes qui fonctionnent tous parfaitement. C'était aussi le premier vol du premier véhicule intégralement construit par The Spaceship Company (TSC) dont je suis également le président exécutif. Ce n'était pas un petit défi de construire ce premier véhicule*. Mais l'équipe a

fait un travail fantastique et nous avons hâte de passer à l'étape suivante : celle des essais en vol libre.

E&E : *Quand pensez-vous que le VSS Unity puisse accomplir son premier essai propulsé ?*

G. W. : Il faut y aller étape par étape. D'abord, il faut commencer par dépouiller les données de ce premier vol. D'autres vols captifs seront probablement nécessaires avant de passer à la phase suivante qui est celle des vols planés. Je pense que nous en ferons encore quelques-uns. Toutefois, je peux dire que ce premier vol a confirmé les mêmes points qu'avec le premier appareil qui a volé en plané une cinquantaine de fois.

E&E : *Malgré la perte de votre premier appareil en octobre 2014, combien d'avions prévoyez-vous de construire ?*

G. W. : Notre vision a toujours été de disposer d'une flotte de 5 vaisseaux comme configuration initiale et 2 avions porteurs WhiteKnightTwo. L'équipe de TSC travaille en ce moment même d'arrache-pied pour construire les troisième et quatrième exemplaires du SpaceShipTwo dans notre usine.

E&E : *Allons-y pour la grande question. Quand envisagez-vous*

© Virgin Galactic



Richard Branson (à gauche) et George Whitesides.

PORTRAIT EXPRESS

Pratiquement inconnu en France, George T. Whitesides n'en est pas à son coup d'essai dans le monde du spatial. Avec son épouse Loretta Hidalgo, et Trish Garner, il a cofondé en 2001 les Yuri's Night qui se déroulent chaque 12 avril. Outre commémorer l'anniversaire du premier vol habité (celui de Youri Gagarine), elles sont destinées à raviver l'intérêt du public pour l'exploration spatiale.

En 2013, il y a eu 350 événements dans 57 pays. Par la suite, de 2004 à 2008, George Whitesides a dirigé la National Space Society (NSS) aux États-Unis. Il a également présidé le Commercial Space Transportation Advisory Committee (COMSTAC) au sein de la FAA (Federal Aviation Administration, agence américaine de contrôle des activités aériennes). Son père, George M. Whitesides, est un chimiste reconnu pour ses travaux dans la résonance magnétique nucléaire (RMN).

ESPACE, LA PAROLE AUX CITOYENS

SOUS L'IMPULSION DE L'AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE (ESA), UN DÉBAT CITOYEN SUR LE SPATIAL S'EST DÉROULÉ SAMEDI 10 SEPTEMBRE DANS L'ENSEMBLE DES PAYS MEMBRES DE L'ESA. À PARIS, UNE CENTAINE DE PERSONNES S'EST PENCHÉE SUR LA QUESTION PENDANT TOUTE UNE JOURNÉE.

C'est une initiative inédite qui s'est tenue au quartier général du CNES, l'agence spatiale française. Pour la première fois dans son histoire, l'Agence Spatiale Européenne (ESA) a mis à contribution les citoyens de ses États membres pour réfléchir sur le futur des programmes spatiaux en Europe. Cette manifestation répond à une volonté de Jan Woerner, le directeur général de l'administration spatiale européenne. *«Je voulais entamer un dialogue avec les citoyens car ils sont les premiers contributeurs de notre filière»*, explique ce dernier. Ainsi, 2.000 personnes se sont retrouvées en simultané dans les vingt-deux États membres de l'ESA pour discuter en dix-sept langues sur les différents aspects du spatial. En France, cette première rencontre est un succès. *«Nous avons eu près de 300 inscrits»* précise l'un des responsables de ce projet. *«Malheureusement, sur Paris nous étions*

105 personnes ont participé au débat citoyen sur l'espace organisé pour l'ESA en France par le CNES.



© NASA/Bill Ingalls



THOMAS PESQUET

LE 10^{ÈME} FRANÇAIS DANS L'ESPACE

41 - De la Normandie à l'ISS

44 - Destination ISS

46 - Nom de code : Proxima

50 - Interview



De la Normandie à l'ISS

LA TRAJECTOIRE DE THOMAS PESQUET, DE SA NORMANDIE NATALE À LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE, ILLUSTRE PARFAITEMENT UN PRINCIPE QU'IL EXPRIME AINSI : «ON NE NAÎT PAS ASTRONAUTE, ON LE DEVIENT».

Lorsque vous demandez à des astronautes comment ils en sont arrivés à exercer cette profession, beaucoup confessent qu'ils réalisent là un rêve d'enfant. Et Thomas Pesquet avoue qu'il rentre dans cette image : petit, il jouait à piloter une navette en carton assemblée par son père, mais il se défend en revanche d'avoir eu une volonté de carrière consciente. Son chemin vers l'espace s'est construit peu à peu, à force de travail et de ténacité.

Pilote, mais avec des indices très spatiaux

Lors de sa présentation aux médias en 2009 après avoir été retenu par l'Agence Spatiale Européenne, on découvre que le seul Français de cette sélection de 6 exerce le métier de pilote à Air France. Mais revenons en arrière et nous verrons que son parcours contenait déjà de forts indices astronautiques !

Thomas Pesquet est né à Rouen en Normandie le 27 février 1978. Ses parents sont enseignants. Il est sportif au point d'envisager la filière sport-étude mais s'oriente vers une classe préparatoire aux grandes écoles au Lycée Pierre Corneille de sa ville natale. Il souhaite passer derrière les commandes d'un avion, mais les moyens manquant pour le brevet de pilote, il se plonge dans des études d'ingénieur avec Supaéro, l'École Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace à Toulouse. Et là, un premier indice fort en faveur du spatial pointe : il choisit la spécialité Conception et contrôle des satellites. Après une dernière année dans le cadre d'un échange d'étudiants à l'École polytechnique de Montréal au Canada, son stage se déroule en 2001 chez l'industriel spatial Thales Alenia Space à Cannes.

