

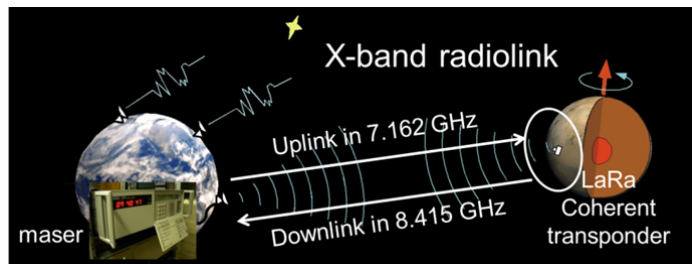
## L'instrument belge LaRa (pour Lander Radioscience) a été sélectionné pour la plate-forme ExoMars 2018.

### Introduction

L'Agence spatiale européenne (ESA), en collaboration avec l'Agence spatiale fédérale russe (Roscosmos) a choisi l'ensemble des instruments de la charge utile sur la plate-forme ExoMars qui sera lancée en 2018. Cette plate-forme qui fait partie de la mission ExoMars permettra de déposer le rover construit par l'ESA à la surface de Mars en 2019. Un transpondeur belge LaRa (pour Lander Radioscience) fait partie des instruments choisis pour la plate-forme.

### Concept

Le transpondeur LaRa renvoie les signaux radio en bande X<sup>1</sup>, reçus en provenance de la Terre, vers les grandes antennes de l'ESA et de la NASA sur Terre.

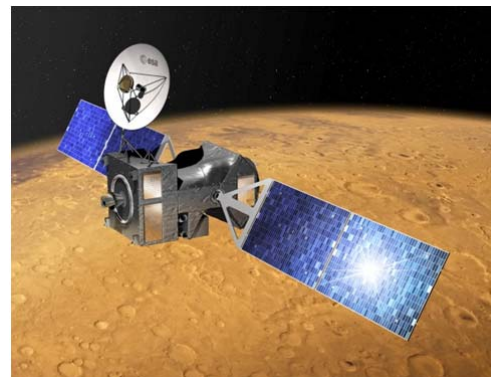


Les mesures de l'effet Doppler sur le lien radio entre LaRa sur Mars et

les antennes sur Terre seront utilisées pour déterminer **la rotation et l'orientation de Mars** dans l'espace avec une précision jamais atteinte, l'orientation de la Terre étant par ailleurs, presque parfaitement connue (précision inférieure au centimètre). A partir de ces mesures, les scientifiques comprendront mieux l'intérieur profond de Mars qui influence sa rotation. Le transpondeur LaRa a été conçu par la firme belge Orban Microwave Products (OMP) avec un financement de BELSPO (Politique scientifique fédérale) à travers le Programme PRODEX de l'ESA (PROgramme for the Development of scientific EXperiments).

### Contexte

ExoMars (Exobiologie sur Mars) est une importante mission vers Mars qui va rechercher les biosignatures de la vie martienne, passée ou présente. Cette mission d'astrobiologie est actuellement en cours de développement par l'Agence spatiale européenne (ESA) en collaboration avec l'Agence spatiale fédérale russe (Roscosmos). Le programme comprend plusieurs engins spatiaux qui seront envoyés vers Mars sur deux lancements.



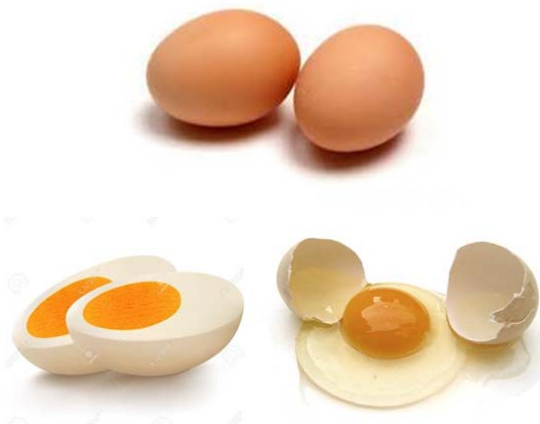
Trace Gas Orbiter © ESA - Ducros

<sup>1</sup> La bande X est la partie du spectre électromagnétique de fréquences comprises entre environ 7 et 11,2 GHz, un gigahertz correspondant à un milliard de cycles par seconde.

- (1) L'orbiteur d'ExoMars appelé « Trace Gas Orbiter » (TGO) et l'atterrisseur Entry, descent and landing Demonstrator Module (EDM) appelé « Schiaparelli » sont prévus pour un lancement en 2016. TGO inclura quatre instruments qui procéderont à une cartographie des sources de méthane et autres gaz sur Mars. Un de ces instruments est l'instrument belge NOMAD (Nadir and Occultation for Mars Discovery). TGO agira également comme satellite-relais pour les communications pour les différents éléments de la mission ExoMars qui suivra.
- (2) En 2018 une plate-forme construite par Roscosmos permettra de délivrer le rover de l'ESA à la surface martienne. La plate-forme et le rover incluront des instruments européens et russes.

ESA et Roscosmos ont récemment lancé un appel à instruments européens pour la plate-forme de 2018. L'instrument belge LaRa (pour Lander Radioscience) a été sélectionné pour cette plate-forme. LaRa sera le premier instrument belge sur la surface de Mars.

