



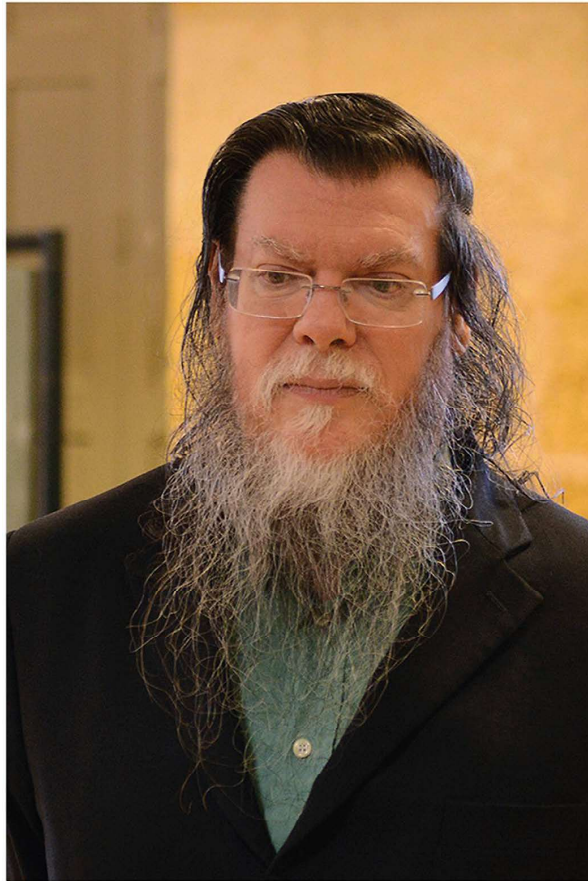
Le Mois scientifique d'Aquitaine

Mai-juin 2021 n°419/420

<http://www.usaquitaine.fr>

Cet édito est le dernier de M. Jean-Paul Casse

édito



M. Jean-Paul Casse
21/05/1960 - 26/04/2021

Logée dans des conditions indignes et inacceptables, la Société spéléologique et préhistorique de Bordeaux (SSPB), ayant trouvé un autre point de chute, devait quitter l'Union scientifique au 31 décembre 2020. C'est pourquoi son espace avait disparu de la page « Permanences et vie des sociétés ». Cet espace réapparaît dans ce numéro, conséquence des restrictions de ces derniers mois : le déménagement n'a pu se faire et la SSPB reste, tout au moins pour 2021, au sein de l'USA.

Les mesures gouvernementales annoncées fin mars affectent les activités de nos sociétés, suspendant conférences, réunions diverses, et jetant de noirs nuages d'incertitudes sur les sorties prévues. Le voyage d'étude sur les pas des mobiles du 5^e bataillon de la Gironde est ainsi ainsi reporté, sinon annulé. Ô virus suspends ton vol ! Il y a comme un flottement dans l'air printanier qui devrait être léger.

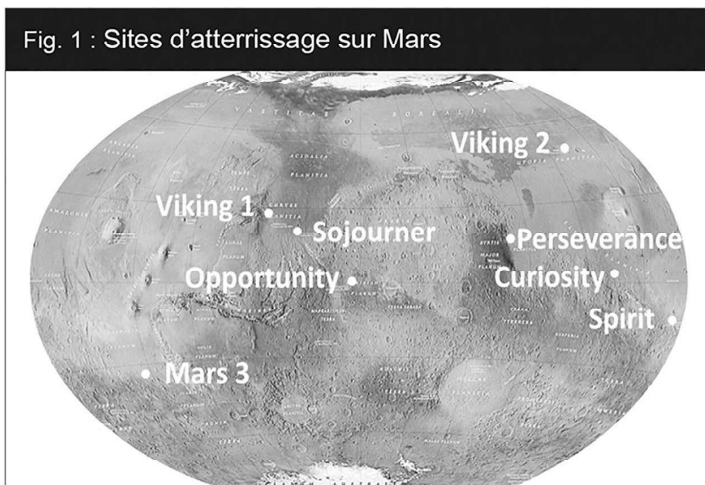
Désinvolture ou arrogance, déclaration de guerre, sidération, défenseurs et volontaires applaudis, recherche de stratégies et solutions salvatrices, ralentissement économique, aides au plus démunis, fermeture temporaire des cafés et salles de spectacles, appels insistants des autorités auprès du public à se faire vacciner, création de lit notamment à Bagatelle... la pandémie de covid-19 ? La guerre franco-prussienne et l'épidémie de variole noire qui sévit de l'automne à l'hiver 1870-1871. Le parallèle entre ces événements de nature diverse est instructif quant aux réactions et au sentiment public, grandement comparables d'une époque à l'autre.