Le «pli» astronautique semble se confirmer lorsqu'il rentre en octobre 2001 chez GMV en Espagne en qualité d'ingénieur en dynamique des satellites

pour des missions de télédétection. Puis, de 2002 à 2004, il intègre l'agence spatiale française CNES, à nouveau comme ingénieur, mais cette fois-ci orienté recherche, sur l'autonomie des missions spatiales. Fin 2002, il représente l'agence au sein du Comité Consultatif pour les Systèmes de Données Spatiaux.

En 2004, son désir toujours présent de voler se concrétise par sa sélection pour le programme de formation d'Air France. Il obtient ses galons de pilotes de ligne, opérant sur Airbus A320 dès 2006. Il devient même instructeur.

Le seul Français

Avec 2008, le spatial revient en force : au mois de mai, l'Agence Spatiale Européenne (ESA) lance une nouvelle sélection d'astronautes. À 30 ans, Thomas Pesquet est dans la tranche d'âge de 27 à 37 ans indiquée comme préférée. Quand on pense que la précédente sélection remonte à 1992, soit 16 ans en arrière, on voit que la «fenêtre de tir» était serrée pour le Normand ! Il n'est toutefois pas le seul : l'ESA comptera 8.413 candidatures valides.

Le 20 mai 2009, l'ESA présente officiellement à son siège à Paris ses 6 nouveaux astronautes. Ou plus exactement, ceux qui vont apprendre le métier d'astronaute.



Le 22 novembre 2010, au Centre Européen des Astronautes de l'ESA à Cologne en Allemagne, Thomas Pesquet reçoit des mains de Jean-Jacques Dordain son «diplôme d'astronaute».

Nom de code : Proxima

Sept ans après son recrutement au sein du Corps Européen des Astronautes de l'ESA, l'astronaute normand réalise enfin son rêve. Le 15 septembre, nous l'avons écouté nous donner les détails sur sa mission Proxima à l'occasion d'une rencontre organisée à Paris par l'AJPPE (Association des Journalistes Professionnels de l'Aéronautique et de l'Espace).

Le quatrième Français à bord de l'ISS

À 38 ans, Thomas Pesquet va devenir le dixième citoyen français à s'embarquer pour l'espace et le quatrième à effectuer un séjour sur la Station Spatiale Internationale. En ce qui concerne cette dernière, il succède en effet à Claudie Haigneré (en 2001), Philippe Perrin (en 2002) et Léopold Eyharts (en 2008). C'est également la dix-huitième opportunité de vol habité pour un astronaute français depuis Jean-Loup Chrétien en 1982. Cette mission, baptisée Proxima en hommage à la plus proche étoile de notre Soleil, est la neuvième de longue durée pour un Européen. Mais elle sera seulement la seconde d'une durée de six mois pour un Français après celle de Jean-Pierre Haigneré sur la station Mir en 1999 (Perseus). À la suite des péripéties sur le Soyouz MS-02 dont le départ était initialement prévu le 23 septembre (finalement parti le 19 octobre, voir *Actualités* page 6), on craignait un décalage important sur le Soyouz MS-03. À l'heure où nous mettons sous presse, Thomas Pesquet doit décoller dans la nuit du 17 au 18 novembre (le 18 à 2h20 heure de Baïkonour, le 17 à 21h20 heure française).

Le Français de l'ESA (Agence Spatiale Européenne) embarque en tant qu'ingénieur de vol aux côtés de l'Américaine Peggy Whitson qui, avec l'Expédition 50/51, signe ici sa troisième mission sur l'ISS. Elle commandera pour la seconde fois le complexe orbital. Hasard ou coïncidence, lors de ses deux premiers séjours dans l'espace, il y avait déjà un astronaute français à bord : Philippe Perrin (Expédition 5 en 2002) et Léopold Eyharts (Expédition 16 en 2008). C'est d'ailleurs avec ce dernier que le laboratoire européen Columbus fut raccordé à l'ISS. Le Russe Oleg Novitskiy, dont ce sera le deuxième vol après l'Expédition 33/34 en 2012, complète le trio de

**SORTIES EN SCAPHANDRE,
EXPÉRIENCES SCIENTIFIQUES,
PARTAGE DE SA MISSION AVEC LE
PUBLIC ET ACCUEIL DE VAISSEaux
CARGO : LES 6 MOIS QUE THOMAS
PESQUET VA PASSER À BORD DE
L'ISS S'ANNONCENT D'ORES ET
DÉJÀ CHARGÉS !**

cette nouvelle rotation de la Station. Il a la délicate responsabilité de commander le Soyouz.

200 expérimentations

À ceux qui en doutent, l'ISS est bien un laboratoire de recherche. Ainsi, au cours des 6 mois que doit durer la mission Proxima, l'agenda de Thomas Pesquet est particulièrement chargé. En effet, le programme des manipulations scientifiques est riche de plus de 200 expérimentations ! Soixante-deux sont coordonnées par l'ESA et l'agence spatiale française (CNES) via le Centre d'Aide au Développement des Activités en Micro-pesanteur et des Opérations Spatiales (CADMOS). Les domaines abordés concernent les sciences de la vie, des matériaux ou encore la technologie. Pour sa part, le CNES propose six expériences.

Everywear est un système développé par l'institut de médecine spatiale MEDES (situé à Toulouse comme le CADMOS) qui propose de renouveler le suivi des astronautes. Il s'agit en fait de regrouper un ensemble de capteurs biomédicaux connectés en liaison sans fil de type Bluetooth à une tablette.

Parmi les autres expériences figure **Aquapad** destinée à la purification de l'eau. Ce dispositif pourrait un jour trouver une application au sol en étant par exemple employé pour tester la qualité de l'eau après une catastrophe naturelle.



© NASA/Bill Ingalls

Thomas Pesquet (à gauche) avec ses 2 collègues pour son vol en Soyouz MS-03 vers l'ISS, Oleg Novitskiy et Peggy Whitson. Ils sourient devant l'objectif après une séance de simulateur de vol à la Cité des Étoiles en banlieue de Moscou.

THOMAS PESQUET

3
DATES

AVANT SON DÉPART, L'ASTRONAUTE NOUS PARLE DU PASSAGE
DU RÔLE DE DOUBLURE À CELUI DE PRINCIPAL, MAIS AUSSI
DE LA NÉCESSITÉ DU RANGEMENT LÀ-HAUT ET DE
SON ENTRAÎNEMENT POUR LES EVA.

