

# MAGICS

## Globale Interactieve Simulator voor Chemie in de Atmosfeer van Mars

**DUUR**  
 1/10/2013 - 31/12/2015

**BUDGET**  
 150.000 €

### PROJECT BESCHRIJVING

#### Context

De atmosfeer van Mars bestaat voornamelijk uit CO<sub>2</sub> (96%) en het inerte gas argon (2%), gevolgd door N<sub>2</sub> (1.9%), O<sub>2</sub> (0.14%) en CO (0.06%). De rest zijn minderheidsbestanddelen, van welke H<sub>2</sub>O en O<sub>3</sub> de meer dominante zijn. "Standaard" Mars fotochemie betreft CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O en hun fotolyseproducten (OH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>(1Δ), ...). In het voorbije decennium werd de detectie van methaan (CH<sub>4</sub>) gerapporteerd, hetgeen een omwenteling betekende vanwege de mogelijke implicaties voor geochemische of zelfs biologische activiteit. Deze observaties blijven echter controversieel en zijn niet meer herhaald sinds 2006.

Hoe dan ook hebben deze observaties tot een hernieuwde interesse geleid om Mars als een meer dynamische planeet te zien dan voorheen aangenomen. De Belgische spectrometer "NOMAD" (BIRA) werd geselecteerd voor de ESA-Roscosmos ExoMars Trace Gas Orbiter ruimtemissie, die als doel heeft om openstaande vraagstukken i.v.m. Mars op te lossen, waaronder de aanwezigheid van methaan. De lancering is voorzien in 2016.

#### Algemene doelstellingen en onderliggende onderzoeksvragen

Om de chemische processen in de atmosfeer van Mars beter te begrijpen en om de NOMAD missie voor te bereiden en te plannen, dienen theoretische hulpmiddelen waarbij de "state-of-the-art" ontwikkeld te worden. Vooraanstaand onderzoek in dit wetenschapsdomein maakt gebruik van drie-dimensionele globale atmosferische circulatie modellen met interactieve atmosferische chemie, zoals in geavanceerde weersvoorspellingsmodellen op Aarde. Daarom plant MAGICS om een bestaand state-of-the-art globaal interactief model voor atmosferische chemie op Mars verder uit te breiden. Dit 3D General Circulation Model (GCM) met online chemie werd ontwikkeld aan het BIRA en is momenteel operationeel voor wetenschappelijke case studies, bv. in het kader van de NASA Phoenix Mars missie.

De specifieke doelstellingen voor het MAGICS project zijn daarom :

1. Evaluatie van de standaard fotochemie in het GCM aan de hand van bestaande datasets;
2. Uitbreiding van de chemische code in het GCM met nieuwe bestanddelen die door NOMAD gedetecteerd kunnen worden, zoals koolwaterstoffen (CH<sub>4</sub> en gerelateerde bestanddelen) maar ook stikstofverbindingen;
3. Als de tijd en de gelegenheid het toelaat: het opzetten van numerieke experimenten die mogelijke productie- en afbraakprocessen voor zulke bestanddelen (voornamelijk methaan) simuleren, en trachten te voorspellen waar en wanneer zulke bestanddelen detecteerbaar zouden kunnen zijn.

#### Methodologie

In het hart van het project bevindt zich het 3D globaal circulatie model (GCM) met online chemie voor Mars, genaamd GEM-Mars (Global Environmental Multiscale model for Mars). GEM-Mars is een volledig Mars GCM met 3D dynamica en circulatie vanaf het oppervlak tot ~150 km hoogte. De dynamische kern met semi-lagrangiaans, semi-impliciet advectionschema, is gebaseerd op het Canadese operationele weersvoorspellingsmodel GEM. Het GCM heeft 102 verticale niveaus en de horizontale resolutie kan gekozen worden (deze kan zelfs niet-uniform zijn), maar de meeste simulaties worden gedaan op 4°x4°. Het model bevat momenteel de standaard atmosferische chemie.

Ook zullen 1D modellen toegepast worden om chemische schema's te testen en om specifieke case studies te doen ter ondersteuning van de 3D simulaties.



# MAGICS

## Aard van de interdisciplinariteit

Het model combineert numerieke simulaties van atmosferische dynamica, stralingsoverdracht, het opwaaien en transporteren van stof, meteorologie, atmosferische chemie, poolkapvorming, ijswolken enz. en wordt geconfronteerd met metingen van de Marsatmosfeer vanaf het oppervlak, vanuit satellieten en vanop de Aarde. Om productie- en afbraakprocessen te begrijpen, bv. voor koolwaterstoffen, zullen geofysische, geochemische en biologische aspecten moeten overwogen worden (binnen de grenzen van onze competenties).

Er zullen in de loop van dit project contacten ontwikkeld worden met wetenschappers die fundamentele chemische reactie-parameters bepalen (reactie-kinetica).

De resultaten behaald in dit project zullen nuttig zijn voor het wetenschappelijke team rond een instrument dat wordt ontwikkeld voor een ruimtemissie naar Mars.

## Potentiële impact van het onderzoek voor wetenschap, maatschappij en/of beslissingsondersteuning

Het project zal bijdragen aan de onderzoeksgemeenschap die de atmosfeer van Mars bestudeert. Het zal ook rechtstreeks het eerste experiment onder Belgische leiding op een planetaire ruimtemissie ondersteunen, hetgeen een "return on investment" betekent voor het land. Het project zal tevens helpen om België te consolideren als een belangrijke partner voor planetair ruimte-onderzoek en -exploratie.

## Beschrijving van de finale onderzoeksresultaten (model, scenario, verslag, workshop, publicatie enz.) op korte en middellange termijn.

Het GCM model voor Mars met atmosferische chemie zal operationeel zijn op het BIRA. Wetenschappelijke resultaten zullen meegedeeld worden op internationale workshops en conferenties, en zullen gepubliceerd worden in peer-reviewed tijdschriften. Simulatieresultaten zullen beschikbaar worden in een online database voor het wetenschappelijk team rond NOMAD en onderzoekers elders. Op deze website zal tevens informatie voor het grote publiek beschikbaar worden.

## CONTACT INFORMATIE

### Coördinator

**Frank DAERDEN**

Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie (BIRA)  
Afdeling Planetaire Aëronomie  
[frank.daerden@aeronomie.be](mailto:frank.daerden@aeronomie.be)

## LINKS

<http://planetary.aeronomie.be>