Pour terminer sur une note plus colorée, l'article de cette livraison vous invite en ce printemps à rouler sur Mars, loin des soucis terre-à-terre. Bonne lecture !

Jean-Paul Casse
Président de l'Union scientifique d'Aquitaine

Rovers sur Mars : toute une aventure !

Fig. 1 : Sites d'atterrissage sur Mars



Quatrième planète du système solaire à partir du Soleil, Mars est une fois et demie plus éloignée du Soleil que la Terre. Cette planète tellurique deux fois plus petite que la Terre s'est formée en même temps que la nôtre il y a 4,6 milliards d'années, tourne sur elle-même en 24 h 30 minutes et met un an et sept mois pour faire un tour complet autour du Soleil. Sa surface, froide, venteuse et désolée, offre un relief varié révélant une géologie complexe. On y trouve le plus haut volcan du Système solaire, *Olympus Mons*, haut de 22,5 km et un grand canyon, *Valles Marineris*, long de 3 770 km et profond de 5 000 mètres. Mars possède une très fine couche atmosphérique, 150 fois moins dense que la nôtre, composée essentiellement de gaz carbonique. Son surnom de « planète rouge » vient de la couleur perçue, due à l'abondance d'oxyde de fer en surface.

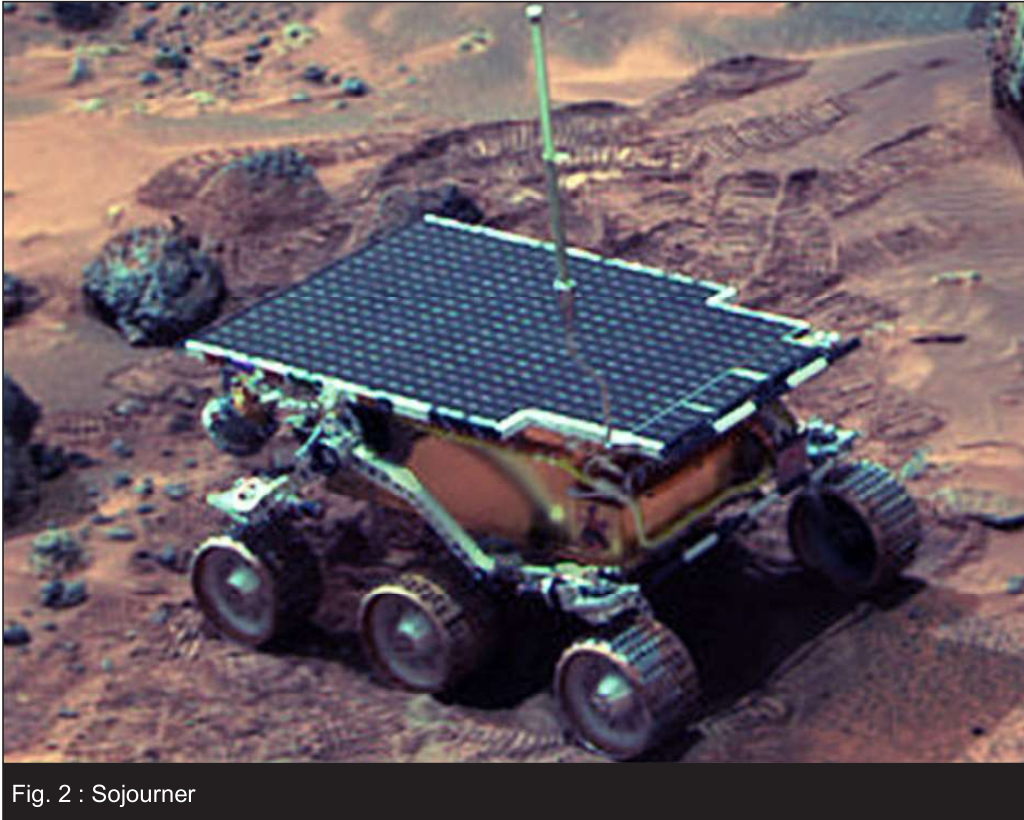


Fig. 2 : Sojourner

Observation de Mars avant l'ère spatiale

Mars est facilement visible à l'œil nu du fait de sa luminosité importante, son absence de scintillement (qui distingue les planètes des étoiles), sa couleur rouge et son mouvement apparent erratique dans le ciel. Son observation est mentionnée tôt dans l'Antiquité occidentale et orientale. Sa couleur et son mouvement firent que les Grecs la nommèrent Arès, et les Romains Mars, nom du dieu de la guerre et du désordre dans leur mythologie. À noter que le mot planète vient du grec ancien *πλανήτης* (*planētēs*), issu de *πλανήτης ἀστήρ* (*planētēs astēr*), qui signifie « astre errant », par opposition aux étoiles qui sont « les fixes » sur la voute céleste. Les dénominations choisies par de nombreuses autres civilisations (de l'Égypte à l'Asie de l'Est) font également référence à sa couleur et à son mouvement.

