



Observatoire Jean-Marc Becker.  
34 Avenue de l'Observatoire  
Parc de l'Observatoire  
25000 Besançon

[contact@aafc.fr](mailto:contact@aafc.fr)

[www.aafc.fr](http://www.aafc.fr)

## Lettre Astro n°60 Janvier - Février 2019

Prochaines soirées publiques gratuites d'observation :  
Mardis 8 janvier et 5 février - 20 h 30

Vous pouvez faire suivre cette lettre à vos amis, curieux d'astronomie ...

### LES PLANÈTES EN JANVIER - FÉVRIER :

- **MERCURE** : Présente sur l'horizon **Est-Sud-Est** une heure avant le lever du Soleil durant la première semaine de la période, elle se rapproche de l'astre du jour et devient inobservable les dernières semaines de janvier. On peut de nouveau l'admirer dans notre ciel du soir sur l'horizon **Ouest-Sud-Ouest** à partir du 10 février.
- **VÉNUS** : Elle est très facile à trouver dans le ciel du matin où elle se lève près de quatre heures avant le Soleil, tout d'abord sur l'horizon **Est-Sud-Est** puis **Sud-Sud-Est**. Avec un instrument on peut observer son petit croissant qui diminue progressivement de diamètre avec le temps.
- **MARS** : Toujours visible mais de moins en moins brillante dans la constellation des Poissons, puis du Bélier à partir du 13 février, on peut la suivre pendant la première moitié de la nuit.
- **JUPITER** : Dans la constellation d'Ophiuchus, elle se lève quelques heures avant le Soleil au dessus de l'horizon **Est-Sud-Est** puis **Sud-Sud-Est**. Avec une magnitude proche de  $-2$ , elle est très facilement repérable et son observation avec une paire de jumelles permet d'admirer le ballet incessant de ses satellites galiléens.

- **SATURNE** : En conjonction avec le Soleil le 2 janvier, donc invisible, on peut la voir réapparaître une heure avant notre étoile dans notre ciel du matin sur l'horizon **Est-Sud-Est** à partir du 20 du même mois. Présente dans la constellation du Sagittaire et se levant de plus en plus tôt, elle reste malheureusement très basse sur l'horizon pendant toute la période.

