

COME-IN

Inwendige structuur en evolutie van Mercurius

DUUR
15/12/2014 – 31/10/2020

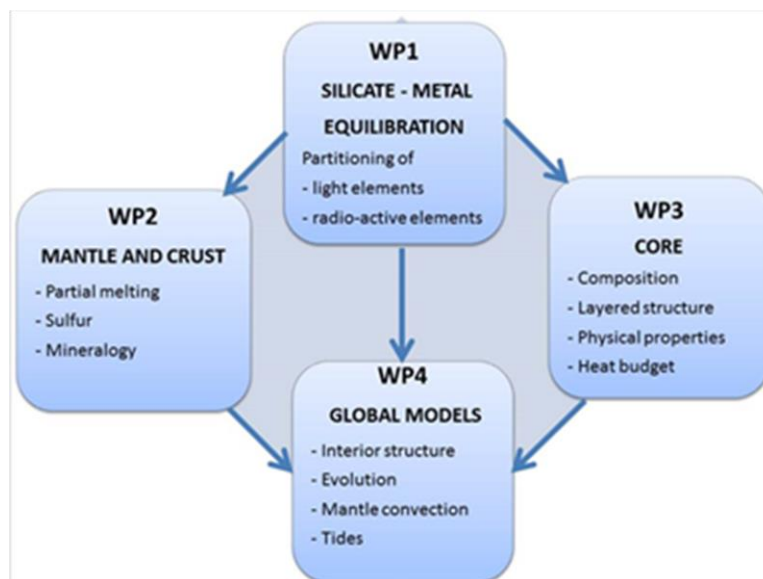
BUDGET
557.324 €

BESCHRIJVING VAN HET PROJECT

Mercurius is lange tijd de minst bekende aardse planeet geweest. Mars en Venus zijn bezocht door enkele tientallen ruimtetuigen sinds de start van het ruimtetijdperk, maar slecht één ruimtesonde (Mariner10) heeft enkele scheervluchten langs Mercurius uitgevoerd (in 1974-1975) en de eerste sonde die in een baan rond Mercurius gebracht werd, was MESSENGER (MErcury Surface, Space ENvironment, GEOchemistry and Ranging) op 18 maart 2011. Eén van de hoofddoelen van deze missie en van de toekomstige ESA/JAXA missie BepiColombo is het verwerven van een diepgaand inzicht in de inwendige structuur en evolutie van deze kleinste aardse planeet met een uitzonderlijk grote kern. Om dat doel te bereiken, moeten de waarnemingen met de ruimtesondes aangevuld worden met bijkomende data en met een betere kennis van het gedrag van materialen bij de hoge drukken en temperaturen in het planeetinwendige.

COME-IN zal in een geïntegreerde aanpak complementaire methoden uit petrologie, hogedrukfysica, computationele materiaalkunde, geodesie en geodynamica gebruiken om recente observationele gegevens te interpreteren. Deze studie zal leiden tot een diepgaand inzicht in de inwendige structuur en evolutie van Mercurius en een betere kennis van de fysische en chemische processen die leiden tot de geologische en magmatische diversiteit waargenomen op het oppervlak van Mercurius. Om deze objectieven te bereiken zullen zowel de korst, mantel als kern van Mercurius bestudeerd worden, zullen nieuwe hogedrukexperimenten uitgevoerd worden, en zullen innovatieve theoretische modellen ontwikkeld worden.

Laboratoriumexperimenten zullen uitgevoerd worden bij typische drukken, temperaturen en zuurstof fugaciteit in Mercurius met de bedoeling de differentiatie en samenstelling van de kern, mantel en korst van Mercurius beter te begrijpen. Om de samenstelling en mineralogie van de mantel te achterhalen zullen synthetische analogen van basaltgesteenten met samenstellingen gemeten door MESSENGER worden gesmolten en gekarakteriseerd. De verdeling van lichte elementen zoals zwavel en silicium tussen vloeibaar ijzerrijk kernmateriaal en mantelsilicaten zal experimenteel onderzocht worden om inzicht te krijgen in de samenstelling van de kern. Fysische eigenschappen van metalen bij de hoge kerndrukken en temperaturen zullen zowel experimenteel bepaald worden als berekend worden aan de hand van *ab initio* methoden. Gekoppelde modellen van de inwendige structuur en evolutie van Mercurius zullen ontwikkeld worden om in één geïntegreerde aanpak de implicaties van verschillende soorten data te kunnen onderzoeken. We zullen data gebruiken die randvoorwaarden opleggen aan de huidige inwendige structuur van Mercurius en de mogelijke toestand na accretie, en data over de evolutie, zoals tektonische kenmerken verbonden met de contractie van Mercurius, de dikte van de korst en het globaal magnetisch veld. We verwachten dat deze geïntegreerde aanpak zal leiden tot de duidelijkste kijk ooit op het diepe inwendige van Mercurius.