Avec l'avènement de la lunette astronomique puis du télescope, il devient possible d'observer l'astre lui-même et non plus seulement sa trajectoire. Au XVII^e s., Kepler, s'appuyant sur les observations de Tycho Brahe, met en équations la trajectoire de Mars et établit la première de ses trois lois éponymes (la trajectoire d'une planète est une ellipse dont le Soleil occupe un foyer). Au XVIII^e s., Herschell observe des calottes glaciaires qu'il pense recouvertes de neige et de glace d'eau. Au XIX^e s., Hall détecte les deux satellites de Mars - Phobos et Deimos - et Schiaparelli en dresse une carte détaillée indiquant des zones sombres et claires traversées de formations rectilignes qu'il nomme *canali*, sources de spéculations de toutes sortes dans l'imaginaire populaire.

L'exploration spatiale de Mars

L'aventure martienne est un volet important de l'exploration spatiale, nous permettant d'enrichir notre connaissance de l'Univers et également de mieux comprendre notre planète Terre et son passé.

Mars est à ce jour la planète bénéficiant du plus grand nombre de missions spatiales (une quarantaine depuis 1960), avec des succès mais aussi de nombreux échecs. Le premier survol de Mars est réalisé en 1964 par la sonde *Mariner 4* de la NASA et la première mise en orbite autour de Mars en 1971 par la sonde *Mariner 9*. La même année, l'atterrisseur soviétique *Mars 3* parvient à toucher le sol martien. En 1975 et 1976, c'est le succès du programme américain *Viking*. Mars est devenu un des enjeux de la conquête spatiale entre États-Unis et URSS en pleine guerre froide.

Les défis techniques et financiers soulevés dans cette course sont tels qu'il fallut attendre une vingtaine d'années avant la reprise de missions martiennes. Elles sont américaines, soviétiques/russes, et depuis 2003, européennes, britanniques,

japonaises, indiennes, chinoises ou saoudiennes. Leur ambition scientifique est de recueillir un maximum de données, de rapporter sur Terre des échantillons, de découvrir si la vie a existé sur Mars et de préparer des vols habités. Les missions actuelles combinent l'utilisation d'orbiteurs, d'atterrisseurs et de rovers.

Les rovers posés avec succès sur Mars

Un rover est un véhicule robotisé mobile sur le sol. Actuellement, cinq rovers se sont posés avec succès sur Mars, tous appartenant à des missions développées par la NASA. L'instrumentation embarquée est de plus en plus souvent réalisée en collaboration internationale (Allemagne, Danemark, France, Russie, Espagne).

1997 : Sojourner (mission *Mars Pathfinder*) se pose dans la vallée *Ares Vallis*. C'est la première mission américaine sur le sol martien depuis la mission *Viking* de 1976. Ce petit rover de 10,6 kg muni de panneaux solaires reste actif pendant 85 jours terrestres, parcourant une centaine de mètres. Embarquant une station météorologique et une caméra sur l'atterrisseur et un spectromètre sur *Sojourner*, cette mission apporte peu d'informations scientifiques nouvelles. Les images retransmises suggèrent, sans pouvoir le confirmer, que de l'eau a coulé dans *Ares Vallis* - les scientifiques ne s'accordaient pas à l'époque sur la présence passée d'eau liquide sur Mars. La mission remporte un grand succès médiatique grâce à la généralisation d'internet et la communication en temps réel - pour la première fois dans l'histoire spatiale - du détail du déroulement de la mission, image à l'appui.

2004 : Spirit (mission *Mars Exploration Rover A*) se pose dans le cratère *Goussev*. Ce rover de 185 kg muni de panneaux solaires fonctionne jusqu'en 2010, parcourant 7 730 m - il était initialement prévu pour durer 90 jours et parcourir 600 m. Ses missions sont toutes géologiques :

étudier les processus concernant le passé de la planète rouge et l'étude de traces de la présence passée d'eau. Parmi les huit instruments embarqués, cinq sont fixés sur un bras mobile.

2004 : Opportunity (mission *Mars Exploration Rover B*) se pose dans une large plaine *Meridiani Planum*, au centre du cratère d'impact *Eagle*. *Opportunity* est le jumeau de *Spirit* – mêmes caractéristiques, mêmes missions – mais, plus résistant que lui, il reste actif plus de 15 ans et parcourt plus de 45 km. Sa fin de vie est due à de violentes tempêtes qui ont encrassé ses panneaux solaires.

