

# PLANÈTE MARS



Numéro 75 Bulletin de l'association Planète Mars, 28 rue de la Gaîté 75014-Paris

[www.planete-mars.com](http://www.planete-mars.com)

avril 18

ISSN 1772-0370

## EDITO

C'est dans de bien tristes circonstances que j'ai été nommé à la présidence de notre association en Janvier 2018, suite à la disparition d'Alain Souchier, cofondateur de l'association et infatigable promoteur de la planète Mars. Le défi à relever est important, succédant à des présidents aussi compétents et respectés que Richard Heidmann, puis Alain Souchier.

Je ne suis pas un spécialiste de propulsion ni d'architectures de mission vers Mars. Ma formation scientifique est celle d'un ingénieur et chercheur en informatique, et je travaille à présent dans le monde des PME innovantes. J'espère cependant pouvoir apporter ma touche technique personnelle dans ces domaines technologiques, appelés à se développer au fur et à mesure que le voyage habité vers Mars se rapproche.

Arbitrant (provisoirement ?) le débat de priorités programmatiques Lune / Mars, le lancement par Donald Trump du projet de station orbitale lunaire Deep Space Gateway (dont l'utilité est contestée) a au moins eu un effet considérable de relance de l'intérêt du grand public pour l'exploration spatiale.

Une anecdote m'a récemment interpellé : l'une des startups avec qui je travaille était en séminaire lors du lancement de Falcon Heavy. Une dizaine de chercheurs étaient rassemblés. Tous ont volontairement passé la soirée devant YouTube, passionnés par le lancement. Dans le même registre, notre vice-président Richard Heidmann a été invité dans une prochaine « keynote » d'un congrès de développeurs informatiques rassemblant plusieurs milliers de personnes. Le thème de l'Homme sur Mars attire l'attention. En témoigne aussi le succès de notre groupe Facebook, bien plus large que celui de nos membres.

Privés des compétences et de la disponibilité d'Alain Souchier, qui assurait lui-même de nombreuses animations, nous devons nous organiser différemment, et je fais appel aux bonnes volontés pour donner des conférences, encadrer des projets et rédiger des articles techniques et de vulgarisation. Nous allons organiser le partage de la base considérable de documents et présentations existantes.

Apportons notre contribution collective, avec nos moyens et la force de notre conviction, à l'avancement du grand projet martien ! On to Mars !

**Philippe Clermont**

Président

[pcclermont@planete-mars.com](mailto:pcclermont@planete-mars.com)

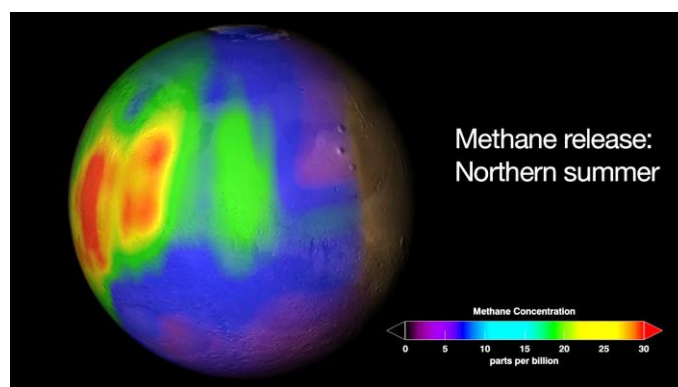
### Dans ce numéro :

- Méthane martien : où en est-on ? p.1
- Insight : première station géophysique martienne p.3
- Exploration et colonisation martiennes à centrale Lille p.5
- La vie de l'association p.6
- Simulation AMADEE-18 : de retour sur Terre ... p.7

*prochain numéro : juillet 2018...*

## MÉTHANE MARTIEN : OÙ EN EST-ON ?

La détection, depuis 1999, de bouffées occasionnelles de méthane ( $\text{CH}_4$ ) dans l'atmosphère de Mars constitue l'une des énigmes les plus déconcertantes posées par la planète. Des scientifiques du monde entier y ont travaillé et réfléchi, sans encore apporter de solution satisfaisante. Pour aller plus loin, nous allons bientôt disposer d'un nouvel instrument d'investigation très performant. Faisons le point.



*Visualisation d'un panache de méthane observé dans l'atmosphère de Mars au cours de l'été boréal. (doc. Trent Schindler / NASA)*

Le méthane a été identifié à de multiples occasions par plusieurs équipes scientifiques travaillant de façon indépendante avec différents instruments, aussi bien à partir de la Terre que dans l'environnement martien. Ce fut pour la première fois, en 2003, par Vladimir Krasnopolski (Catholic University of America), via les télescopes terrestres « IRTF » (Infrared Telescope Facility) et « Keck », tous deux situés au sommet du Mauna Kea sur l'île d'Hawaï. En Mars 2004, l'ESA, avec Vittorio Formisano (IFSI, en Italie), le confirmait avec le spectromètre planétaire à transformée de Fourier (PFS), monté à bord de son orbiteur Mars Express. Puis en 2009 avec les mêmes télescopes du Mauna Kea, Michael Mumma (Goddard Space Flight Center de la NASA) découvrait la saisonnalité du phénomène. Celle-ci était étudiée par Giuseppe Marzo (Centre de Recherches Ames de la NASA) et Sergio Fonti (Universita del Salento) sur la base des données recueillies entre 1999 et 2004 par le spectromètre pour émissions thermiques (TES) embarqué à bord de l'orbiteur de la NASA Mars Global Surveyor.

Mais pourquoi s'intéresser au méthane ? Le premier problème que sa présence pose est le suivant : le méthane ne doit subsister dans l'atmosphère martienne que 340 ans en moyenne (durée de vie théorique fonction de la destruction photochimique de ce gaz dans l'environnement martien). Or il y réapparaît selon un cycle saisonnier (pendant environ 200 sols sur une année de 668 sols)

et de façon assez localisée (l'homogénéisation par dispersion ne doit pas pouvoir se faire totalement). Il apparaît avec la chaleur au début de l'été et disparaît à la fin de l'automne.

