

# COME-IN

## Structure interne et évolution de Mercure

**DUREE**  
15/12/2014 – 31/10/2020

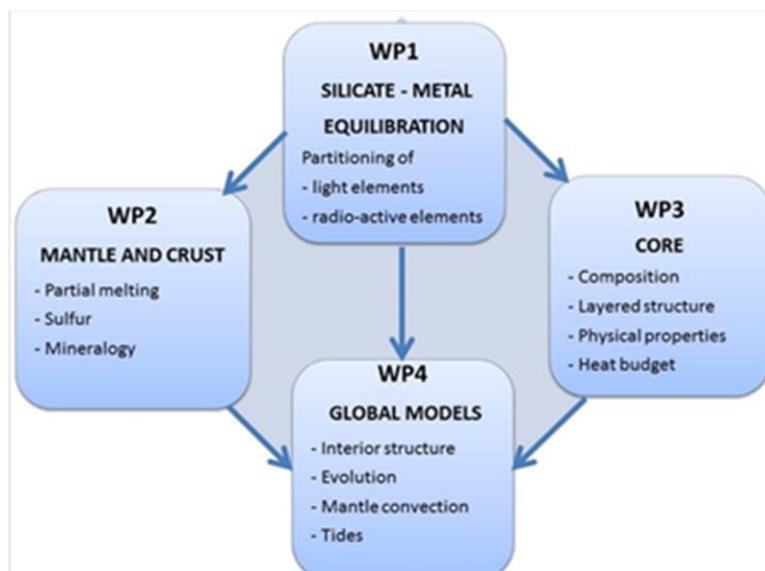
**BUDGET**  
557.324 €

### DESCRIPTION DU PROJET

Mercury est longtemps restée la planète tellurique la moins connue. Alors que Mars et Vénus ont été étudiées par plusieurs dizaines de navettes depuis le début de l'ère spatiale, un seul satellite (Mariner10) a survolé Mercure (1974-1975) et le premier spacecraft placé en orbite autour de la planète fut MESSENGER (MErcury Surface, Space ENvironment, GEochemistry and Ranging), le 18 Mars 2011. Un des objectifs principaux de cette mission, et ce sera aussi celui de la prochaine mission ESA/JAXA BepiColombo, a été de mieux comprendre la structure interne et l'évolution de cette planète tellurique au noyau exceptionnellement grand. Cependant, les mesures spatiales seules sont insuffisantes pour atteindre cet objectif. Des données supplémentaires sur le comportement des matériaux planétaires aux pressions et températures élevées qui règnent à l'intérieur de la planète sont nécessaires.

Avec le projet COME-IN, nous voulons intégrer les approches complémentaires que permettent la pétrologie magmatique, la physique des minéraux à haute pression, le calcul en science des matériaux, la géodésie et la géodynamique en plus d'utiliser les contraintes imposées par les données d'observation récentes. Le but ultime est une connaissance approfondie de la structure intérieure et de sa composition pour mieux comprendre les processus physiques et chimiques conduisant à la diversité géologique et magmatique observée à la surface de Mercure. Ces objectifs seront atteints principalement par l'exécution de nouvelles expériences en laboratoire ainsi que par le développement de la modélisation théorique avancée.

Les expériences de laboratoire seront effectuées dans les conditions de pression, de température et fugacité en oxygène régnant à l'intérieur de Mercure avec pour mieux comprendre les mécanismes conduisant à la différenciation du noyau, du manteau et de la croûte de Mercure. Des expériences de fusion sur des analogues synthétiques des basaltes de surface mesurés par MESSENGER, témoins de leurs sources mantelliques, apporteront des informations sur la composition et la minéralogie du manteau de Mercure. Le partitionnement des éléments légers comme le soufre et le silicium entre le noyau riche en fer et le manteau silicaté sera étudié expérimentalement pour mieux contraindre la composition du noyau. Les propriétés physiques du noyau aux pressions et températures élevées seront déterminées expérimentalement et à partir de calculs ab initio. En outre, des modèles couplant la structure intérieure et l'évolution séculaire de Mercure seront développés pour contraindre la structure intérieure actuelle de Mercure, son état potentiel après accréation, et les données relatives à son évolution, tels que les caractéristiques tectoniques liées à la contraction globale de Mercure, l'épaisseur de la croûte et les propriétés du champ magnétique global. Les résultats des expériences de laboratoire seront intégrés dans les modèles globaux, ce qui devrait conduire à une vue beaucoup plus claire, originale et inédite sur l'intérieur profond de cette planète.



