

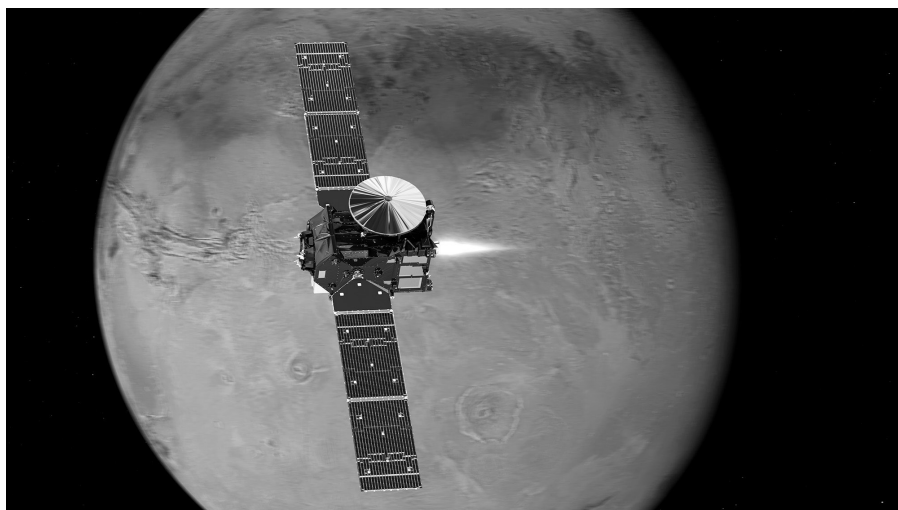
EXOMARS À PEINE ARRIVÉ OBSERVE DÉJÀ MARS AVEC SUCCÈS

Ann C. Vandaele

Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)

Arrivée parfaite pour ExoMars, déconfiture pour Schiaparelli

ExoMars est une mission conjointe de l'ESA et de l'Agence spatiale Russe Roscosmos, qui comprend l'orbiteur d'étude des gaz à l'état de traces (TGO, *Trace Gas Orbiter*) et le démonstrateur d'entrée, de descente et d'atterrissage Schiaparelli. Le 19 octobre 2016, TGO s'est inséré avec succès en orbite autour de la planète rouge (Figure 1) alors qu'au même moment l'atterrisseur Schiaparelli descendait vers la surface.



*Figure 1 : Satellite ExoMars approchant la planète Mars (vue d'artiste).
Crédits: ESA.*

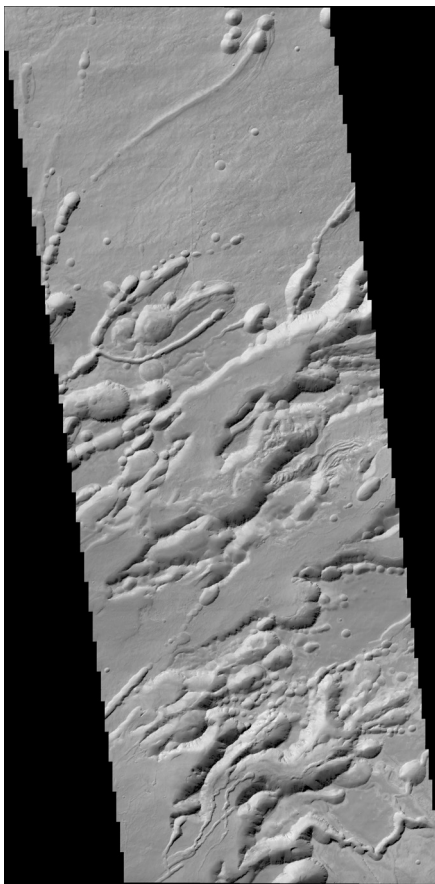


Figure 2 : Cette image de Arsia Chasmata a été obtenue le 22 novembre 2016 par CaSSIS, la caméra haute résolution embarquée sur ExoMars TGO. Crédits : ESA/Roscosmos/ExoMars/CaSSIS/UniBE; mosaïking tool: AutoStitch (University of British Columbia).

Schiaparelli devait faire la démonstration des technologies nécessaires pour effectuer une descente et un atterrissage contrôlé sur Mars lors de futures missions, doté notamment d'un bouclier thermique, d'un parachute, d'un système de propulsion et d'une structure écrasable. Schiaparelli emportait également une petite charge utile scientifique qui aurait permis d'enregistrer la vitesse du vent, le taux d'humidité, la pression et la température au niveau du site d'atterrissage, et d'obtenir les premières mesures des champs électriques à la surface de Mars.

Le module EDM, qui pèse 577 kg, a été largué par TGO le 16

octobre à 14 h 42 m UT. Il a été programmé pour effectuer de manière autonome une séquence d'atterrissage automatique durant laquelle il a d'abord déployé son parachute et éjecté son bouclier thermique entre 11 km et 7 km de distance de la surface martienne, puis effectué un aérofrenage à partir de 1100 m de distance, pour finalement chuter d'une hauteur de 2 m protégé par sa structure déformable.