27 février 1978 : Naissance à Rouen.

Mai 2009 : Sélectionné astronaute par l'ESA.

17 mars 2014 : Officiellement désigné pour une mission de 6 mois sur l'ISS.

© Marie Ange Sanguy



Thomas Pesquet s'est déjà rendu au cosmodrome de Baïkonour, mais en novembre, il y sera pour la première fois en qualité de membre d'un équipage principal.

Espace & Exploration : *Vous avez été 2 fois doublure d'équipage. Est-ce qu'il y a des différences entre ces préparations et cette fois-ci ?*

Thomas Pesquet : On peut répondre à 2 niveaux à cette question. Le premier niveau, c'est que, cette fois-ci, c'est la bonne. La fois d'avant, on se disait qu'on faisait de notre mieux, tout en sachant que même si on faisait très bien, on n'allait pas partir. Or, là, tout sera plus réel. On ne peut pas dire plus sérieux parce qu'on l'était avant. Mais là, il y aura cette chose en plus. Jusqu'à la qualification finale, c'est exactement le même travail pour un équipage, qu'il soit doublure ou principal. En revanche, une fois qu'on est à Baïkonour, les emplois du temps diffèrent un peu. L'équipage principal a plus de choses à faire car il décolle 10 jours après. J'imagine que je vais être encore plus occupé que la dernière fois. Le deuxième niveau de réponse, c'est que j'ai été doublure pour mon collègue Andreas Mogensen qui a volé 10 jours en partant le 2 septembre 2015. Et justement parce que c'était un vol de 10 jours, la partie à bord était évidemment différente [voir interview d'Andreas Mogensen dans *E&E* n°30, NDLR] : ça a permis à l'ESA de concentrer énormément d'activités sur cette durée, plutôt que sur 6 mois. Donc c'était la version sprint, alors que là on va faire la version marathon.

E&E : *L'ISS est assez vaste. Concrètement, comment fait-on pour trouver quelque chose ?*

T. P. : En fait tout est référencé. Il y a même des centaines de milliers de références. Mais je crois que 3.500 objets ont été égarés dans la Station. Il y a une base de données immense qui est aussi gérée par le sol. Telle ou telle expérience va demander des outils spécifiques, un petit tournevis spécial parce qu'elle a été construite avec cette interface-là, etc. En fait, dans notre emploi du temps sur ordinateur, il y a une expérience. Si on clique dessus, ça nous

donne la procédure et une liste d'outils utiles. Avant de commencer le travail, il faut déjà aller rassembler tout son matériel, ce qui parfois prend un peu de temps. Grâce à la base de données, on sait où c'est situé dans la Station. Et quand on a fini, il faut le ranger au bon endroit, car le lendemain, ce n'est pas forcément moi qui vais m'en servir. Il faut être extrêmement rigoureux sur le rangement.

E&E : *Sur Mir, il y avait un problème de rangement. Est-ce la même chose sur la Station ?*

T. P. : Par rapport à Mir, c'est vraiment une dimension supérieure, c'est 5 fois plus grand et il y a beaucoup plus de choses à l'intérieur. Si c'est géré d'une façon beaucoup plus rigoureuse, le volume est quand même limité. Il y a donc une période, avant que l'on puisse se débarrasser de tous nos déchets avec un cargo, où la moitié inférieure du module PMM (voir schéma page 44) est remplie de déchets. Le rangement prend du temps aussi. Certaines activités en elles-mêmes ne vont pas demander très longtemps, mais en revanche, de rassembler tout ce dont on a besoin qui peut être à différents endroits dans la Station, ça va déjà nous prendre 20 mn à une demi-heure. Ceux du centre de contrôle essaient de prendre ça en compte, mais ils ne sont pas en haut avec nous et font un calcul approximatif.

E&E : *Tout est géré par informatique ?*

T. P. : Oui, même la nourriture. En fait, c'est organisé par thème et on nous dit, vous ouvrez tel paquet qui correspond aux petits déjeuners d'une certaine période. Il y a des codes barre partout et on a des lecteurs. Ça nous

Actualité et suivi de la mission
sur notre site web
www.space-exploration.com
et sur notre compte
Twitter @spaceexplore

TIANGONG-2

**LE 15 SEPTEMBRE 2016,
LA CHINE A MIS SUR ORBITE
SON DEUXIÈME LABORATOIRE
TIANGONG. CET ÉVÈNEMENT
MARQUE LA DERNIÈRE ÉTAPE
DU PROGRAMME DE VOL
SPATIAL HABITÉ CHINOIS
AVANT L'ASSEMBLAGE DE
LA STATION PERMANENTE.**

Tiangong-2 était attendu depuis plusieurs années. En 2010, quelques mois avant le lancement de son prédécesseur Tiangong-1, on avait pu le remarquer furtivement en cours d'assemblage lors de reportages réalisés par la télévision chinoise. Logiquement, il ne pouvait s'agir que de ce module malgré l'apparition de maquettes ou de configurations différentes associées à Tiangong-2. On évoquait, par exemple, une sorte de Saliout chinois doté de deux pièces d'amarrage qui auraient permis de recevoir simultanément un vaisseau Shenzhou et le futur cargo Tianzhou. En outre, cette station aurait constitué une vraie transition entre le petit laboratoire habitable et la grande station modulaire dont l'assemblage débutera, en principe, dans deux ans. Mais, il fallait se rendre à l'évidence : tout indiquait qu'un double de Tiangong-1 prendrait la route de l'espace en 2016. À la vérité, toutes les photographies de Tiangong-2 diffusées cette année ont montré une très grande proximité par rapport au premier modèle en dehors de quelques trappes très visibles dans lesquelles ont été installés des équipements scientifiques. Par ailleurs, contrairement aux annonces à son sujet, aucun bras télémanipulateur ne semblait être présent à l'extérieur du module habitable. De même, les communiqués officiels du mois de septembre ne le mentionnaient pas.