## **LE CARNET DES RENDEZ-VOUS ASTRONOMIQUES (temps civil)**

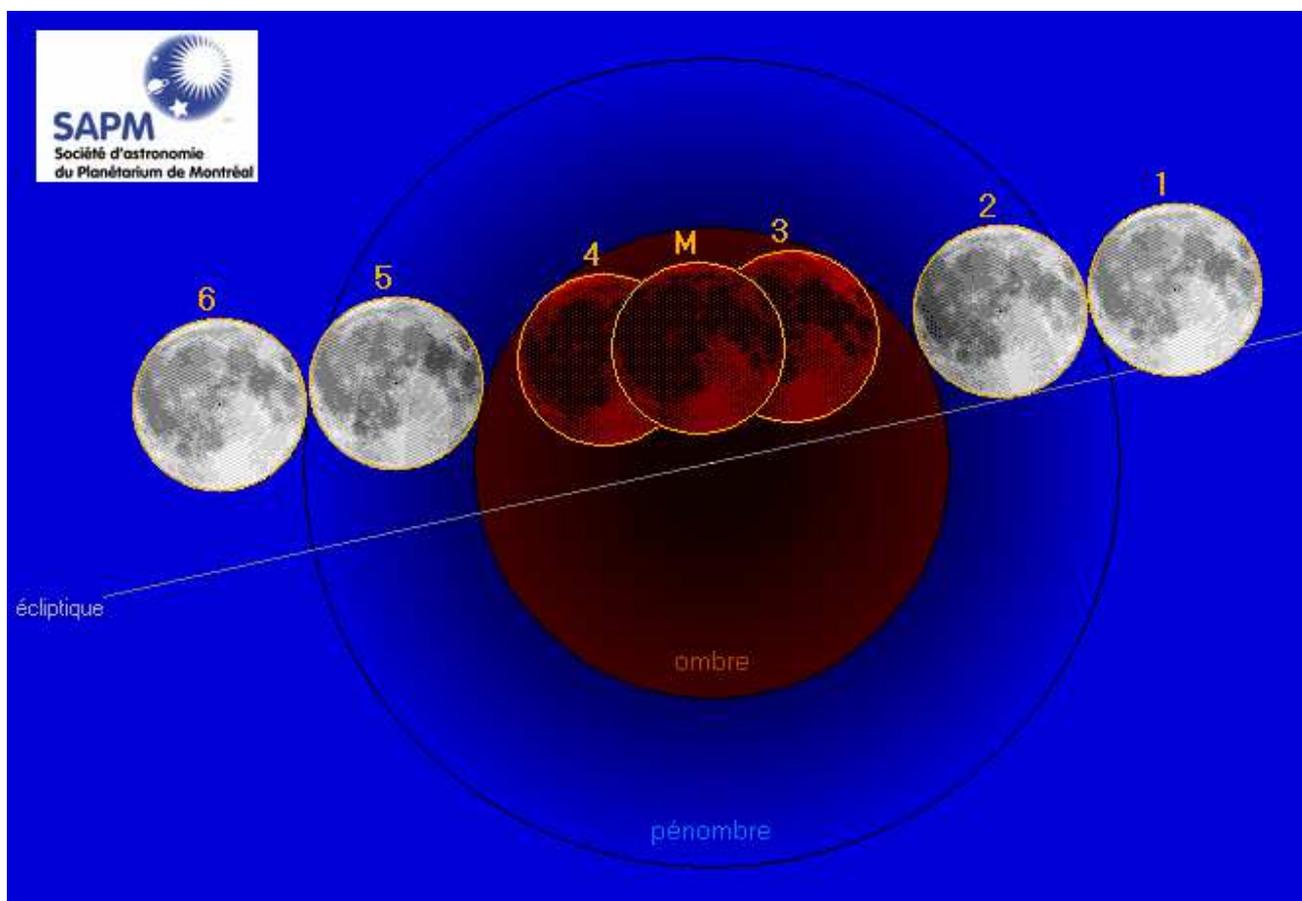
- **01 janvier** : Conjonction entre la Lune et Vénus sur l'horizon **Sud-Est** avant le lever du Soleil. Ce spectacle se reproduit les deux matins suivants avec Jupiter et Antarès dans le même champ d'observation.
- **03 janvier** : La Terre passe au périhélie de son orbite ce jour là à 06h 20min. On est donc à une distance minimale du Soleil, soit 147 097 230 km<sup>1</sup>. Indiquons que notre planète passera à son aphélie, à 152 092 504 km, le 3 juillet prochain.
- **04 janvier** : Maximum d'activité de l'essaim des Quadrantides (radiant<sup>2</sup> entre la tête du Dragon et les étoiles Alcor et Mizar de la Grande Ourse) avec un flux pouvant atteindre 60 à 200 « étoiles filantes » à l'heure. A quelques jours de la Nouvelle Lune nous ne serons pas gênés par sa luminosité.
- **04 janvier** : Conjonction entre la Lune et Mercure peu avant le lever du Soleil sur un horizon **Sud-Est** bien dégagé car Mercure est très basse.
- **06 janvier** : Éclipse partielle (grandeur maximale de 0,715) de Soleil invisible en France. On pourra la suivre depuis l'Est de l'Asie et le Nord de l'Océan Pacifique.
- **13 janvier** : Conjonction entre la Lune et Mars en tout début de soirée sur l'horizon **Sud-Sud-Ouest** (séparation angulaire de 6°).
- **16 janvier** : Maximum d'activité de l'essaim des  $\delta$  Cancriques (radiant à proximité de l'amas de la Crèche M44) qui est associé à la comète C/1931 P1 Ryves et avec un flux peu important ces dernières années d'une dizaine d'« étoiles filantes » à l'heure.
- **16 janvier** : Conjonction entre Jupiter, Vénus et Antarès peu avant le lever du Soleil sur un horizon **Sud-Est** bien dégagé. Ces retrouvailles se reproduiront plusieurs matins de suite.