Avant que l'EDM ne pénètre dans l'atmosphère martienne, à 14h42 UT, un contact a été établi via l'antenne du télescope GMRT, le plus grand réseau interférométrique au monde situé à Pune (Inde), peu après que le module eut commencé à émettre un signal de balise et 75 min avant qu'il n'atteigne les couches supérieures de l'atmosphère martienne. Malheureusement, le contact a été perdu peu de temps avant l'atterrissage programmé (Figure 2). Les signaux émis par l'atterrisseur ont également été captés par les différentes sondes en orbite autour de Mars, comme Mars Express de l'ESA et les satellites MRO (*Mars Reconnaissance Orbiter*) et MAVEN (*Mars Atmosphere & Volatile Evolution*) de la NASA. Le radiotélescope géant GMRT est lui aussi à l'écoute.

Tous les signaux radio reçus suggèrent que les

différentes étapes de la descente du module Schiaparelli dans l'atmosphère martienne, d'une durée de six minutes, se sont pour l'essentiel bien déroulées, notamment la phase de décélération atmosphérique ainsi que le déploiement des parachutes et du bouclier thermique. Cependant, ces signaux ont cessé peu avant le moment où le module devait toucher la surface martienne. Les experts du Centre d'opérations spatiales de l'ESA (Darmstadt, Allemagne), sont en train de confronter les deux ensembles de données.

Les données de télémétrie enregistrées par le TGO étaient indispensables pour mieux appréhender la situation. Pendant la descente de Schiaparelli, l'orbiteur effectuait une délicate manœuvre d'insertion en orbite martienne qui a pleinement réussi. C'est pourquoi les données cruciales sur Schiaparelli n'ont été retransmises au sol que plusieurs jours

ACS measurement of carbon dioxide

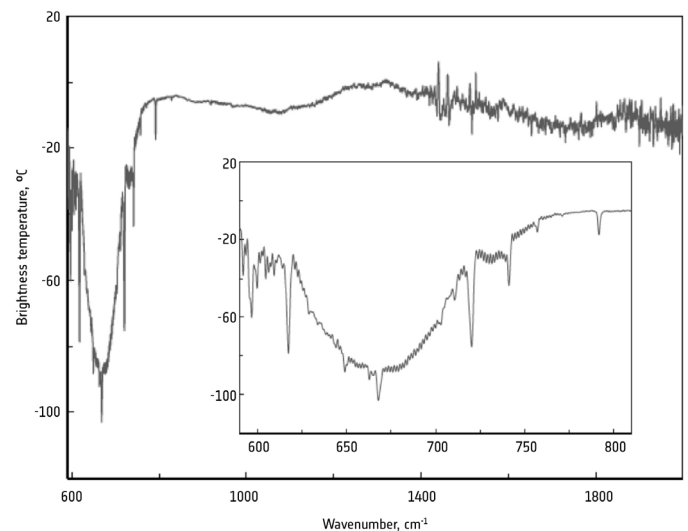


Figure 3 : Première détection du CO₂ atmosphérique réalisée par l'instrument russe ACS (Atmospheric Chemistry Suite) à bord d'ExoMars TGO. Ce spectre a été obtenu le 22 novembre 2016 dans le domaine infrarouge thermique. De telles données fourniront des informations essentielles quant aux poussières et particules de glace en suspension dans l'atmosphère, les températures des différentes couches atmosphériques et bien sûr la composition de l'atmosphère martienne. Crédits : ESA/Roscosmos/ExoMars/ACS/IKI.

plus tard. Une analyse partielle des données confirme que les étapes d'entrée et de descente se sont passées comme prévu, mais que des divergences par rapport au scénario de référence ont commencé à apparaître à partir de l'éjection du bouclier thermique arrière et du parachute. Il semble que cette éjection se soit produite plus tôt que prévu, mais il faudra attendre que l'ensemble des données aient été analysées pour en avoir la certitude. Il est confirmé que les propulseurs se sont brièvement activés, mais ils se sont vraisemblablement coupés trop rapidement, à une altitude qui reste à déterminer.

Premières observations et résultats des instruments à bord d'ExoMars

Le *Trace Gas Orbiter* (TGO), actuellement en orbite autour de Mars, a pour mission de fournir la meilleure analyse jamais réalisée de la composition de l'atmosphère de cette planète (Figure 3). L'instrument NOMAD (*Nadir and Occultation for Mars Discovery*), résultat d'une coopération internationale étroite, conduite et financée principalement par notre pays, est l'un des spectromètres qui permettra d'obtenir des données sur la composition de l'atmosphère martienne et son évolution au cours des saisons (Figure 4). NOMAD doit son existence au soutien et au financement continu de la Politique scientifique fédérale (Belspo) et du programme PRODEX de l'ESA.