Le deuxième aspect, c'est que ce gaz pourrait être généré par une vie martienne (rejet métabolique) et que, comme chacun sans doute le ressent, la possibilité de vie ailleurs que sur Terre est une interrogation essentielle.

Troisième curiosité, ces émissions de méthane sont très variables d'une année martienne sur l'autre. Les premières observations, en 2004, montrèrent des quantités d'une dizaine de parties par milliard en volume (ppbv), unité de mesure utilisée pour les gaz à l'état de traces. En 2009 on était passé à 45 ppbv. A son arrivée en 2012, Curiosity ne trouva presque rien, si ce n'est un « bruit de fond » oscillant entre 0,3 et 0,7 ppbv, avec un maximum de 1,3 ppbv (au point que des études scientifiques sortirent pour dire que ce qu'on avait cru voir était une illusion tenant à la faiblesse des signaux). Puis soudainement, fin 2013 et début 2014, le spectromètre TLS (Tunable Laser Spectrometer) du laboratoire embarqué SAM (Sample Analysis at Mars) du rover enregistra quatre pics atteignant les environs de 7 ppbv. Les quantités observées retombèrent par la suite au niveau du « fond » précédent.

Les quantités détectées étant non seulement fugaces mais très faibles (quantités à comparer aux 1800 ppbv sur Terre), elles sont difficiles à étudier au moyen des appareils pointés à partir de la Terre (problèmes de « bruit ») ou même avec ceux embarqués sur les sondes évoluant autour de Mars.

Le méthane peut avoir plusieurs origines. Sur Terre, aujourd'hui, la contribution la plus importante est biologique, c'est la fermentation anaérobie (métabolisme bactérien anoxique). Celle-ci se produit, depuis fort longtemps, dans les marais et zones humides stagnantes et dans le système digestif des ruminants. Avant même que la vie puisse utiliser l'oxygène pour la respiration, certains microbes ont ainsi utilisé le gaz carbonique et l'hydrogène pour obtenir de l'énergie, en rejetant du  $\text{CH}_4$ . Mais ce méthane peut également avoir une origine géologique, au travers de différents processus : volcanisme, par contact de remontées magmatiques avec de la glace de surface ou proche de la surface ; thermalisme, permettant également la combinaison du carbone du gaz carbonique avec l'hydrogène de l'eau ; conversion d'oxyde de fer en roches de type serpentine ( $\text{Mg, Fe, Ni}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ) à partir d'eau, de dioxyde de carbone et de la chaleur interne de la planète (lente dégradation des matières radioactives).

D'autres possibilités pourraient être des impacts au sol de glace cométaire (contenant un peu de méthane) et des intrusions de carbone météoritique vaporisées à leur entrée dans l'atmosphère, ou tout simplement l'effet de froid de l'hiver austral qui congèle une partie du gaz carbonique et facilite donc la concentration de méthane pendant l'été boréal.

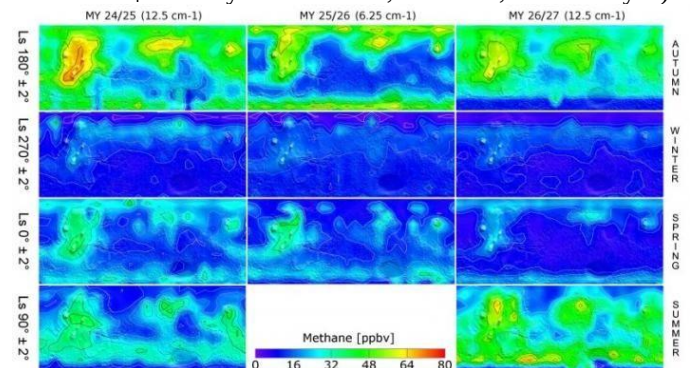
Le problème c'est que les quantités minimales que ces phénomènes pourraient produire ou apporter sur Mars ne correspondent pas aux volumes constatés (Chris Webster, qui pilote l'instrument de Curiosity pour cette étude, évalue ces derniers trois fois supérieurs). Le volcanisme est très ralenti (les dernières éruptions doivent remonter à une dizaine de millions d'années) et il est donc peu probable que des remontées magmatiques approchent suffisamment les poches de glace souterraines ou superficielles. Mars Odyssey, équipé de son spectromètre-

imageur « THEMIS » (pour THERmal Emission Imaging System), l'instrument le plus approprié, n'a pas encore repéré de points chauds en surface de la planète et, compte tenu de la température de la croûte superficielle, les manifestations hydrothermales en surface, même si elles existent, ne devraient pas être assez chaudes (aux températures envisageables, la production de méthane sur Terre est très basse). Les impacts cométaires, incontestables, ne devraient pas contribuer à la production pour plus de 2%. De même les impacts météoritiques ou la poussière interplanétaire ne peuvent compter pour plus de 4%. Enfin les phénomènes atmosphériques généraux ne pourraient expliquer la localisation apparente des sources.

Dans ces conditions où la géologie semble ne pas pouvoir avoir une action suffisamment puissante, une faible activité biotique souterraine reste une cause possible. On peut exclure le processus biologique en surface (radiations, pression basse, sécheresse, froid) mais pas en sous-sol, à une profondeur permettant la présence d'eau liquide (sous le permafrost).

A noter cependant que la libération de méthane dans l'atmosphère peut aussi être déconnectée de l'époque de sa production. En effet le sol de Mars étant gelé sur une épaisseur non négligeable, le gaz peut avoir été encapsulé dans des sortes de cages de glace (les « clathrates » ou « hydrates de méthane ») il y a très longtemps (échelle de plusieurs millions d'années). Une partie de ces « cages » pourrait se sublimer chaque année à la saison chaude et le gaz parvenir alors dans l'atmosphère par les pores du sol.