---

<sup>1</sup> Rappelons qu'en 2018 la Terre était passée à son périhélie ce même jour mais à 06h 35min et à une distance du Soleil, de 147 097 230 km. Ces petites différences sont liées au fait que les interactions gravitationnelles entre tous les objets du Système solaire sont multiples et modifient sans cesse – mais faiblement – les caractéristiques de toutes les orbites.

<sup>2</sup> Le radiant d'un essaim de météorites est la région de la voûte céleste où semblent converger le prolongement des traces lumineuses laissées par les poussières se consumant dans l'atmosphère terrestre.

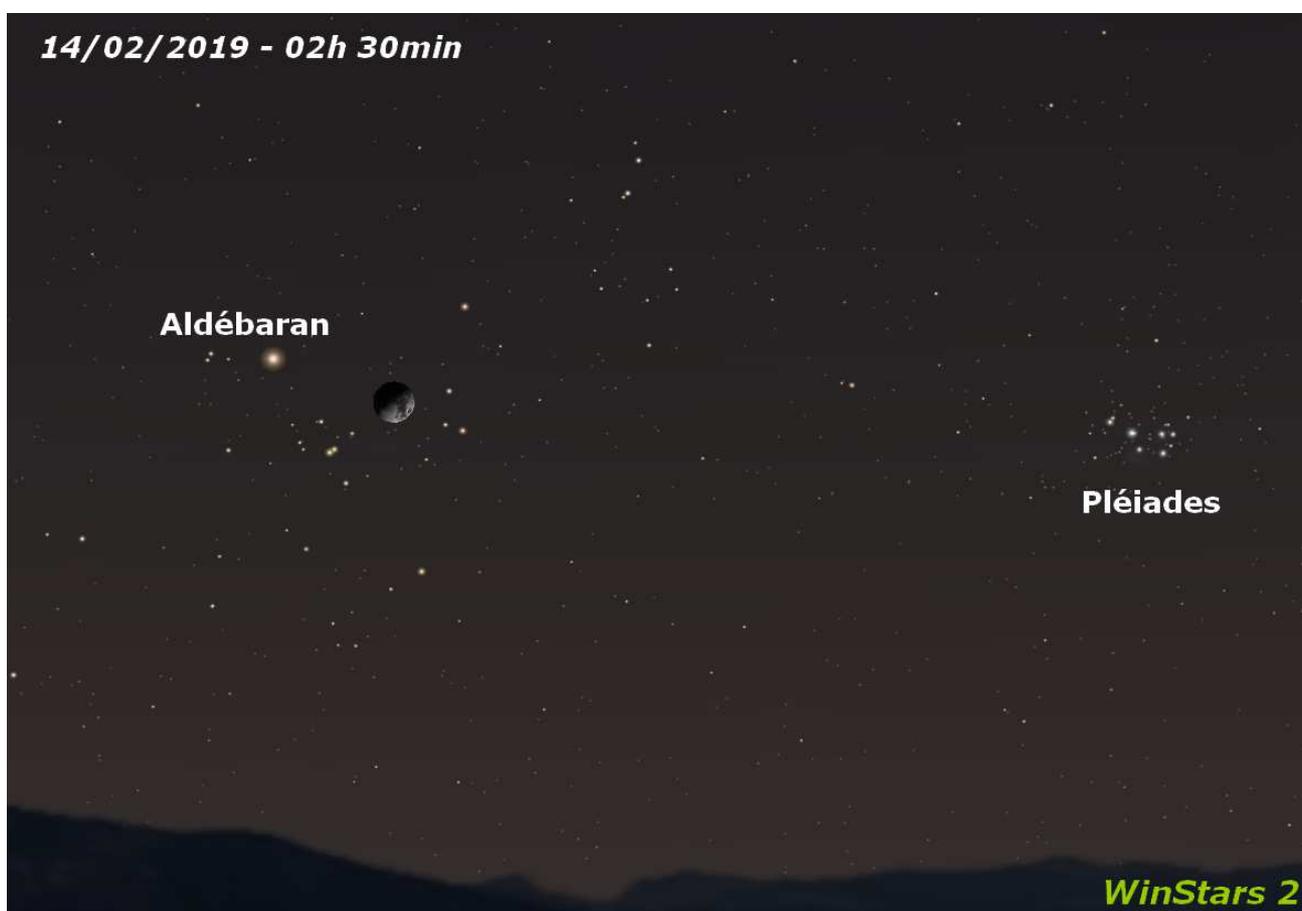
- **19 janvier** : Les quatre principaux satellites de Jupiter sont alignés dans l'ordre Io, Europe, Ganymède et Callisto à l'est de la planète. Beau spectacle avec une paire de jumelles.
- **21 janvier** : Éclipse totale de Lune qui suit l'éclipse partielle de Soleil du 06 janvier. À Besançon, les différentes phases obéiront à la chronologie suivante :