COME-IN

Specifieke experimenten op mogelijke samenstellingen van de mantel en korst zullen helpen om:

- de niet-chondritische Th/U verhouding aan het oppervlak van Mercurius te verklaren;
- de oorzaak van de hoge zwavelconcentratie aan het oppervlak van de planeet bloot te leggen;
- randvoorwaarden op te leggen aan het gedrag van zwavel in oppervlaktelava;
- mogelijke samenstellingen te bepalen van gesmolten mantelgesteenten.

In onze studie van de mantel van Mercurius zullen we:

- de samenstelling en mineralogie karakteriseren van mantelgesteenten die de oorsprong zijn van lava aan het oppervlak van Mercurius;
- de concentratie aan radioactieve elementen (U, Th, K) in de mantel en korst bepalen;
- de verdelingen van lichte elementen en radioactieve elementen in een magma-oceaan bepalen tussen het silicaatgesteente en de gesmolten metalen massa.

Onopgeloste vragen over de kern van Mercurius zullen aangepakt worden met meerdere methoden, gaande van hoge-druk experimenten tot kwantum-mechanische *ab initio* berekeningen. We zullen een betere kennis verwerven over:

- de samenstelling, grootte, structuur en thermische toestand van de vaste binnenkern en vloeibare buitenkern;
- de fysische eigenschappen, met inbegrip van het smeltgedrag, van een kern samengesteld uit ijzer, zwavel en silicium;
- de energiebalans, van belang voor het intern gegenereerde magnetisch veld.

COME-IN zal ook dieper inzicht geven in de thermische evolutie van Mercurius, met inbegrip van de groei van een vaste binnenkern, de korstvorming en de vulkanische geschiedenis. De verwachte vooruitgang in onze kennis over de evolutie, inwendige structuur en samenstelling zal het mogelijk maken meer te weten te komen over het ontstaan van Mercurius. Momenteel is het nog niet duidelijk of Mercurius het resultaat is van een zogeheten "hit-and-run" botsing, waarin het grootste deel van de mantel weggerukt werd door een groter hemellichaam, of dat de grote hoeveelheid aan metalen in Mercurius primordiaal is en de samenstelling weerspiegelt van de planetesimalen waaruit Mercurius ontstond door accretie.

COME-IN zal experimenten en analyses uitvoeren die complementair zijn aan de data van MESSENGER en die noodzakelijk zijn voor een diepgaande interpretatie van veel MESSENGER-gegevens. COME-IN zal daarom het wetenschappelijke rendement van MESSENGER verhogen. De resultaten van COME-IN zullen ook van nut zijn voor de BepiColombo missie. Ze zullen niet alleen leiden tot een nauwkeurigere interpretatie van de gegevens in termen van het inwendige en de evolutie van Mercurius, maar zullen ook nieuwe vragen naar boven brengen en nieuwe onderzoeksrichtingen aanwijzen die bestudeerd kunnen worden door BepiColombo.

Onderzoeksresultaten zullen vooral verspreid worden in de vorm van peer-reviewed wetenschappelijke publicaties en mededelingen op wetenschappelijke vergaderingen. We verwachten dat COME-IN zal leiden tot meerdere peer-reviewed publicaties per jaar. Over onze wetenschappelijke resultaten zal bericht worden op de belangrijkste internationale congressen (zoals EGU, Goldschmidt en AGU) en op gespecialiseerde symposia (zoals de European Planetary Science Congress en Lunar and Planetary Science Conference). We plannen ook de organisatie van een interdisciplinaire sessie over het inwendige en de evolutie van Mercurius op de European Planetary Science Congress of de European Geophysical Union (EGU).

CONTACT INFORMATIE

Coördinator

Tim VAN HOOLST

Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB)
Referentiesystemen en Planetologie
tim.vanhoolst@oma.be

Partners

Bernard CHARLIER

Université de Liège
Department of Geology
b.charlier@ulg.ac.be

Stefaan COTTENIER

Universiteit Gent
Centrum voor Moleculaire Modelering
stefaan.cottenier@ugent.be

Internationale partners

Wim VAN WESTRENNEN

VU University Amsterdam
Institute of Earth Sciences
w.van.westrenen@vu.nl

Olivier NAMUR

Leibniz Universität Hannover, Germany
Institut für Mineralogie
o.namur@mineralogie.uni-hannover.de

LINKS

www.come-in.oma.be