Symétriquement, la rapide disparition dans l'atmosphère est difficile à expliquer. Elle pourrait être due à l'action combinée du rayonnement ultraviolet (transformation du  $\text{CH}_4$  en radical méthyl,  $\text{CH}_3 + \text{H}$ ) et d'une roche particulièrement réactive en surface (par exemple chargée en peroxyde d'hydrogène,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), ou à celle d'oxydants présents dans l'air (par exemple  $\text{O}_2 + \text{méthane} \Rightarrow \text{formaldéhyde}$ ). Elle pourrait aussi résulter de processus électrochimiques ou triboélectriques (électricité statique) durant les tempêtes de poussière ou le passage de « dust devils » (par exemple le peroxyde d'hydrogène provoquerait la transformation du  $\text{CH}_4$  en dioxyde de carbone, méthanol, formaldéhyde).



**Carte des concentrations de méthane sur Mars (première année d'observation).**  
(doc. NASA/Università del Salento)

Le caractère saisonnier permet de mieux localiser l'origine des émissions. Elles se centrent au Nord de la planète, sur les zones volcaniques de Tharsis, Elysium, et à l'Est d'Arabia Terra, dans la région du volcan de Syrtis Major (riches en gaz), de Nili Fossae (une région de failles tectoniques et de roches hydratées, phyllosilicates et carbonates) et de Terra Sabae (sous-sol riche en hydrogène, c'est-à-dire en eau).

L'orbiteur TGO (« Trace Gas Orbiter ») de l'ESA, lancé en mars 2016 et arrivé dans le domaine de la planète en octobre 2016, vient d'atteindre en février 2018 son orbite d'observation (après un lent ajustement par aérofreinage). Sa sensibilité est extrême (quelques dizaines de pptv -parties par trillion en volume) et il pourra à partir de son orbite faire des mesures aussi précises que celles de Curiosity au sol, mais sur toute la surface de la planète. Il est dommage qu'il ne soit pas déjà opérationnel car le 24 janvier Mars a traversé le sillage d'une comète passée extrêmement près de la surface de Mars (moins de 1/10<sup>ème</sup> de la distance Terre-Lune) ; cela aurait permis d'observer l'effet de l'entrée des poussières carbonées vaporisées dans l'atmosphère. Il faudrait aussi pouvoir analyser les atomes de carbone des molécules de méthane martien ; cela permettrait de savoir s'ils comportent une surabondance d'isotope 12 de cet élément puisque c'est celui qui est privilégié par la vie. Encore faudrait-il déposer des capteurs dans une des zones qui semblent les plus productrices de méthane. Précisément, Nili Fossae semble être la source la plus riche et c'est une des régions candidates pour l'atterrissage du rover Mars-2020 de la NASA. Avec ce rover et TGO nous sommes donc peut-être tout près d'obtenir l'explication recherchée !

**Pierre Brisson**

#### Références :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019103504002222>

"Detection of methane in the Martian atmosphere: evidence for life?" par Vladimir Krasnopolski et al. Science direct, Icarus 172 (2004) 537-547; 20/08/2004.

<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2010/04/aa13178-09.pdf>

"Mapping the methane on Mars" par S. Fonti et G. Marzo, Astrophysics & Astronomy, A51(2010 DOI:10.1051/0004-6361/200913178, publié début 2010.

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/mars/news/marsmethane.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/mars/news/marsmethane.html)

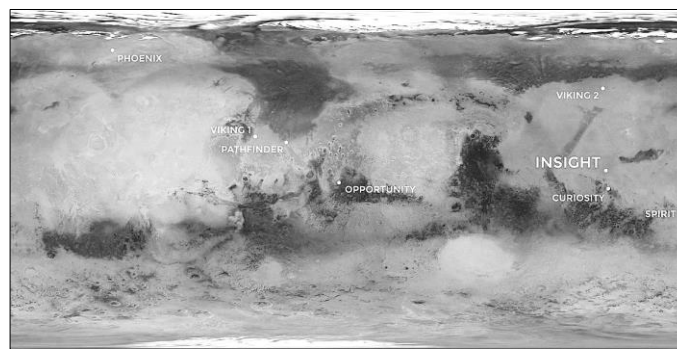
"Martian methane reveals the red planet is not a dead planet" 15 01 2009, par Michael Mumma.

<http://sci.esa.int/mars-express/45811-methane-on-mars-workshop-2009/?fbclid=2134>

"Analyzing the consistency of Martian methane observations by investigation of global methane transport" par James A. Holmes et al. in Icarus 257 (2015) 23–32; disponible en ligne 20 April 2015.

## INSIGHT : PREMIÈRE STATION GÉOPHYSIQUE MARTIENNE

Initialement prévu pour un lancement en mars 2016, cet atterrisseur devrait être lancé le 5 mai 2018 pour une arrivée sur la surface de la Planète rouge le 26 novembre, dans la région d'Elysium Planitia. En effet, en décembre 2015, des possibilités de fuites étaient découvertes dans l'enceinte en titane destinée à maintenir sous vide l'instrument principal, le sismomètre SEIS élaboré sous maîtrise d'œuvre du CNES et conçu par l'IPGP (Institut de Physique du Globe de Paris). Une autre conception de l'enceinte a été présentée par la suite par le CNES et le Jet Propulsion Laboratory de Pasadena, qui assura la construction de la nouvelle sphère hermétique pour cet instrument d'une extrême sensibilité, qui constitue une grande première.