<u>Événement</u>	<u>Heure (TL)</u>	<u>Hauteur</u>
Entrée dans l'ombre (2)	04h 34min	37°
Début de la totalité (3)	05h 41min	26°
Maximum (M)	06h 12min	20°
Fin de la totalité (4)	06h 43min	16°
Sortie de l'ombre (5)	07h 51min	05°
Coucher de la Lune	08h 24min	

- **26 janvier** : Conjonction entre la Lune et Spica ( $\alpha$  de la Vierge) en fin de nuit sur l'horizon **Sud** (distance angulaire 7,3°).
- **30 janvier** : Conjonction entre la Lune, Antarès ( $\alpha$  du Scorpion), Jupiter et Vénus un peu avant le lever du Soleil sur l'horizon **Sud-Sud-Est**.

- **02 février** : Conjonction entre la Lune et Saturne sur l'horizon **Sud-Sud-Est** une heure et demie avant le lever du Soleil, assez bas sur l'horizon. Sur la quasi totalité du territoire français on assistera à une occultation.
- **10 février** : Conjonction entre la Lune et Mars sur l'horizon **Ouest-Sud-Ouest** un peu après le coucher du Soleil (distance angulaire  $6^\circ$ ) dans la constellation des Poissons.
- **12 février** : Premier maximum de l'année pour l'équation du temps (voir LA n° 58 et 59 pour plus de détails) avec une valeur de +14min 13s.
- **14 février** : Conjonction entre la Lune et Aldébaran ( $\alpha$  Taureau) durant la nuit sur l'horizon **Ouest** (distance angulaire  $1,7^\circ$ ).



- **18 février**: Conjonction entre Vénus et Saturne observable une heure et demie avant le lever du Soleil sur l'horizon **Est-Sud-Est** (distance angulaire  $1,1^\circ$ ).
- **23 février** : Conjonction entre la Lune et Spica ( $\alpha$  de la Vierge) en fin de nuit sur l'horizon **Sud-Sud-Ouest** (distance angulaire  $7,2^\circ$ ).
- **26 février** : Bel alignement des quatre principaux satellites de Jupiter (Io, Europe, Ganymède, Callisto) à l'Ouest de la planète. Beau spectacle avec une paire de jumelles.

- **27 février** : Conjonction entre la Lune et Jupiter dans Ophiuchus un peu avant le lever du Soleil sur l'horizon **Sud-Sud-Est** (séparation angulaire de 2,3°).

## **AUTRES CURIOSITÉS : LA SONDE INSIGHT S'EST POSÉE SUR MARS**

Le 5 mai dernier s'envolait la mission InSight en direction de la planète Mars depuis la base de Vandenberg de l'US Air Force en Californie. Elle fait partie du programme Discovery de la NASA pour des missions scientifiques très ciblées et posant des questions fondamentales sur l'histoire du Système solaire. Rappelons en quelques mots le but de cette mission.