Une fusée CZ-2F met sur orbite Tiangong-2

Les caractéristiques de Tiangong-2 sont donc similaires à Tiangong-1 : 10,4 m de long, 3,35 m de diamètre et 8,6 tonnes. De ce fait, c'est logiquement une fusée CZ-2F dédiée au programme spatial habité qui a été utilisée. Celle-ci avait été livrée le 6 août 2016 par chemin de fer à Jiuquan, la base de lancement dans le désert de Gobi. La veille, les Chinois avaient annoncé que le

tir interviendrait autour du 15 septembre ; en fait, il fallait comprendre qu'il était bien prévu le 15 septembre si aucun événement ne venait contrarier la campagne de lancement.

Celle-ci se déroula nominalement. Le 9 septembre le lanceur fut transféré sur la zone de tir. Une répétition générale du décollage fut réalisée trois jours plus tard à Jiuquan et au centre de contrôle des vols spatiaux à Pékin. Le 14 septembre, tandis que le remplissage des réservoirs du lanceur étaient en cours, le navire de poursuite Yuan Wang-5 était définitivement positionné à l'ouest du Pacifique pour assurer une partie des liaisons radio avec la future station. En définitive, la mise sur orbite de Tiangong-2 est intervenue le lendemain à 14h04 TU alors qu'il faisait nuit à Jiuquan. Plusieurs représentants d'agences spatiales (ASI, CNES, ESA, Roscosmos,...) avaient été conviés à cet événement. Le tir était parfait, mais une nouvelle fois des éléments du lanceur chinois ne sont pas forcément retombés là où on les attendait.



D.R.

Préparation finale de Tiangong-2 à Pékin dans les locaux de l'Académie chinoise de technologie spatiale (CAST - China Academy of Space Technology), le maître d'œuvre.

INTERPLANETARY TRANSPORT SYSTEM

10.000 TONNES AU DÉCOLLAGE, 100 PASSAGERS POUR MARS, JUSQU'À 1.000 RÉUTILISATIONS POUR LE LANCEUR... LE VAISSEAU-MONSTRE D'ELON MUSK EST-IL UN FANTASME OU UN APERÇU DU FUTUR ?

- 57 - Le show de Musk
- 58 - Destination Mars façon SpaceX
- 64 - Fiche technique de l'ITS

Illustration de l'ITS ayant atterri sur la lune Europe de Jupiter. Elon Musk n'a rien perdu de son sens de la démesure.



Avec un sens consommé de la médiatisation, Elon Musk avait créé une forte attente. Il ne fut sans doute pas déçu en voyant la foule remplir la grande salle réservée aux sessions plénières du Congrès International d'Astronautique qui se tenait pour son édition 2016 à Guadalajara au Mexique. Rappelons que celui qui fit fortune en mettant au point le système de paiement PayPal a fondé en 2002 la société SpaceX qui est désormais un prestataire de la NASA chargé de mener des vols cargo vers la Station Spatiale Internationale (capsule automatique Dragon) tout en s'imposant comme un nouvel acteur du marché des lancements de satellites.

Quand Mars devient habitable...

Pendant 1 heure, Elon Musk a dévoilé un système de transport interplanétaire

© Espace & Exploration exemplaire découverte articles techniques limités



Le show de Musk

AU COURS DU TRÈS FORMEL CONGRÈS INTERNATIONAL D'ASTRONAUTIQUE, ELON MUSK A FAIT SALLE COMBLE EN PRÉSENTANT UN VAISSEAU QUI, SELON LUI, FERA DE L'HUMANITÉ UNE ESPÈCE MULTIPLANÉTAIRE !

(Interplanetary Transport System, acronyme ITS) capable d'amener 100 personnes sur la planète rouge. S'il n'est pas un conférencier hors pair – sa diction est parfois hésitante –, il sait cependant tenir en haleine son auditoire sans négliger les effets scéniques : au centre de la scène qu'il occupait, un écran circulaire montrait une planète rouge peu à peu terraformée pour devenir habitable. De plus, avec un engin de 10.000 tonnes au décollage, dont la partie lanceur (un monstre de 77,5 m de hauteur) revient directement sur le pas de tir, on ne peut pas dire qu'Elon Musk ait déçu ses fans acquis à sa cause ni même ses détracteurs régulièrement atterrés par ses déclarations audacieuses (terraformer Mars à l'aide de bombes nucléaires faisant partie du lot).

Reprenant sa logique favorite en la matière, l'entrepreneur a expliqué que si un Boeing 737 configuré en 180 places ne servait qu'une seule fois, le coût d'un vol court (Los Angeles vers Las Vegas) serait de 500.000 dollars par passager. La réalité est de 43 dollars, car un 737 va voler des dizaines de milliers de fois au cours de son exploitation. Pour Musk, le voyage vers la planète rouge doit aussi faire appel à la réutilisation : son ITS permettra ainsi dans le futur un Terre-Mars par personne pour le prix moyen d'une maison aux États-Unis (environ 200.000 dollars).

Le chemin de fer spatial

La faisabilité d'un tel engin (examinée dans les pages suivantes par le vice-président de l'Association Planète Mars, Richard Heidmann, qui est aussi ingénieur en propulsion spatiale) a bien évidemment été remise en cause, même si beaucoup ont plutôt regardé le projet avec prudence. Cela se comprend : Musk n'a cessé de réaliser des «lubies» jugées improbables et on pense bien sûr au retour des premiers étages du lanceur Falcon 9 ! D'autres notent, avec raison il faut dire, que rien n'est prévu pour que les passagers de son ITS vivent sur Mars. À ce sujet, Elon Musk a expliqué que son rôle était identique à celui du chemin de fer pour l'élan vers l'Ouest des États-Unis et qu'il laissait à d'autres le soin de fonder les villes (même s'il a confié plus tard sur le web que SpaceX travaillait aussi à des habitats martiens). Ce positionnement de «transporteur» est moins anodin qu'en apparence. À l'heure où la NASA met l'accent sur son *Journey to Mars*, il est clair que l'agence cherche le ou les industriels qui l'aideront à amener sur la planète rouge des astronautes. Dans cette logique, SpaceX devait

montrer qu'elle avait en la matière des idées afin de conserver une chance de jouer un rôle, éventuellement majeur : l'ITS peut après tout dans une version bien plus modeste accomplir une mission martienne habitée «classique» (équipage de 6 personnes). Du coup, le «show» d'Elon Musk a-t-il atteint son objectif ? On pourrait le croire, car le PDG de Boeing, Dennis Muilenburg, a selon le média américain Bloomberg déclaré peu après que «la première personne qui posera le pied sur Mars y arrivera en ayant voyagé sur une fusée Boeing»...