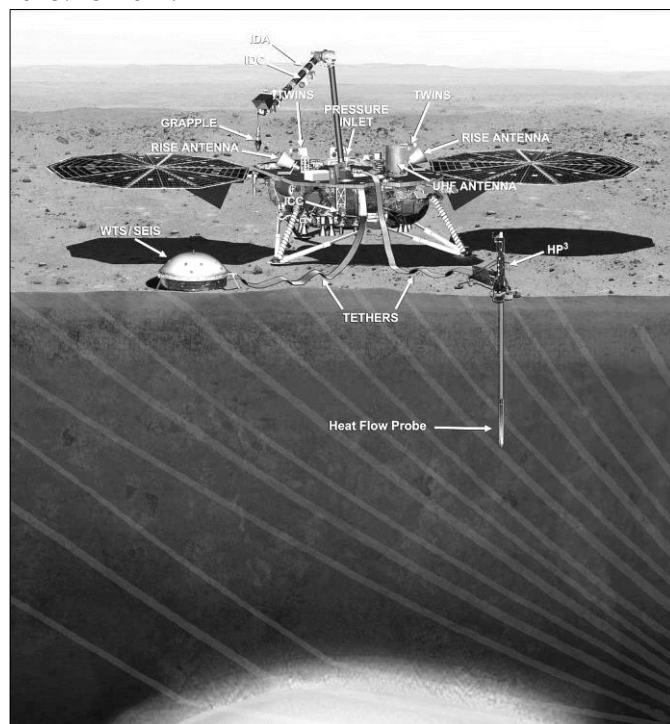
**La zone d'atterrissage d'INSIGHT, dans la région Elysium Planitia.**

Le budget initial de 675 millions de dollars en fut augmenté de 154 millions pour réparer la partie fautive, et assurer les frais de stockage et d'entretien de la sonde sur deux ans.

La mission INSIGHT (INterior exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport, soit Exploration interne par les sondages sismiques, la géodésie et les flux thermiques) avait été sélectionnée en 2012 dans le cadre du programme Discovery de la NASA, qui regroupe des missions à coût modéré avec un cycle de développement rapide.

Elle avait été en compétition avec deux autres missions : Titan Mare Explorer, pour étudier un océan d'éthane et de méthane liquides sur Titan, et Comet Hopper qui devait effectuer plusieurs atterrissages sur une comète.

L'accord de fourniture du sismomètre par le CNES est conclu le 10 février 2014.



**Vue d'artiste de la sonde à pied-d'œuvre. (doc. NASA/JPL)**

La première version de SEIS avait été embarquée sur la sonde spatiale soviétique Mars 96, détruite au cours de son lancement, puis avait été successivement proposé sur plusieurs projets de mission qui n'avaient jusqu'à présent pas abouti : NetLander, ExoMars (dans l'ensemble instrumental Humboldt), International Lunar Network, SELENE-220.

Reprenant l'architecture de la sonde spatiale Phoenix, la sonde InSight est fabriquée par le même constructeur Lockheed Martin Space Systems avec une avionique plus moderne et toujours alimentée par deux panneaux solaires triple-jonction InGaP/InGaAs/Ge de forme décagonale de 2,15 m de diamètre. Elle a une masse de 360 kg au lancement.

Devant être lancée par une Atlas V 401 depuis Vandenberg, la sonde une fois posée aura 67 jours pour procéder au déploiement des instruments avec une marge de 20 jours.

Des données seront collectées pendant 2 ans sur les processus internes de la Planète Rouge et sur sa sismologie.

Pour remplir sa mission, INSIGHT doit fournir des données permettant de mener six études scientifiques :

- déterminer la taille, la composition et l'état (solide ou liquide) du noyau planétaire,
- déterminer l'épaisseur et la structure de la croûte,
- déterminer la composition et la structure du manteau,
- déterminer l'état thermique des structures internes de Mars,
- mesurer la force, la fréquence et la distribution géographique de l'activité sismique interne de la planète,
- mesurer la fréquence des impacts de météorites à la surface de Mars.

Pour ce faire elle dispose de trois instruments, d'une suite d'instruments d'étude de l'environnement de Mars et d'un dispositif de déploiement :

#### - Sismomètre SEIS

Le Seismic Experiment for Interior Structure (SEIS, expérience sismique pour la structure intérieure) est un sismomètre à trois axes. Il est composé de capteurs sismiques associés à des capteurs de température, d'un boîtier électronique pour l'acquisition des données, d'un système de déploiement et d'un logiciel pour faire fonctionner l'ensemble. SEIS comprend d'une part trois capteurs sismiques très large bande VBB (Very Broad Band) avec leurs capteurs de température. Ceux-ci sont enfermés dans une sphère isolée sur le plan thermique et dans laquelle le vide est fait. SEIS comprend d'autre part trois capteurs sismiques courte période SP (Short Period) également accompagnés de capteurs de température.

SEIS prendra des mesures précises des séismes et d'autres activités internes sur Mars pour mieux comprendre l'histoire et la structure de la planète. Il étudiera également comment la croûte et le manteau martien réagissent aux effets des impacts de météorites, ce qui donne des indices sur la structure interne de la planète. Le sismomètre détectera également les sources, y compris les ondes atmosphériques et les signaux gravimétriques (forces de marées) provenant de la lune Phobos de Mars, jusqu'à des ondes sismiques à haute fréquence, à 50 Hz.

SEIS est fourni par le CNES, avec la participation de l'IPGP, l'École Polytechnique Fédérale de Zurich (ETH), l'Institut Max-Planck de recherche sur le Système solaire (MPS), l'Imperial College London, l'Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace (ISAE) et le Jet Propulsion Laboratory.

#### - Capteur de flux de chaleur HP3

L'instrument Heat Flow and Physical Properties Package (HP3, ensemble instrumental flux de chaleur et propriétés physiques), fourni par l'agence spatiale allemande (DLR), est un capteur de flux de chaleur qui devrait s'enfoncer jusqu'à une profondeur de 5 mètres dans le sous-sol martien, plus profondément que tous

les outils utilisés jusque-là sur Mars. C'est la première fois qu'un instrument de ce type est utilisé sur le sol d'une autre planète que la Terre. Il traîne une attache contenant des capteurs de température précis tous les 10 cm pour mesurer le profil de température de la subsurface.

HP3 doit mesurer la quantité de chaleur dégagée par le noyau de Mars et fournir ainsi des indices sur l'histoire thermique de la planète.