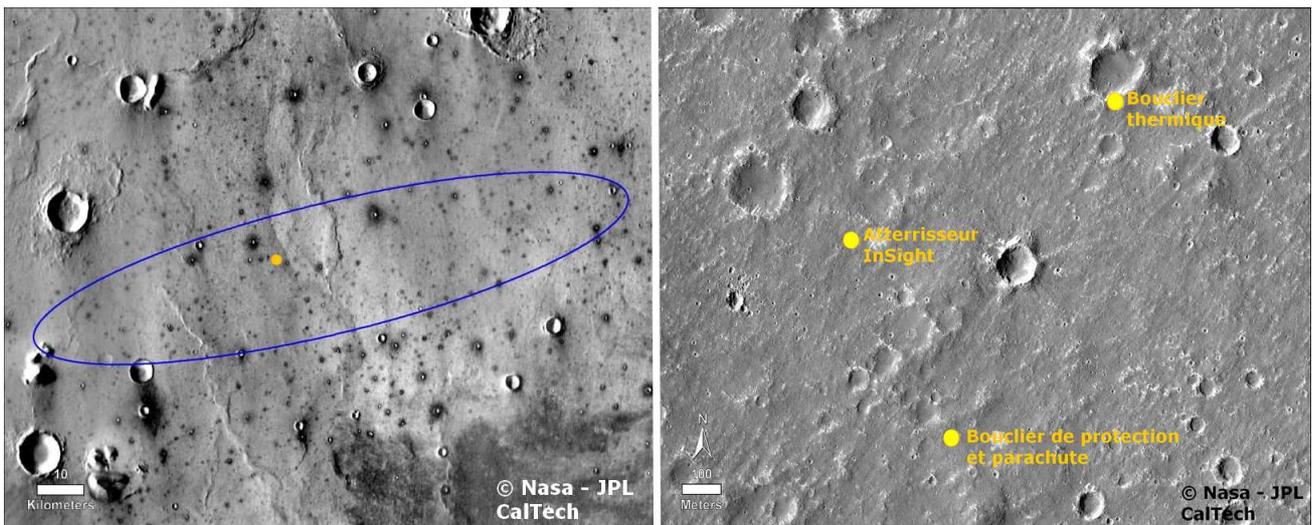
InSight, acronyme anglais signifiant « *exploration interne utilisant les études sismiques, la géodésie et la mesure du transfert de chaleur* », est un atterrisseur conçu pour faire des recherches relatives à la structure interne de la planète rouge. Il s'agit du premier explorateur robotisé chargé d'étudier les couches internes de Mars, c'est à dire sa croûte, son manteau et son noyau. L'étude de la structure profonde de cette planète doit répondre à des questions importantes sur la formation des planètes rocheuses de notre Système solaire interne - Mercure, Vénus, Terre et Mars - il y a plus de 4,5 milliards d'années. Pour cela InSight doit mesurer l'activité tectonique et les impacts actuels des météorites sur Mars ainsi que le flux thermique en provenance des couches intérieures de la planète. L'atterrisseur utilise des instruments de pointe pour écouter les soubresauts de Mars et creuser en profondeur sous la surface afin de rechercher les traces des processus ayant formé les planètes telluriques. Pour étudier le premier de ces paramètres InSight est équipé d'un sismomètre, SEIS, développé dans des laboratoires français pilotés par le CNES.

La fusée qui a lancé InSight transportait également deux mini-engins spatiaux appelés Mars Cube One, ou MarCO, faisant partie d'une expérience technologique distincte de la NASA. Ces CubeSats de la taille d'une valise et d'un poids d'une dizaine de kg ont emprunté leur propre chemin vers Mars derrière InSight. Leur objectif était de tester dans l'espace lointain de nouveaux équipements de communication de très petite taille. De plus, si les MarCO parvenaient jusqu'à Mars, il était prévu qu'ils relayent les données d'InSight lors de son entrée dans l'atmosphère martienne. Il s'agit du premier test sur une autre planète de la technologie miniaturisée CubeSat, grâce à laquelle les chercheurs espèrent pouvoir offrir de nouvelles capacités aux futures missions. Le succès d'InSight est cependant indépendant de cette autre expérience CubeSat.

Mais pour pouvoir utiliser tous ces outils, la sonde InSight devait auparavant réussir sa descente vers le sol de Mars. Car tout l'enjeu était là, sachant que sur 19 tentatives d'atterrissage depuis 1971, seules 7 ont été réussies ! Cette phase indispensable précédant la mise en route du programme scientifique prévu était donc particulièrement délicate et le 26 novembre dernier, un peu avant 21h, toutes les équipes et les passionnés étaient sur le pied de guerre pour suivre ce que la Nasa avait désigné comme « 7 min de terreur » ! Après avoir parcouru 480 millions de km et

distante de 148 millions de km de la Terre, la sonde a enclenché à 20h 45 son programme d'atterrissage. Rappelons que le terme « amarsir » n'existe pas et que, hormis pour la Lune sur laquelle on peut « alunir », l'arrivée d'un engin spatial sur n'importe quel objet est désigné par le mot « atterrissage ».