Elon Musk lors de sa conférence de présentation de l'ITS : notez le globe martien en cours de terraformation derrière lui.



VIOLAINE SAUTTER

3

DATES

GRÂCE À CURIOSITY, VIOLAINE SAUTTER EST EN QUELQUE SORTE UNE GÉOLOGUE SUR MARS PUISQU'ELLE TRAVAILLE DANS L'ÉQUIPE DE LA CAMÉRA-LASER CHEMCAM DU ROVER. AVEC ELLE, DÉCOUVRONS POURQUOI MARS DÉTIENT LES SECRETS DE LA GENÈSE DE LA TERRE.

1983 : Thèse en Géologie et Sciences de la Terre

2005 : Sylvestre Maurice lui propose d'intégrer l'équipe de la ChemCam du rover Curiosity.

2016 : Médaille d'argent du CNRS

Espace & Exploration : *Quel est votre parcours ?*

Géologue au Museum national d'histoire naturelle de Paris, Violaine Sautter est directrice de recherche au CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique). Elle fait partie de l'équipe de l'instrument ChemCam du rover Curiosity de la NASA sur Mars.



© Marie Ange Sanguy

Violaine Sautter : J'ai un parcours de géologue et minéralogiste, donc naturaliste à 150 %. Mais quand on fait des sciences de la nature, on fait toujours un peu de physique sans que ce soit le noyau dur des études. Le noyau dur, c'est l'observation. J'ai fait mes études à Paris, puis une année post-doctorat en Écosse où j'ai fait de la pétrologie expérimentale. C'est un peu de l'alchimie puisque j'ai essayé de reproduire en laboratoire les assemblages que je trouvais dans la nature. À l'époque, je m'intéressais plus particulièrement à la terre profonde, aux assemblages par haute pression que l'on trouve à l'intérieur de notre planète. Après un moment au CNRS où j'ai fait des expériences sur les minéraux naturels et un passage au Portugal, je suis revenue au Muséum où j'avais fait ma thèse qui portait sur la terre profonde, la partie entre la croûte et le manteau et que l'on voit affleurer dans les régions les plus anciennes du globe. J'ai voulu aller de plus en plus profond dans le manteau et je me suis intéressée aux dia-

mants qui sont remontés par un certain type de volcanisme. Non pas pour la joaillerie, mais pour les impuretés qu'ils piègent et remontent. Ce sont nos seules sondes aussi profondes. Et grâce à ces diamants, on est même descendu jusqu'à 1.000 km. Sachant que les forages les plus profonds actuellement ne descendent pas en dessous des 12 km et que la Terre fait un diamètre de 6.400 km : avoir des informations aussi profondément, c'est délirant.

E&E : *À quel moment avez-vous basculé vers Mars ?*

V. S. : Dans les années 2000, on nous a incités à travailler sur des météorites martiennes puisqu'il y avait un projet de programme de retour d'échantillons

Instrument franco-américain, la caméra laser ChemCam est gérée en coopération aux États-Unis et en France. Ici, le FIMOC (French Instrument Mars Operation Centre), centre de contrôle français de cet instrument de Curiosity situé au Centre Spatial de Toulouse du CNES (l'agence spatiale française).



© CNES/Sébastien Girard

LE RETOUR EN VOL D'ANTARES

Retour aux affaires, deuxième partie ! Le 28 octobre 2014, le lanceur Antares (version 130) d'Orbital ATK explosait quelques secondes après son envol de la base de Wallops en Virginie sur la côte Est des États-Unis. Le cargo automatique Cygnus Orb-3 destiné à desservir la Station Spatiale Internationale (ISS) pour le compte de la NASA était alors détruit. Pour remplir ses obligations contractuelles vis-à-vis de l'agence américaine, la firme privée envoya en décembre 2015 un nouveau Cygnus vers la Station (vol dit OA-4) en le faisant décoller de Floride au sommet d'un lanceur Atlas V acheté à son concurrent United Launch Alliance. En mars 2016, pour la mission OA-6, la même logique fut retenue.

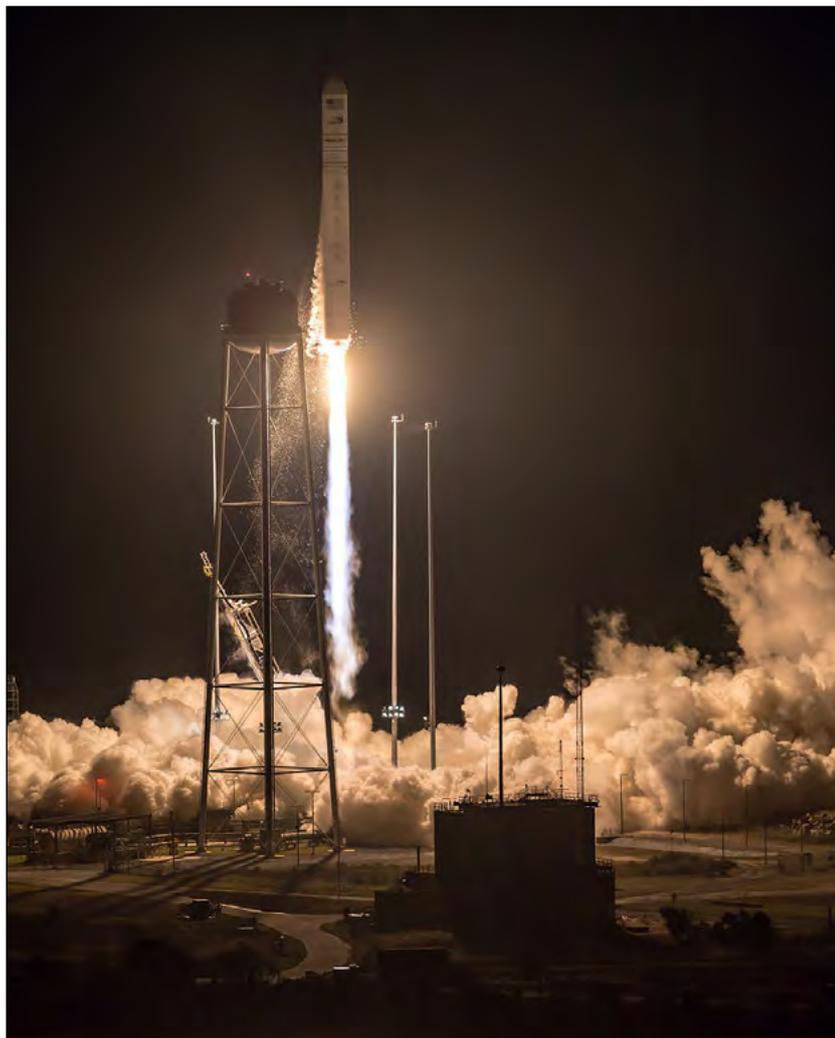
Antares 230 : nouveaux moteurs, toujours russes !