Toutes les mesures qui seront réalisées doivent permettre de jeter un regard nouveau sur les processus qui ont lieu aussi bien dans l'atmosphère que sur la surface de Mars. Ces mesures revêtent également une grande importance dans le cadre de la préparation

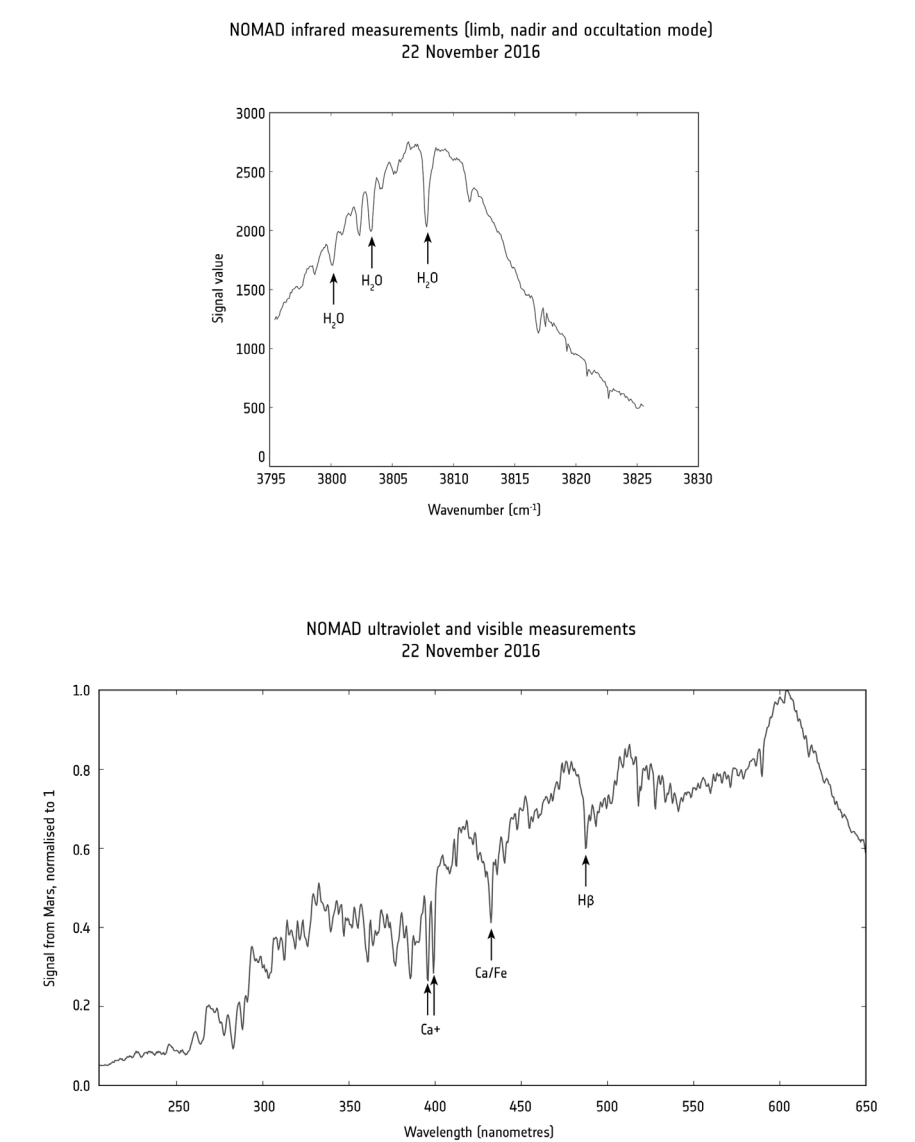


Figure 4 : Premiers spectres obtenus par NOMAD le 22 novembre 2016 lors de la première orbite de tests autour de Mars. En haut : exemple de spectre brut dans lequel des raies d'absorption de l'eau sont clairement visibles. En bas : spectre dans l'ultraviolet-visible comportant la signature du Soleil et de l'atmosphère : cette mesure correspondant à une visée au nadir, c'est-à-dire directement vers la planète est composée essentiellement à partir de la radiation solaire réfléchiée par la surface qui traverse deux fois l'atmosphère. Crédits : ESA/Roscosmos/ExoMars/NOMAD/BISA/IAA/INAF/OU.

de futures missions vers Mars, y compris un jour pour des vols habités. Lors de deux orbites, c'est-à-dire pendant pratiquement 8 jours, les différents instruments de TGO ont pu tester pour la première fois leur performance dans des conditions réelles de mesures. Des observations de Mars mais aussi de Phobos ont été programmées. NOMAD a confirmé sa capacité à sonder l'atmosphère dans les domaines IR et UV. Des

spectres ont notamment été obtenus à haute résolution dans le domaine IR.

Le TGO sera lentement amené dans le courant de l'année prochaine sur une orbite elliptique à une altitude de 400 kilomètres au-dessus de la surface de Mars, après quoi la mission scientifique pourra commencer en décembre 2017. La Belgique sera d'ores et déjà au premier rang...