# COME-IN

Concernant la croûte de Mercure, des expériences spécifiques permettront de:

- expliquer le rapport Th/U non-chondritique des roches à la surface de Mercure;
- expliquer l'origine de la concentration élevée en soufre à la surface de la planète;
- contraindre la spéciation du soufre dans les laves de surface;
- identifier des compositions potentielles des liquides dérivés du manteau.

Pour le manteau de Mercure nous voulons:

- identifier les sources mantelliques résiduelles (composition, minéralogie) des laves à la surface de la planète;
- définir la distribution des éléments radioactifs (U, Th, K) dans la partie silicatée de Mercure;
- déterminer la répartition des éléments légers et des éléments radioactifs dans un océan de magma entre les phases silicatées et le métal en fusion.

Les questions non résolues au sujet du noyau seront abordées par un ensemble d'études, depuis des expériences à haute pression jusqu'à l'application de la mécanique quantique ab initio, afin de contraindre:

- la composition, la taille, la structure et l'état thermique du noyau interne solide et le noyau externe liquide;
- les propriétés physiques, y compris les relations de phases, dans un noyau Fe-S-Si;
- le budget énergétique et son importance dans la génération du champ magnétique.

COME-IN va aussi permettre de comprendre l'évolution thermique de Mercure et en particulier, le développement du noyau interne, la formation de la croûte, et l'histoire volcanique de la planète. Actuellement, un débat oppose deux théories selon lesquelles la structure interne de la planète Mercure serait soit primaire, et dans ce cas, son contenu important en métal refléterait la composition des matériaux constructeurs, soit résulterait d'un impact avec un embryon planétaire, lequel aurait enlevé une grande partie du manteau originel de Mercure.

Dans le cadre du projet COME-IN, nous allons réaliser des expériences, des analyses et de la modélisation théorique. Ces résultats permettront également une interprétation plus approfondie des mesures chimiques et physiques déjà obtenues par MESSENGER. Dans cette optique, le projet COME-IN sera donc une plus-value pour la qualité scientifique du projet MESSENGER. Les résultats de COME-IN seront également particulièrement importants dans le cadre de la future mission BepiColombo. Ils seront évidemment utiles pour interpréter les futures données de BepiColombo en ce qui concerne la structure intérieure et l'évolution de Mercure mais, ils seront également utiles, dès à présent, pour identifier des questions importantes et des domaines de recherches qui pourront être ciblés par BepiColombo.

Les données scientifiques de ce projet seront principalement diffusées sous forme de publications scientifiques et lors de réunions scientifiques. Nous envisageons de publier plusieurs articles internationaux chaque année. Nous participerons également annuellement à des réunions scientifiques générales, telles que l'EGU, la Goldschmidt et l'AGU, ainsi qu'à des symposia spécialisés tels l'European Planetary Science Congress et la Lunar and Planetary Science Conference. Nous envisageons également d'organiser une session pluridisciplinaire sur la structure interne et l'évolution de Mercure lors de l'European Planetary Science Congress ou lors de l'European Geophysical Union.

## COORDONNEES

### Coordinateur

#### Tim VAN HOOLST

Observatoire royal de Belgique (ORB)  
Reference systems and Planetology  
[tim.vanhoolst@oma.be](mailto:tim.vanhoolst@oma.be)

### Partenaires

#### Bernard CHARLIER

Université de Liège  
Department of Geology  
[b.charlier@ulg.ac.be](mailto:b.charlier@ulg.ac.be)

#### Stefaan COTTENIER

Universiteit Gent  
Centrum voor Moleculaire Modelering  
[stefaan.cottenier@ugent.be](mailto:stefaan.cottenier@ugent.be)

### Partenaires internationaux

#### Wim VAN WESTRENNEN

VU University Amsterdam  
Institute of Earth Sciences  
[w.van.westrenen@vu.nl](mailto:w.van.westrenen@vu.nl)

#### Olivier NAMUR

Leibniz Universität Hannover, Germany  
Institut für Mineralogie  
[o.namur@mineralogie.uni-hannover.de](mailto:o.namur@mineralogie.uni-hannover.de)

## LIENS

[www.come-in.oma.be](http://www.come-in.oma.be)