#### - Radio science

La mission comprend une expérience de radio-science baptisée Rotation and Interior Structure Experiment (RISE, expérience rotation et structure intérieure). Le système de télécommunications d'InSight sera mis à contribution pour identifier les oscillations de l'axe de rotation de Mars en mesurant l'effet Doppler induit sur les transmissions radio. Ces variations touchant l'axe de rotation sont liées à l'absence d'homogénéité à l'intérieur de la planète. Leurs mesures doivent permettre de mieux comprendre la structure interne de Mars.

Une fois que la direction de l'axe de rotation, la précession et les amplitudes de nutation seront mieux comprises, il devrait être possible de calculer la taille et la densité du noyau et du manteau martiens. Cela augmenterait la compréhension de la formation des planètes telluriques (par exemple Terre) et des exoplanètes rocheuses.

#### - Suite environnementale APSS

InSight embarque la suite d'instruments APSS (Auxiliary Payload Sensor Suite) qui doit fournir le contexte environnemental permettant l'interprétation des données du sismomètre. Cette suite comprend un anémomètre, un thermomètre, un magnétomètre, et un baromètre. Les capteurs de température et l'anémomètre, TWINS sont fournis par le Centro de Astrobiología espagnol. Le magnétomètre est fourni par l'UCLA et mesure le champ magnétique avec une précision de 0,1 nanoTesla ainsi que les perturbations magnétiques causées par l'ionosphère martienne. Le baromètre est capable de détecter des fluctuations de 6 millipascals.

#### - Système de déploiement IDS

InSight doit déployer ses instruments une fois arrivé au sol. Ceci sera effectué par l'IDS (Instrument Deployment System) qui comprend un bras articulé assisté de deux caméras. La caméra IDC (Instrument Deployment Camera) a pour rôle immédiatement, après l'atterrissage, de prendre des images en noir et blanc des instruments installés sur la plateforme de l'atterrisseur et de fournir une vue stéréoscopique de la portion de sol où le sismomètre et le capteur de flux de chaleur seront installés. Elle sera ensuite utilisée pour aider les ingénieurs et les scientifiques à déployer les instruments au sol avec le bras. Avec un champ optique de 45 degrés, la caméra fournira également une vue panoramique de l'environnement immédiat du site d'atterrissage. Une deuxième caméra ICC (Instrument Context Camera), analogue aux Hazcam des MER et dotée d'un objectif grand angle de 120 degrés, est montée sous le bord de la plateforme de la sonde et fournira une vue complémentaire sur la zone de déploiement de l'instrument.

#### Les CubeSats MarCO

Deux gros CubeSats expérimentaux, baptisés MarCO (Mars Cube One), sont lancés avec InSight. Ils doivent effectuer un transit autonome vers Mars mais ne disposent pas de capacité de mise en orbite. Durant leur survol de Mars, ils assureront à titre

expérimental le rôle de relais entre la sonde spatiale et la Terre pour la phase d'atterrissage. Le transfert des données sera assuré en parallèle par l'orbiteur martien MRO. Les deux nano-satellites doivent par la suite poursuivre leur vol autour du Soleil. Chaque CubeSat a la forme d'un parallélépipède de 36,6 cm × 24,3 cm × 11,8 cm. Ils disposent de deux panneaux solaires et de deux antennes, qui sont déployées en orbite. La charge utile est constituée par un émetteur/récepteur fonctionnant en UHF (réception) et en bande X (émission et réception). L'antenne utilisée pour les émissions en bande X est une antenne plate qui permet de diriger les émissions comme une antenne parabolique. L'atterrisseur contiendra également deux microprocesseurs de silicium avec plus de 2,4 millions de noms de personnes du public.

INSIGHT sera la 45<sup>ème</sup> mission vers la Planète Rouge. Une vingtaine des missions (en particulier soviétiques ou russes) ont été des échecs. Souhaitons-lui bonne chance.

**Yves Monier,**

*avec l'aide de Wikipédia pour la description des instruments.*

## EXPLORATION ET COLONISATION MARTIENNES À CENTRALE LILLE

Et si nous posions le pied sur Mars dès 2024 ? Va-t-on assister à une aventure martienne conduite par un leader privé ? Quels sont les défis majeurs de la conquête martienne, près de 50 ans après que l'Homme ait marché sur la Lune ? Ce sont les questions qu'a débattues **Richard Heidmann**, vice-président de l'APM, face à un public fortement mobilisé, le mercredi 10 janvier lors d'une conférence organisée à Centrale Lille. Intitulée « L'Homme sur Mars : Pourquoi ? Comment ? Les défis », celle-ci a permis d'exposer les évolutions de l'exploration martienne, en vue d'une future mission habitée vers Mars, alors que les agences spatiales peinent à progresser, faute de politique fixe et de budgets suffisants. Ce fut notamment l'occasion de discuter le projet de SpaceX, fer de lance des acteurs privés bouleversant la donne au travers de technologies et de modèles économiques innovants. Enfin Richard Heidmann aborda les possibilités de colonisation dans les décennies à venir.



*Introduction de la conférence par Antoine Bocquier  
(Chef de projet de Centrale Lille Propulsion)*

Ces thématiques continuent à susciter l'intérêt du public, à en juger par la forte mobilisation des participants. En effet, plus de 170 personnes ont assisté à l'événement, qui a su être communiqué auprès des étudiants du campus et des écoles lilloises, ainsi qu'à des professionnels. L'intérêt pour l'exploration spatiale, en particulier celle de Mars, qui constituera la grande

épopée de notre époque, n'est pas démentie au vu de la variété des formations représentées : écoles d'ingénieurs, de commerce, d'agronomie, ou encore études médicales et sociales... De plus, ce sujet intergénérationnel a pu réunir des enseignants-chercheurs, des professionnels ou encore des anciens de l'École qui se sont joints au public davantage étudiant. Et c'est bien parce que ces étudiants constituent la prochaine génération, qui portera le flambeau, que cet événement fut aussi l'occasion de présenter deux projets en lien avec l'exploration martienne, réalisés en 2011-2013 et 2015-2017 à l'École Centrale de Lille.