Bien entendu, à cette distance, aucune intervention humaine de pilotage n'était possible, les signaux de télécommande mettant plus de 8 min pour parvenir à bon port : l'ensemble de la procédure était automatisé et sous le contrôle exclusif de l'ordinateur de bord. L'objectif de l'opération était de ramener la vitesse de la sonde d'une valeur de 20 000 km/h lors de son entrée dans l'atmosphère martienne à une valeur quasi-nulle lors du contact avec le sol. Pour cela plusieurs techniques ont été utilisées. Tout d'abord un bouclier thermique situé sur l'avant a freiné le mouvement du fait des frottements très importants qui ont amené sa température à la valeur considérable de 1 500 °C. Vers une vitesse de 1 600 km/h un parachute s'est déployé alors que le bouclier thermique était largué. Trois minutes plus tard, alors que la vitesse était descendue à 250 km/h, le parachute a été largué à son tour, le train d'atterrissage déployé et un radar d'altitude mis en route pour mesurer la distance au sol. Lorsque cette dernière ne fut plus que de 1 200 mètres les rétro-fusées ont été allumées pour amener au sol l'atterrisseur à une vitesse proche de zéro : il était 20h 54 min, heure française.



L'atterrissage s'est déroulé à proximité du centre de l'ellipse d'incertitude (130 km de long sur 27 de large. Sur le document de droite, emplacement au sol des éléments accompagnant la descente.

Quelques minutes plus tard les panneaux solaires se sont déployés sans encombre et les premières photographies de la sonde sur son lieu d'implantation nous sont parvenues. On en trouvera de nombreuses sur le site Thomas Apéré en suivant le lien <https://www.flickr.com/photos/thomasappere/> .

Le scénario prévu a donc été suivi à la perfection : la sonde était posée sur Elysium Planitia, une immense plaine volcanique de 7 millions de km<sup>2</sup> proche de l'équateur, ce qui va lui permettre de bénéficier d'un ensoleillement maximum tous les jours de l'année. Les panneaux solaires de l'atterrisseur pourront ainsi fonctionner et alimenter en électricité les équipements de bord et instruments scientifiques durant toute la durée

de la mission, exceptée durant les tempêtes de sable bien évidemment. Ensuite, le lieu d'arrivée est un ancien cratère dont le fond est rempli de sable ; c'est une surface horizontale, lisse et recouverte d'une fine couche de poussière sur laquelle les rochers sont rares. La roche sous-jacente est constituée essentiellement de régolites relativement tendres provenant de l'altération dans le temps des matériaux superficiels et dans lesquels le perforateur d'InSight pourra creuser sans difficulté.



Panorama du site d'atterrissage obtenu en composant 23 clichés de la sonde (Thomas Apéré)

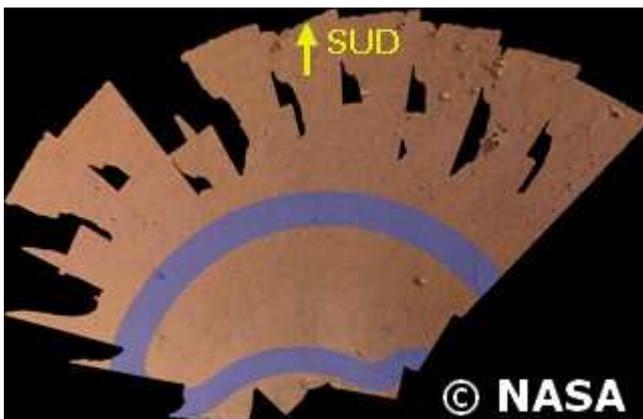
Quelles étaient les phases suivantes prévues de la mission ? Tout d'abord les ingénieurs du JPL et les scientifiques des laboratoires impliqués dans la mission ont lancé une batterie de vérification avant de débiter la seconde étape de la mission : déposer sur le sol martien les instruments scientifiques du sismomètre SEIS et de la sonde thermique HP3.