2012 : Curiosity (mission *Mars Science Laboratory*) se pose en douceur dans le cratère *Gale*. Il atterrit directement sur Mars et n'a pas besoin de sortir d'un atterrisseur comme le faisaient les rovers précédents. *Curiosity* a largement dépassé la durée prévue de sa mission (une année martienne soit environ 22 mois) et continue à arpenter sans relâche le sol martien - plus de 24 km parcourus en mars 2021. On pense qu'il fonctionnera encore un ou deux ans. Ce rover cinq fois plus lourd que les précédents (899 kg) alimenté par un générateur nucléaire embarque dix instruments scientifiques équipant deux laboratoires - SAM et *CheMin* – permettant une analyse directe sur site. Deux d'entre eux sont développés (en tout ou en partie) par des équipes françaises : la *ChemCam* et la *MastCam* juchée à l'extrémité du bras pivotant. *Curiosity* peut forer, prélever, analyser les échantillons, photographier, filmer et retransmettre les données. Les objectifs principaux sont : déterminer si des conditions propices à la vie ont pu exister sur Mars, caractériser son climat, préciser sa géologie.

2021 : Perseverance (mission *Mars 2020*) lancé en août 2020 se pose le 18 février avec précision sur le cratère *Jezero*. Ce rover de 1 025 kg alimenté par un générateur nucléaire arpentera au rythme de 200 m par jour les environs d'un delta rempli de dépôts argileux dus à la présence d'eau dans le passé.

Sa mission prévue pour deux années martiennes sera certainement prolongée pour atteindre les objectifs fixés : étudier *in situ* la composition chimique et minéralogique du sol et du sous-sol, chercher des signatures d'une éventuelle vie passée, collecter des échantillons de roches et de poussières. L'instrumentation scientifique est impor-

tante : une station météorologique, un radar, des spectromètres à rayons X ou laser, des caméras, un équipement de production d'oxygène à partir de l'atmosphère martienne. La France a développé et fourni la partie en bout du mât de *SuperCam*, caméra couplée à des spectromètres laser pour détecter et identifier minéraux et matière organique. Un microphone intégré permet d'entendre pour la première fois le bruit du vent martien, du rover en mouvement, des impacts de laser sur les roches. Un drone hélicoptère, *Ingenuity*, permettra de choisir des sites de prélèvement. Trois robots collecteront et conditionneront des échantillons dans des tubes, qui seront déposés sur des sites identifiés avec précision pour être récupérés et rapportés sur Terre par une autre mission, prévue en 2029.

Autres programmes martiens en cours

La Terre et Mars orbitant autour du Soleil avec des durées de révolution différentes, la distance entre ces deux planètes varie de 55,7 à 401,3 millions de kilomètres. Une fenêtre de tir - intervalle de temps au cours duquel les conditions sont réunies pour optimiser distance à parcourir, durée et coût énergétique du vol - s'ouvrant environ tous les 26 mois, les départs des missions vers Mars se concentrent à peu près aux mêmes dates, environ tous les deux ans.

La mission 天问一号, « *Tianwen-1* », « question au ciel-1 », de l'Administration nationale spatiale chinoise, décolle en juillet 2020. Ses objectifs sont la maîtrise des technologies et l'étude géomorphologique de Mars. En orbite autour de Mars depuis février 2021, la sonde doit étudier le site d'*Utopia Planitia*, puis le module de descente et l'atterrisseur déposeront le rover en mai ou juin 2021.

La sonde 希望, « *Al-Amal* », « l'espoir », dont son appellation *Mars Hope*, est la première mission spatiale des Émirats arabes unis. Elle décolle en juillet 2020 et réussit sa mise en orbite le 9 février 2021. Il s'agit d'un orbiteur destiné à étudier l'atmosphère et le climat de Mars.

Le programme Exomars, développé par l'Agence spatiale européenne et l'agence russe *Roscosmos*, comporte deux missions : *ExoMars 2016* lancé en mars 2016 et mis en orbite en octobre 2016, avec succès pour l'orbiteur *ExoMars Trace Gas Orbiter* mais un atterrissage raté de l'atterrisseur *Schiaparelli* ; *ExoMars 2022* (lancement prévu en 2022), sonde munie d'un atterrisseur et du rover

Rosalind Franklin. L'objectif scientifique est l'étude de l'atmosphère de Mars, en particulier la détermination de l'origine du méthane trouvé à l'état de trace ainsi que la recherche d'indices d'une vie passée ou présente sur Mars.

Bien d'autres missions martiennes sont à l'étude. Si l'utilisation de rovers est déjà un exploit, réussir une mission habitée sur Mars constitue un projet d'une tout autre ampleur, tant les défis technologiques, économiques, physiologiques et psychologiques sont colossaux.

Christine CASTERAN
Société astronomique de Bordeaux



Fig. 3 : Perseverance.