*Moment d'échanges et de questions suite à la présentation.*

Le premier ne nous est pas méconnu car il fut réalisé à l'initiative et avec le soutien de l'APM ; il s'agit de « **Mars Zéro-G** », qui consistait en la conception d'un démonstrateur de gravité artificielle et son expérimentation lors d'un vol parabolique, afin de simuler les conditions d'un voyage Terre-Mars. Expérience riche et intense pour **Richard Heidmann** et **Alain Souchier**, qui la suivirent de près, cette collaboration permit l'aboutissement d'un projet ambitieux et porté par des étudiants engagés. C'est donc ainsi que François Noyez a pu retracer ses objectifs, son déroulement ainsi que ses résultats et exposer toute la plus-value qu'il en a retiré.

Le second projet, présenté par Alexis Van Wesemael et Thibault Guidez (étudiants en dernière année) est plus récent : « **Flight To Deep Space** » a eu pour but de réaliser la structure externe d'un nanosatellite à destination de Mars et ayant pour objectif de mesurer les radiations subies durant le trajet (dont la dangerosité continue à faire débat). En collaboration avec l'Observatoire de Paris, ce travail s'inscrit au cœur du projet **BIRDY**, mené avec d'autres écoles et universités internationales, et dont l'initiative a été soutenue par Planète Mars (avec l'implication de **Boris Segret**).

Cette conférence a été initiée et organisée par des étudiants de l'École développant un projet d'avion suborbital, au travers du concours « Défi Aérospatial Etudiant », où ils eurent l'occasion de rencontrer **Alain Souchier**. Ce projet, « Centrale Lille Propulsion », qui se finalisera dans les prochains mois, aura été l'occasion pour eux de partager leur passion auprès d'un public plus large, désireux d'un avenir martien...

**Antoine Bocquier**

Pour revoir la conférence :

<https://www.facebook.com/Centrale-Lille-Propulsion-D%C3%A9fi-A%C3%A9rospatial-%C3%89tudiant-1764091447247815/>

Et pour davantage d'informations sur les projets étudiants :

<http://marszeroq.fr/>

<https://www.facebook.com/FTDSECLille/>

<https://www.facebook.com/Centrale-Lille-Propulsion-D%C3%A9fi-A%C3%A9rospatial-%C3%89tudiant-1764091447247815/>

## LA VIE DE L'ASSOCIATION

Conférence de **Richard Heidmann** à l'École Centrale de Lille le 10 janvier à Centrale Lille, sur les enjeux de la conquête martienne, les dernières avancées et les possibilités de colonisation (compte rendu de l'organisateur page précédente).

Le 17 janvier, à Aubière (sud de Clermont-Ferrand), exposé de **Lucie Poulet**, doctorante, membre et ancienne administratrice de notre association : « Missions de préparation à l'exploration martienne ». Lucie Poulet a, entre autres expériences, passé cinq mois sur un volcan à Hawaï.

Du 24 février au 24 mars, **Yves Tichené** a participé activement à une manifestation centrée sur Mars au Raincy, avec exposition de nos matériels et conférence (« Promenade sur Mars »).

**Jean-Marc Salotti** a donné une conférence au Haillan le 29 mars : présentation de Mars et des projets de missions habitées : études NASA, Mars Semi-Direct et projet SpaceX.

### Un hommage à la carrière d'Alain Souchier

Sur le site du magazine Air & Cosmos, dont Alain était un lecteur fidèle dès le premier numéro, le journaliste Pierre-François Mouriaux, éditeur de la rubrique espace, a présenté un hommage à notre président particulièrement prenant pour tous ceux qui l'ont connu professionnellement et au sein de l'association. En effet, ce texte décrit, de façon complète, l'étonnant bouquet des multiples contributions de notre ami au domaine de l'Espace.

P.F. Mouriaux, qui a côtoyé Alain Souchier en d'innombrables occasions, était particulièrement bien placé pour rédiger cet article ; qu'il en soit remercié. Le lien :

<http://www.air-cosmos.com/alain-souchier-une-vie-pour-l-espace-105725>

Le **Conseil d'Administration** s'est réuni (en physique et par Skype) le 18 janvier. Le compte rendu est disponible en pages des membres de notre site. Parmi les nombreux points abordés, les conséquences de la disparation d'Alain Souchier sur nos prestations en termes d'expositions ont été examinées, sachant qu'il assurait la gestion des matériels et, bien souvent, son acheminement. Nous avons aussi discuté de l'activité de projets étudiants, un outil de promotion et de communication qui s'est développé ces dernières années. A noter également la proposition d'un nouveau logo, qui est sur le point d'aboutir et a fait l'objet d'un sondage auprès des membres.

L'**Assemblée Générale Ordinaire** 2018 s'est tenue le 10 mars, à la Maison des Associations de Paris 14<sup>ème</sup>. Les deux administrateurs sortants, Jean-Marc Salotti et Boris Segret, ont été réélus. Le poste laissé vacant par le décès d'Alain Souchier a conduit à l'élection de **Dominique Ledevin**, membre de longue date, particulièrement active dans l'organisation de manifestations, qui avait été administratrice il y a quelques années, avant de devoir se retirer pour des raisons personnelles. Elle est aussi co-rédactrice de notre ouvrage « Embarquement pour Mars » (aspects médicaux). Nous sommes heureux de la voir revenir au Conseil, et l'en remercions.

Richard Heidmann

## LA PROCHAINE OPPOSITION

La prochaine opposition de la planète Mars aura lieu le 27 juillet 2018. Rappel de quelques notions d'astronomie : l'**opposition** d'une planète désigne la configuration où le Soleil, la Terre et la planète sont alignés au mieux, la Terre étant positionnée entre les deux autres corps (lorsque c'est le Soleil qui se trouve en position médiane, on est en **conjonction**). L'opposition n'implique cependant pas l'alignement parfait des trois astres, car le plan de l'orbite de la planète Mars est incliné de près de 2 degrés

par rapport à celui de l'orbite terrestre.