La photographie ci dessus est un autoportrait d'InSight sur lequel on peut voir les deux panneaux solaires déployés, le sismomètre (boîte brune) et son cache de protection (gris) juste derrière.

Pour cela des images du sol martien ont été réalisées grâce à la caméra présente sur le bras manipulateur afin de déterminer les zones exemptes de cailloux ou de rochers qui auraient pu gêner la meilleure pose de l'instrument SEIS. C'est la première fois que

l'on posait un sismomètre sur une autre planète<sup>3</sup> et ce dernier doit être placé sur une surface la plus plate et horizontale possible. Habituellement sur Terre, les sismologues posent le sismomètre, vérifient son bon fonctionnement et reviennent éventuellement le déplacer pour améliorer le contact avec le sol. Sur Mars on n'avait droit qu'à un seul essai qui, de plus, est entièrement automatisé. Le bras de déploiement ne se sépare pas tout de suite de SEIS et tant qu'il est encore accroché, on peut le changer de position, mais une fois le grappin décroché, il n'est plus possible de déplacer SEIS. Sur Terre, au JPL en Californie, les ingénieurs ont alors pu réaliser une répétition du déploiement de SEIS grâce à une maquette représentant à la même échelle l'environnement de l'atterrisseur martien en s'inspirant des images provenant des caméras de l'engin spatial. L'équipe a ensuite pelleté, tamisé et ratisé un lit de roche broyée destiné à simuler le sable martien. La recherche du meilleur emplacement pouvait commencer. Elle a été assez facile car InSight a atterri sur le bord d'un ancien cratère rempli de sable. Une grande partie de la zone de travail est très dégagée : le site d'atterrissage est très plat, presque horizontal et ne compte quasiment aucun caillou et rocher dans la zone de travail. Comme on le souhaitait, l'atterrisseur s'est posé avec ses panneaux solaires orientés dans la direction Est - Ouest et le secteur de déploiement des instruments situés devant le bras robotique fait face au sud.



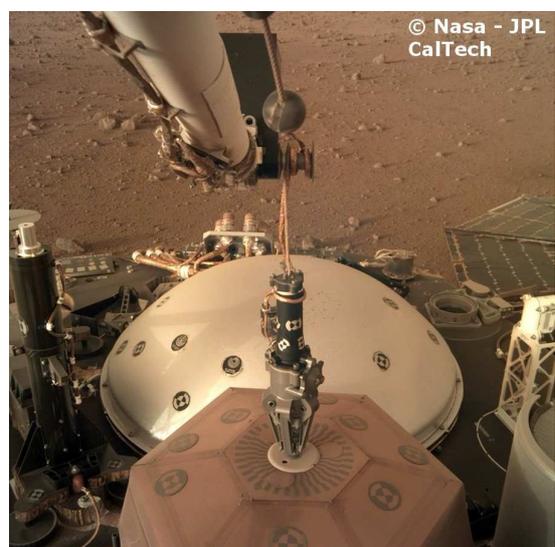
En violet, les zones envisagées de positionnement du sismomètre dans l'environnement de InSight.

Après deux semaines d'études et de réflexions, le lieu et la chronologie de ce déploiement a été décidé le 13 décembre, après que les équipes scientifiques eurent déterminé une aire convenable d'installation. Le 16 décembre le bras mécanique a saisi le sismomètre avec sa

pinces en acier et le jour suivant le programme des commandes à été envoyé au robot.

Puis, le 19 décembre, il a délicatement soulevé l'instrument pour le déposer à 1,6 m de l'atterrisseur. Il n'a fallu que 45 minutes pour que le bras mécanique de la sonde InSight ne dépose au sol le premier sismomètre chargé d'enregistrer les « tremblements de Mars ».