Pour des raisons de coût, on comprend qu'Orbital ATK souhaitait cependant revenir à sa solution de lancement propre. Ses équipes ont déterminé que l'échec d'octobre 2014 provenait d'un défaut des moteurs AJ-26 (il en faut 2 par lanceur), en fait des NK-33 fabriqués lors du programme lunaire soviétique dans les années 1960 et 70 et achetés à l'entreprise russe Kuznetsov

EN OCTOBRE, LA FIRME ORBITAL ATK A FAIT DÉCOLLER AVEC SUCCÈS LA NOUVELLE VERSION DE SON LANCEUR ANTARES. AVEC SON PARTENAIRE EUROPÉEN THALES ALENIA SPACE, LA FIRME AMÉRICAINE VISE MÊME LA LUNE ET MARS !

pour être reconditionnés par la société américaine Aerojet. Orbital ATK se tourna donc vers un autre motoriste russe, NPO Energomash, qui lui vend une paire de RD-181 pour la nouvelle version de l'Antares dite 230. Le reste du lanceur est inchangé, ce qui signifie que les RD-181 sont accolés à un premier étage ukrainien de Yuzhnoye SDO surmonté d'un deuxième étage avec un moteur à poudre Castor d'origine ATK (aujourd'hui Orbital ATK depuis la fusion des deux sociétés). Cet « assemblage » de fournisseurs internationaux ne s'arrête pas là puisque la partie module pressurisé (celle à laquelle accèdent les astronautes de l'ISS pour débarquer le fret) du cargo Cygnus est réalisée par l'industriel européen Thales Alenia Space, et plus exactement son établissement de Turin en Italie.

Le 17 octobre dernier, l'Antares 230 s'est ainsi élevé sans encombre au-dessus du pas tir OA de Wallops. Ce vol dit OA-5 (car au départ prévu entre OA-4 et OA-6) confirma les bonnes performances de la nouvelle mouture du lanceur maison d'Orbital ATK. Le cargo Cygnus baptisé Space Ship Alan Pointdexter (astronaute américain décédé en 2012 d'un accident de Jet Ski) entama alors son périple vers l'ISS. Le 23 octobre, le vaisseau automatique se positionna à quelques mètres de



Retour en vol du lanceur Antares (avec de nouveaux moteurs) le 17 octobre.

MATT DESCH

PDG DE LA SOCIÉTÉ DE COMMUNICATION MOBILE PAR SATELLITES IRIDIUM, MATT DESCH NOUS EXPLIQUE LES ENJEUX DE SA CONSTELLATION DE NOUVELLE GÉNÉRATION (IRIDIUM NEXT), SA CONFIANCE EN SPACEX ET COMMENTE LES TENDANCES DU MARCHÉ.

© Marie Ange Sanguy



Matt Desch est aux commandes d'Iridium depuis 2006, ayant depuis doublé le nombre de clients de la société et presque triplé son bénéfice d'exploitation.

On peut le suivre sur Twitter avec son compte @IridiumBoss.

Espace & Exploration : Quels avantages procurera la nouvelle génération de satellites Iridium ?

Matt Desch : Le premier avantage, c'est que cette nouvelle génération prolonge l'existence de la compagnie Iridium car les satellites actuels sont en fin de vie et doivent être remplacés. Aussi, les nouveaux satellites sont beaucoup plus performants que les anciens. L'amélioration la plus importante qu'ils apportent est qu'ils donnent la possibilité de procurer des connexions à haut débit, et ce depuis l'orbite basse, donc d'une façon unique par rapport à d'autres systèmes. On appelle ce nouveau service Iridium Certus. C'est dérivé d'un mot latin pour la fiabilité car nous pensons offrir un service haut débit très différent de ce tout ce qui se fait dans le spatial. Aujourd'hui, nos vitesses de connexion ne sont que de 128 kbps (kilobits par seconde) ce qui est similaire aux liaisons web par modem ISDN d'il y a quelques années. Les nouveaux satellites permettront 1,4 Mbps (Megabits par seconde) ce qui est 10 à 15 fois plus rapide. C'est important car les clients actuels veulent faire plus avec ce genre de service. Il n'y a pas que la vitesse toutefois. Nous allons fournir de très petits terminaux plus adaptés aux objets connectés avec des transferts de machines à machines et des données qui vont et viennent, et à des vitesses plus élevées que les autres. Ce n'est pas que la vitesse de base qui compte, mais aussi la capacité d'avoir des vitesses haut débit avec de petits dispositifs à bas coût. Et ce sont les nouveaux satellites qui nous permettent de développer ces dispositifs plus petits et moins chers qui, nous le pensons,

vont révolutionner les objets connectés sur Internet. Ce qu'on appelle aussi l'Internet des objets se fait pour le moment essentiellement par les réseaux cellulaires. Donc, dans les 10 % du monde où les réseaux cellulaires sont accessibles, on emploie cet Internet des objets pour connecter des voitures, des camions, des équipements, des pipelines, etc. Nous sommes connus comme les meilleurs pour une connexion sur les 90 % du monde restant via les satellites. Avec la nouvelle génération Iridium, on fera pareil avec une vitesse plus élevée et pour moins cher.

E&E : Iridium Next apporte-t-il des services pour le suivi des trafics aériens et maritimes ?