Elle ne signifie pas non plus que, contrairement à ce qu'on pourrait penser, la distance entre la Terre et Mars passe par un minimum à cet instant précis. Cette fois c'est l'excentricité de l'orbite martienne (le fait qu'elle ne soit pas circulaire mais notablement elliptique) qui est en cause. Ainsi, si l'opposition se produit alors que Mars est sur une portion de son orbite où elle se rapproche du Soleil, le rapprochement extrême se produira un peu après l'opposition, et inversement.

L'opposition de ce mois de juillet 2018 est à première vue alléchante pour les astronomes amateurs, puisque le diamètre apparent de la planète (l'angle sous lequel elle est vue) monte à 24,1 secondes d'arc, ce qui n'est pas loin du maximum absolu de 25,1 secondes d'arc, atteignable lorsque l'opposition se produit alors que Mars est à son périhélie (point de sa trajectoire le plus proche du Soleil), comme ce fut le cas en 2003. Mais malheureusement, du moins en Europe, la Planète rouge se trouve à cette époque très bas sur l'horizon ; en effet elle se situe alors 25° sous l'équateur céleste, soit, à la latitude de Paris, à environ 16° seulement au-dessus de l'horizon. C'est un inconvénient majeur pour les observations télescopiques, car les rayons lumineux provenant de la planète ont à traverser beaucoup plus d'atmosphère terrestre que si on l'observait au zénith, ce qui entraîne une dégradation de l'image, provoquée par les turbulences de l'air. Dommage pour les astronomes amateurs en Europe, à moins d'avoir la chance de profiter de circonstances aéronomiques exceptionnelles... ou de se trouver à une latitude moins boréale...

| date       | diam. apparent<br>(sec d'arc) | distance<br>(ua) | déclinaison |
|------------|-------------------------------|------------------|-------------|
| 27.07.2018 | 24,1                          | 0,386            | -25°30'     |
| 13.10.2020 | 22,3                          | 0,419            | + 5°26'     |
| 28.08.2003 | 25,1                          | 0,373            | -15°48'     |

*L'opposition de cette année comparée à la suivante et à celle, exceptionnelle, de 2003.*

Richard Heidmann

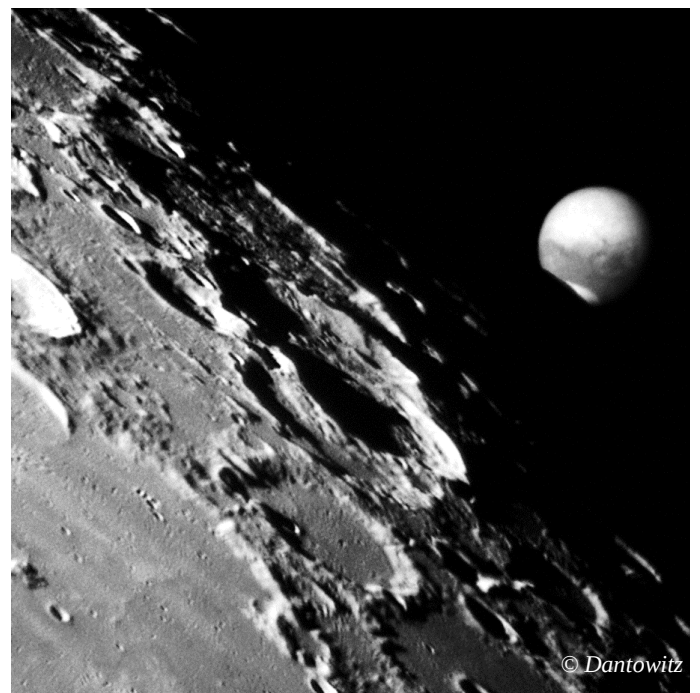


*Image saisissante obtenue peu avant l'opposition périhélique de 2003, illustrant l'éloignement relatif Lune-Mars...*

## SIMULATION AMADEE-18 : DE RETOUR SUR TERRE ...

Le forum spatial autrichien ÖWF a organisé une nouvelle simulation d'exploration martienne en février 2018 dans la région de Dhofar, à Oman, en partenariat avec la Société Astronomique d'Oman.



*Vue d'ensemble de la base de simulation martienne d'Oman. (doc. ÖWF / Florian Voqqueneder)*

La base Martienne, appelée « Kepler Station », est composée de différents modules :

- La partie de droite est composée de 5 modules (3 rectangulaires et 2 de couleur jaune) : les 2 rectangulaires verticaux sont les containers de transport des équipements scientifiques ; le container rectangulaire horizontal contient les toilettes publiques ; la grande tante jaune est l'espace repas qui sert également de zone de stockage de la nourriture ; le dernier petit module accolé à l'espace dîner est la cuisine de la base.

- La partie du haut est composée de 8 modules rectangulaires et un petit module situé à leur gauche : les containers rectangulaires sont les zones de repos. Chaque container peut accueillir jusqu'à 4 membres d'équipage ; le module à gauche est une des expériences, appelée le « Jardin Martien ».

- La partie de gauche est composée de 3 modules : un grand module (regroupant en fait 3 containers) qui est le Centre Opérationnel de la Base, c'est ici que sont situées les consoles permettant d'opérer les expériences scientifiques ; c'est également dans cette pièce que les astronautes analogues enfilent leur combinaison avant chaque sortie extravéhiculaire. Les autres containers rectangulaires permettent de préparer et de tester les rovers, les drones et autres équipements, avant chaque expérience.

-La partie centrale est composée de plusieurs dômes gonflables qui ont permis d'exposer les éléments clés de la mission : un espace mécano pour la réparation de matériels, un espace de test pour le rover autonome Husky, un espace pour la technologie d'impression 3D, un espace dédié aux soins médicaux et équipements sportifs, ainsi qu'un hall central d'exhibition pour les diverses présentations et conférences médiatiques qui ont eu lieu la première semaine.