Mais l'opération de déploiement n'est pas encore terminée. Il faudra ensuite que le bras manipulateur saisisse un capot métallique et qu'il le dépose sur le sismomètre. Ainsi, ce capteur extrêmement sensible ne sera gêné ni par le vent de la faible atmosphère martienne, ni



<sup>3</sup> Les atterrisseurs Viking disposaient d'un sismomètre mais intégré à l'appareil. Ils n'ont pas donné de résultats probants, mis à part la détection des mouvements atmosphériques (vents).

par les variations de température, et pourra enregistrer sans perturbation les plus faibles mouvements de la croûte de la planète. Cette dernière manœuvre devrait intervenir dans les premiers jours de janvier 2019. Quelques jours après HP3, de fabrication allemande, débutera son forage de 5 m de profondeur destiné à mesurer le flux de chaleur en provenance du sous-sol de Mars. C'est alors que le sismomètre pourra débuter ses observations car tant que le forage et les vibrations générées ne seront pas terminés SEIS restera en sommeil.

La durée prévue de la mission est de deux ans mais elle sera bien sûr prolongée si tout se passe bien. De plus, les mesures de InSight seront associées à celles obtenues par les différents engins travaillant encore dans l'environnement de Mars afin d'enrichir les modèles développés pour répondre aux nombreuses questions à propos de l'histoire de la planète rouge. On aura donc souvent l'occasion dans cette LA bimestrielle de revenir sur l'évolution de cette mission.

## **DERNIÈRES MINUTES :**

**31 décembre 2018 : la sonde OSIRIS Rex (NASA) se met en orbite autour de l'astéroïde Bennu à une altitude 1,6 km**

**01 janvier 2019 : La sonde New Horizons (NASA) frôle l'astéroïde Ultima Thulé, à 6,6 milliards de km, et nous en envoie les premières images.**

**03 janvier 2019 : L'atterrisseur Chang'e 4 (CNSA Chine) se pose sur la face cachée de la Lune et y déploie un engin mobile d'exploration, Yutu 2 pendant que la sonde Queqiao en orbite relaie les communication avec la Terre.**

## **CONFÉRENCES DE L'OBSERVATOIRE 2017 / 2018 :**

**9 mars 2019 à 14h – salle de conférence de l'Observatoire**

**Gaia : une vision en trois dimensions de la Voie Lactée**

*Céline Reylé – Astronome à l'Observatoire de Besançon*

Lancé en 2013, le satellite Gaia de l'agence spatiale européenne a l'objectif très ambitieux de cartographier plus d'un milliard d'étoiles, en estimant la distance qui les sépare de la Terre ainsi que leurs mouvements dans l'espace. Si ce nombre est exceptionnellement élevé, la précision avec laquelle ils seront localisés le sera tout autant. Cette précision pourra aller jusqu'à 7 microsecondes d'arc (soit la taille d'une pièce de 20 centimes vue à la surface de la Lune). Grâce aux observations de Gaia, les astronomes tentent de lever le voile sur la formation, la structure et de l'histoire de la Voie Lactée.

**11 mai 2019 à 14h – salle de conférence de l’Observatoire**

## **La matrice de Google et l’algorithme de recherche PageRank**

*José Lages – Maître de conférences à l’Université de Franche-Comté*

Nous présenterons l’algorithme PageRank proposé en 1998 par Sergey Brin et Larry Page cofondateurs de l’entreprise Google (maintenant Alphabet). Cet algorithme est à l’origine du succès phénoménal du moteur de recherche commercial Google utilisé sur toute la planète plus de 3.5 milliard de fois par jour. L’algorithme PageRank est basé sur le modèle du "surfeur aléatoire" qui sonde de proche en proche les quelques 4.5 milliards de pages indexées du World Wide Web (WWW). Ce processus stochastique est en fait un processus de chaîne de Markov (1906) bien connu des mathématiciens et des physiciens, il peut être modélisé par une matrice : la matrice de Google. Nous verrons comment les propriétés élémentaires de cette matrice permettent de classer de manière efficace et rapide un très grand nombre de pages web. Cette matrice de Google, devenue un objet de recherche à part entière, est utilisée également pour sonder l’information enfouie dans toutes sortes de réseaux complexes autres que le WWW. Nous présenterons ainsi des applications récentes de la matrice de Google en biologie, plus particulièrement en oncologie (ex : réseau de protéines en interaction), en sciences humaines (ex : réseau des articles Wikipédia, ...), en économie (ex : réseau des transactions du commerce international, des transactions bitcoin, ...), ..

**À BIENTÔT SUR TERRE**

**L’AAFC**