M. D. : Nos satellites de nouvelle génération emportent aussi un équipement ADS-B de la compagnie Aireon qui apportera la première surveillance globale des avions. Ce système temps réel indique aux contrôleurs aériens où sont les avions, mais pas au-dessus de certaines zones non couvertes comme l'océan Atlantique, l'Afrique ou le pôle Nord. Les Iridium Next seront en capacité de suivre les avions où qu'ils se trouvent sur la planète, autorisant un service ininterrompu, notamment pour l'optimi-

3

DATES

1980 : Bachelor en science informatique (Université de l'Ohio)

1986 : MBA de l'Université de Chicago

2006 : PDG d'Iridium

À PROPOS D'IRIDIUM

Fondée par Motorola et certains de ses ingénieurs, Iridium met en route son service de téléphonie mondiale par satellites le 1^{er} novembre 1998. La concurrence des réseaux mobiles au sol empêche la société d'obtenir le nombre d'abonnés nécessaires à sa rentabilité. En 2000, une nouvelle entité reprend la constellation de plusieurs dizaines de satellites, signe un contrat avec l'armée américaine et s'appuie sur des services plus spécifiquement orientés vers des utilisateurs ayant besoin d'une couverture sur l'ensemble de la planète en dehors des réseaux cellulaires. Iridium Communications Inc. veut désormais faire évoluer son offre grâce à la génération de satellites Next conçus par Thales Alenia Space tout en restant compatible avec les terminaux actuels.

EXOMARS 2016

UN SUCCÈS PRESQUE TOTAL POUR L'EUROPE

LE 19 OCTOBRE, L'ESA
SURVEILLAIT L'ARRIVÉE DE
SA MISSION EXOMARS 2016
DEPUIS SON CENTRE DE CONTRÔLE
ESOC EN ALLEMAGNE.
ESPACE & EXPLORATION Y ÉTAIT.

Cette mission martienne de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), votre magazine l'a particulièrement suivie, notamment grâce à son maître d'œuvre, l'industriel Thales Alenia Space qui nous a ouvert à plusieurs reprises les portes de ses sites à Cannes en France et Turin en Italie pour assister à la progression de l'assemblage de l'orbiteur et de l'atterrisseur. Car, rappelons-le, ExoMars 2016 est une mission double qui consiste en un orbiteur de 4,3 tonnes appelé **TGO** (Trace Gas Orbiter) dont les instruments analyseront l'atmosphère de la planète rouge et un atterrisseur de 600 kg baptisé **Schiaparelli** chargé de tester les technologies d'arrivée sur le sol martien (d'où son autre dénomination d'EDM pour Entry, descend and landing Demonstrator Module).

L'ESOC à l'heure martienne

Le 14 mars dernier, nous étions aussi à Baïkonour pour assister au décollage du duo TGO/Schiaparelli au sommet d'un lanceur russe Proton et il est donc logique de suivre son arrivée autour et sur la planète rouge. Un événement décisif géré par l'ESA au sein de l'ESOC (European Space Operations Centre), son centre de contrôle des sondes et satellites à Darmstadt en Allemagne, réglé en quelque sorte sur l'heure martienne... Mais non sans un certain décalage !

En effet, en raison de la distance séparant la Terre de la planète rouge le 19 octobre, tout signal radio émis là-bas met une dizaine de minutes à nous parvenir. Le TGO et Schiaparelli vont donc accomplir des séquences programmées à l'avance et les contrôleurs au sol n'en verront le résultat que 10 minutes plus tard au mieux.

Avant d'aller plus loin, revenons quelques jours en arrière le 16 octobre. La mission européenne causa quelques inquiétudes lorsque l'atterrisseur fut largué par l'orbiteur à 6 millions de km de Mars. Si la séparation se déroula à l'heure prévue, avec réception de la confirmation après le délai de 10 minutes à 16h51 heure allemande ou française, l'orbiteur TGO devint presque silencieux : la porteuse radio de son émetteur était captée mais ne contenait aucune télémétrie (données

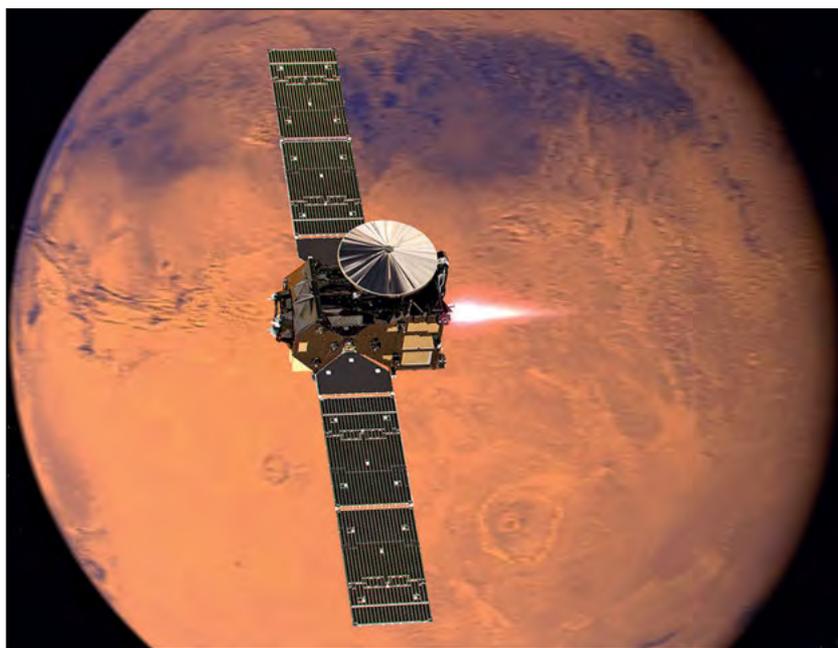


Image d'artiste montrant l'orbiteur TGO d'ExoMars 2016 avec son propulseur principal Leros-1B allumé afin de freiner suffisamment pour devenir «prisonnier» du champ gravitationnel de la planète rouge. Accomplie le 19 octobre, cette mise à feu a duré 139 minutes (de 15h05 à 17h24 heure de Darmstadt en Allemagne), réduisant la vitesse de l'orbiteur de 5.400 km/h.