L'opération s'est déroulée sur tout le mois de février, la première semaine de février étant réservée à la préparation de la base et des équipements. Les trois autres semaines ont été consacrées à la phase d'isolement total et au déroulement proprement dit des expériences sur le terrain.

Toute l'association APM s'est mobilisée durant ces 4 semaines pour vous faire partager cette aventure extraordinaire. Une page Internet a d'ailleurs été dédiée à cette simulation sur notre site, que je vous invite à consulter.

Retour sur quelques faits marquants que vous pouvez suivre également ici :

- page APM dédiée à cette simulation :

- <http://planete-mars.com/simulation-amadee-18/>

- vidéos des expériences phares AMADEE-18 :

- <https://www.youtube.com/user/alinedecadi1>

### Quelques chiffres clés à retenir

Une centaine de personnes venant de 25 pays différents ont participé à cette mission d'exploration martienne AMADEE-18 :

- 15 d'entre elles faisaient partie de l'équipe déployée sur le terrain MARTIEN, et nommée « Field Crew ». Cette équipe est restée en contact régulier avec

- le Centre de Contrôle et de Support de Mission sur TERRE, appelé « Mission Support Center (MSC) ».

Une vingtaine d'expériences ont été déroulées dans le désert d'Oman. La mission affiche un total de 104 heures de simulation analogue dans cet environnement martien.

### Etape de préparation de mission (longue de 18 mois)

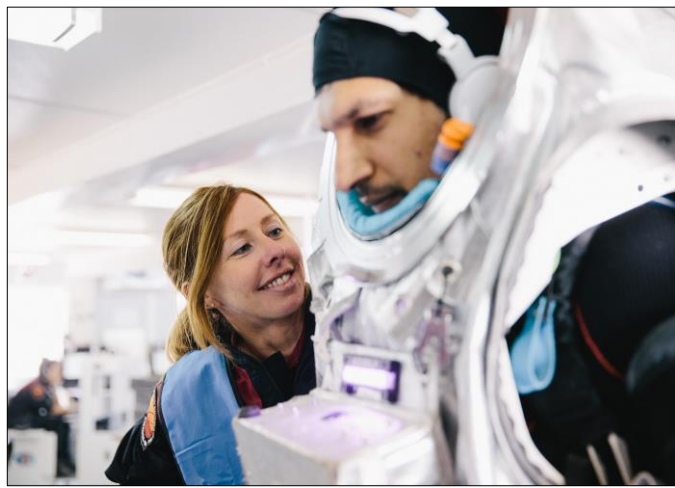
Nous sommes, **Aline Decadi**, **Guillaume Thirion** et **Stephan Gerard**, trois membres actifs de l'Association Planète Mars, passionnés par l'exploration martienne. Nous avons été qualifiés pour cette mission après plus d'un an de formations diplômantes et de répétitions des expériences et procédures.

Guillaume et Stephan ont occupé des postes clés au sein du Centre de Support de Mission basé au Tyrol.

Guillaume a occupé le rôle de EARTHCOM (pour Earth Communicator), unique lien entre la TERRE (MSC) et MARS (Field Crew).

Depuis la Terre, ils ont communiqué avec Aline et les autres membres de la base martienne par tchat interposé durant le déroulement des expériences.

Stephan a occupé la fonction de RECORDS (qui signifie enregistrements en français) : cette position consiste à collecter tous les événements internes des équipes travaillant en parallèle, permettant de veiller au bon déroulement de la mission depuis le Centre de Contrôle (MSC).



*Aline configurant les systèmes de survie et de communication de la combinaison AOUDA. (doc. ÖWF / Florian Voggeneder)*

### Mon expérience sur le terrain martien

Pour ma part, j'ai eu la chance de faire partie de l'équipe envoyée sur le terrain martien. Les expériences à dérouler étaient très diverses. En voici quelques exemples :

**Ont collaboré à ce numéro :** Antoine Bocquier, Pierre Brisson, Philippe Clermont, Aline Decadi, Richard Heidmann, Yves Monier.

**Achevé d'imprimer :** Objectif numérique 56100-Lorient.  
Dépôt légal : avril 2018

- utilisation de robots pour l'exploration des terrains (e.g. études spectrométriques), pour la modélisation des différentes couches du sous-sol (à la recherche de traces d'eau) ;

- élaboration d'outils 3D ;

- essai de drone en navigation autonome ;

- utilisation d'outils de réalité virtuelle ;

- culture de plantes hors-sol ;

- études comportementales et psychologiques.

Je vous invite à consulter les vidéos tournées sur le terrain pour illustrer les différentes expériences ainsi que le déroulement de nos journées.

Au sein de l'équipe « Field Crew », j'étais en charge d'effectuer les tâches nécessaires à la préparation et au bon déroulement des expériences :

- préparation de la combinaison spatiale des astronautes (combinaison autonome contenant les systèmes de survie et de communication avec la base) ;

- préparation des procédures à dérouler ;

- responsable sécurité de la mission ;

- opérateur en charge de la communication avec la TERRE.

J'ai été formée à tous ces postes en vue de cette mission. Il s'agit donc d'une expérience très polyvalente, où le mot d'ordre est travail en équipe, rigueur et acharnement.

### Expérience concrète et opérationnelle

Cette expérience incroyable m'a beaucoup appris sur la préparation et de déroulement d'expériences scientifiques de terrain, en particulier sur le contenu technique des objectifs de mission. Mais aussi :

- sur les conditions opérationnelles qui influent sur la réussite de la sortie extravéhiculaire (EVA) ;

- sur la mise en œuvre des procédures qui peut s'avérer parfois complexe voire impossible à dérouler une fois sur le terrain avec une combinaison de presque 50 Kg.



*« Astronautes analogues » portant la combinaison AOUDA, développée par ÖWF. (doc. ÖWF / Florian Voggeneder)*

Les résultats des expériences seront présentés fin Mai à l'occasion d'un workshop organisé par ÖWF. Je ne manquerai pas de vous tenir informé des principaux éléments.

**Aline Decadi**