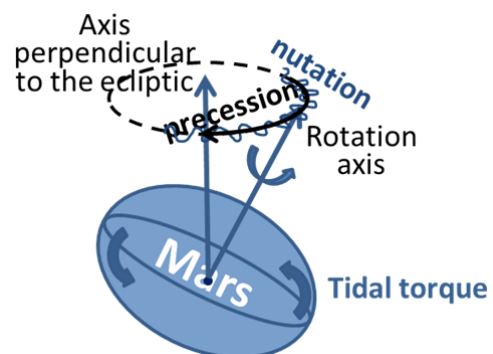
### But de l'instrument



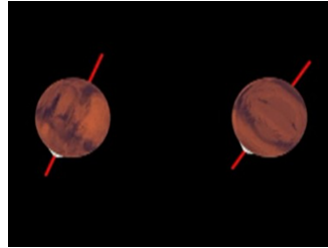
Il est essentiel de comprendre la structure interne et les processus dans l'intérieur profond de planètes pour étudier l'origine et l'évolution des planètes. Comme l'intérieur profond des planètes n'est pas accessible à l'observation directe, le moyen le plus efficace pour explorer l'intérieur des corps célestes est par la géophysique, qui peut être utilisée comme un outil de "télé-détection". Les quatre grandes classes de techniques géophysiques qui sont utilisées pour sonder l'intérieur des planètes sont la

sismologie, la géodésie, le flux de chaleur et l'électromagnétisme. L'équipe de scientifiques travaillant sur LaRa (Lander Radioscience) propose une expérience géodésique de radioscience qui consiste à mesurer avec précision la rotation et l'orientation de Mars. La plupart d'entre nous savent que la rotation d'un œuf dur diffère sensiblement de celle d'un œuf cru. Cette observation simple montre que l'information à l'intérieur d'un œuf peut être obtenue à partir de sa rotation. La même idée s'applique à la rotation et l'orientation de Mars.

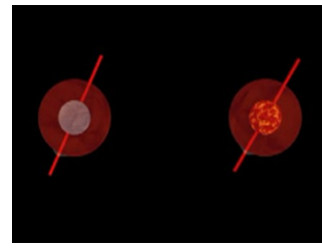
Les changements dans l'orientation de Mars peuvent être divisés en deux composantes: la précession et la nutation. La **précession** décrit la tendance à long terme des changements d'orientation dans l'espace, alors que la nutation est le nom donné aux variations périodiques à court terme qui sont superposées à la précession. La précession est liée au mouvement du pôle de



l'axe de rotation de la planète à une vitesse uniforme dans un sens anti-horlogique le long d'un cercle sur la surface de la sphère céleste, centré sur la normale au plan orbital de Mars (normale à l'écliptique). Les mesures de précession permettront d'améliorer la détermination du moment d'inertie (répartition de masse) de l'ensemble de la planète.



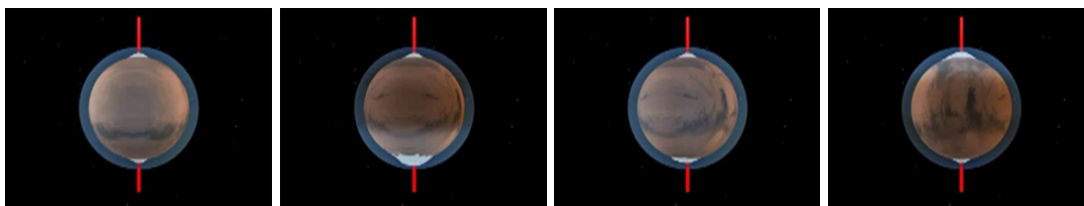
Nutation of Mars with a solid core (left) and a liquid core (right)



Interior of Mars with a solid core (left) and a liquid core (right)

La **nutations** se compose de petits écarts sur la sphère céleste de ce mouvement uniforme de précession, à la fois le long du chemin de la précession et perpendiculairement à celui-ci. Le chemin du pôle résultant apparaît donc ondulé. Les nutations se produisent à plusieurs périodes distinctes, la plus grande d'entre elles (amplitude d'environ  $0.5''^2$ ) ayant une période de la moitié de la période orbitale de Mars (il y a 687 jours en une période orbitale martienne). Les amplifications des nutations forcées dépendent de l'existence d'un noyau liquide et en particulier de sa taille, de sa densité et de sa forme. Observer les nutations permettra donc de déterminer les propriétés du noyau et de confirmer son état au moins partiellement liquide.

La **rotation de Mars** est approximativement uniforme, mais il existe des petites **variations de la durée du jour** (LOD) de moins d'une milliseconde en raison des variations saisonnières de la distribution des masses dans l'atmosphère et des vents qui agissent sur la surface. L'effet le plus important est lié aux échanges de  $\text{CO}_2$  entre l'atmosphère et les calottes polaires de Mars. Tout comme le patineur tourne plus vite quand il ramène ses bras le long du corps, Mars tourne plus vite lorsqu'il y a plus de masse à proximité de l'axe de rotation dans les calottes polaires. Les observations de la durée du jour martien permettent donc de déterminer cette redistribution des masses dans l'atmosphère et les calottes polaires.



### Contacts :

Véronique Dehant [v.dehant@oma.be](mailto:v.dehant@oma.be) Tel : 02 373 02 66

Marie Yseboodt [m.yseboodt@oma.be](mailto:m.yseboodt@oma.be) Tel : 02 790 39 52

Tim Van Hoolst [t.vanhoolst@oma.be](mailto:t.vanhoolst@oma.be) Tel : 02 373 06 68

<sup>2</sup>  $1''$  est un angle de  $1/3600$  d'un degré.