Page
81

Le retour d'Antares

Au lever du Soleil le 16 octobre, le lanceur Antares apparaît en ombre chinoise sur le Pad 0A de Wallops en Virginie avec son imposant château d'eau (qui inonde le pas de tir pour amortir les vibrations acoustiques). Doté de nouveaux moteurs russes, Antares a envoyé avec succès le cargo Cygnus vers l'ISS le lendemain (voir page 70).

© NASA/Bill Ingalls



Dans les entrailles du SLS

Au sein du Michoud Assembly Facility, des soudeurs travaillent à l'intérieur d'un réservoir d'hydrogène liquide de 39,6 m de longueur du SLS (Space Launch System), le futur lanceur lourd de la NASA. Ce réservoir ne volera pas : il est destiné à des tests au sol.



© NASA/Michoud/Steve Sejpal

Page
82

Rubins inspecte le BEAM

L'astronaute de la NASA Kate Rubins est ici à l'intérieur du module gonflable de test BEAM fourni par la firme Bigelow Aerospace. Cette petite «annexe» de l'ISS est ouverte tous les 3 mois afin d'y effectuer des mesures.



© NASA

Page
83

Lumineuse inspection

Dans les locaux de l'industriel Thales Alenia Space à Cannes, un opérateur inspecte minutieusement les panneaux solaires d'un satellite de télécommunications Iridium (voir page 72).



© Marie Ange Sanguy

Page
86

Ouarkiz

On pourrait se croire sur Mars, mais cette image du satellite d'observation de la Terre européen Sentinel 2A montre une partie des montagnes de l'Anti-Atlas dans le Sahara. Au centre : un cratère de 3,5 km baptisé Ouarkiz qui résulte de l'impact d'une météorite voici 70 millions d'années.



© Copernicus Sentinel data/ESA

Page
84



© NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS

Jupiter par Juno

Le 27 août, Juno a réalisé cette vue de Jupiter en passant au-dessus de son pôle Sud. Au moment du cliché, la sonde de la NASA était à 94.500 km des couches supérieures de l'atmosphère de la géante gazeuse.

Page
87

Page
85



© Marie Ange Sanguy

Le plein s'il vous plaît !

En salle blanche chez Thales Alenia Space à Cannes, des ergoliers (en combinaison orange) répètent la procédure de remplissage des réservoirs du satellite brésilien de télécommunications SGDC. Les ergols (carburant et comburant) étant toxiques, revêtir une protection est obligatoire.

L'ESPACE, ON EN FAIT TOUT UN FROMAGE !

DES ASTRONAUTES, DES SATELLITES ET DES FUSÉES SUR DES BOÎTES DE FROMAGE ?
CE FUT ASSEZ COURANT, MÊME SI LE PRODUIT NE SE RÉCLAMAIT D'AILLEURS
D'AUCUNE TECHNOLOGIE SPATIALE POUR SA FABRICATION...

Imaginez un instant... Vous faites vos courses et, quand vient le moment de choisir votre fromage, vous n'avez que l'embarras du choix entre des emballages décorés de la Station Spatiale Internationale, le Soyouz russe, le vaisseau Orion de la NASA et d'autres engins. Hélas, tel n'est pas le cas objecterez-vous. Pourtant, cette scène pourrait se produire si les fromages d'aujourd'hui reprenaient une mode des débuts de l'exploration spatiale !

Camembert et étiquette

Figurez-vous que dans les années 1960, un grand nombre de marques de camembert utilisaient l'actualité pour leur promotion via des illustrations sur leurs emballages. Chose qui ne semble plus très courante désormais.

Les boîtes de fromage, puis les étiquettes collées sur ces boîtes, apparaissent voici bien longtemps à la fin des années 1880. Et ce en particulier pour le camembert et d'autres fromages normands. Avec le temps, la variété des étiquettes s'estompe en raison de la progressive domination du marché du fromage français par les «trois B», à savoir Besnier (devenu Lactalis) avec sa gamme Président lancée en 1968, Bon Grain avec le Cœur de Lyon et enfin le groupe Bel.

Les étiquettes des fromageries artisanales, que ce soit à la fin du 19^{ème} siècle et durant la première moitié du vingtième, utiliseront essentiellement des illustrations classiques à base de vaches, moines, fermières, fermes, moulins ou encore abbayes.



Avec son slogan *Le fromage de l'avenir*, cette spécialité laitière *Sputnik* capitalisait sur le futurisme incarné par la conquête spatiale dans les années 1960.

Cependant, on voit parfois apparaître des étiquettes où figurent des événements de l'actualité du moment, des personnages historiques ainsi que des monuments du patrimoine artistique. Les fromageries emploient alors leur emballage non plus seulement pour identifier leur produit, mais aussi pour séduire la clientèle avec des thèmes accrocheurs. Le but ? Bien évidemment, augmenter les ventes. L'étiquette s'impose de plus en plus comme un puissant outil de marketing ! Les premières démarches reposent d'ailleurs sur l'actualité de l'époque. Si l'appellation «camembert de la république» est déposée en 1904, c'est dès 1895 qu'apparaît sur la boîte carré d'un



L'Unik se voulait être l'unique tout en adressant un clin d'œil aux sondes soviétiques Lunik.



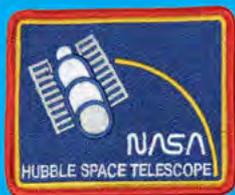
Non, ce fromage n'est pas au pamplemousse : il fait référence au premier satellite américain Vanguard 1.

COLLECTIONNEZ

LES SPACE PATCHS®



Ces écussons sont conçus et réalisés par la société AB Emblem, fournisseur officiel de la NASA.



Consultez notre catalogue en ligne

BRODERIE
EN FIL À FIL

Fournisseur
officiel NASA
depuis 1960

Prix unitaire
8€
(hors frais de port
et emballage)

Plus de 200 références différentes !
Des missions Mercury aux Expéditions
actuelles vers l'ISS, en passant par les
programmes Gemini, Apollo, navette
spatiale, etc.

boutiquedelespace.com
les importe pour vous !

Pour commander, utilisez le BON DE COMMANDE
de la Boutique de l'Espace en page 95.

www.boutiquedelespace.com
Tél : 06.81.12.20.89.

Notez les références et le nom de vos écussons, ainsi que la quantité. N'hésitez pas à nous téléphoner pour les disponibilités et les références.