

MAGICS

Simulateur Global et Interactif pour la Chimie dans l'Atmosphère de Mars

DUREE
1/10/2013 - 31/12/2015

BUDGET
150.000 €

DESCRIPTION DU PROJET

Contexte

L'atmosphère de Mars est principalement composée de CO₂ (96%), d'argon (2%), et dans de moindres proportions de N₂ (1.9%), de O₂ (0.14%) et de CO (0.06%). Plusieurs composants à l'état de trace constituent le reste de l'atmosphère. Les plus importants sont la vapeur d'eau, l'ozone, et les produits de leur photolyse (OH, H₂O₂, O₂(1Δ), etc). Cependant, du méthane a récemment été détecté dans l'atmosphère de Mars. Cette découverte a engendré un véritable bouleversement dans la communauté scientifique à cause de ses implications sur nos connaissances de l'activité géochimique (voire biologique) sur Mars. A ce jour, ces observations restent néanmoins controversées et n'ont jamais pu être reproduites depuis 2006.

Quoi qu'il en soit, ces observations ont suscité un nouvel intérêt pour Mars en la considérant désormais comme une planète probablement plus dynamique que ce que les études antérieures laissaient entendre. Le spectromètre Belge « NOMAD » élaboré par l'IASB a été retenu pour la future mission de l'ExoMars Trace Gas orbiter soutenue par l'ESA et RosCosmos, et dont le but est d'étudier plusieurs questions ouvertes, parmi lesquelles se trouve l'existence éventuelle du méthane. Le lancement du satellite est prévu pour 2016.

Objectifs principaux et problèmes sous-jacents

Afin de mieux comprendre la chimie atmosphérique de Mars et de préparer et planifier la mission NOMAD, le développement d'outils théoriques basés sur les connaissances scientifiques actuelles est indispensable. Les recherches modernes dans ce domaine recourent à des modèles 3D de la circulation globale de l'atmosphère et des processus chimiques, à l'instar des systèmes de prédictions météorologiques utilisés sur Terre. Dans cette perspective, MAGICS prévoit de poursuivre l'élaboration d'un simulateur incluant un schéma complet de la chimie atmosphérique. Ce modèle 3D (GCM) développé à l'IASB est actuellement opérationnel et permet de mener à bien des études scientifiques variées telles que celles réalisées dans le cadre de la mission Phoenix de la NASA.

Les objectifs spécifiques de MAGICS sont ainsi :

1. Evaluation de la photochimie standard dans le modèle GCM en utilisant des bases de données existantes ;
2. Intégration des espèces chimiques nouvelles qui peuvent être détectées par NOMAD, comme des hydrocarbures (CH₄ et molécules directement associées), mais également les molécules azotées ;
3. Si le temps imparti nous le permet : simulation des processus engendrés par la présence éventuelle de sources et de réservoirs de ces espèces chimiques (notamment de méthane) ; aide à prévoir où et quand de telles espèces peuvent être détectées.

Méthodologie

L'outil au cœur du projet est le modèle 3D traitant la circulation globale (GCM) et la chimie atmosphérique, modèle baptisé GEM-Mars (Global Environmental Multiscale model for Mars). Celui-ci est un modèle complet capable de simuler la circulation atmosphérique entre la surface et environ 150 km d'altitude. Le cœur dynamique contenant un schéma de l'advection semi-implicite et semi-lagrangien est basé sur le modèle canadien de prévisions météorologiques GEM. Le GCM est défini sur 102 niveaux verticaux. Sa résolution horizontale est modifiable (elle peut même ne pas être uniforme). Mais la plupart des simulations sont réalisées sur une grille 4°x4°. Le modèle inclut la chimie atmosphérique standard.

De même, des modèles 1D seront utilisés pour tester les schémas chimiques et pour apporter une aide aux simulations 3D.



MAGICS

Nature de l'interdisciplinarité

Le modèle simule interactivement la dynamique atmosphérique, du transfert radiatif, du transport de particules, de la météorologie, de la chimie atmosphérique, la formation des calottes polaires, les nuages de glace, etc. Les résultats sont comparés à des mesures faites depuis le sol martien, la Terre et les satellites en orbite autour de Mars. Dans notre recherche d'une meilleure compréhension des éventuels processus liés à l'émission et aux réservoirs de composants encore inobservés comme les hydrocarbures, différents aspects d'ordre géophysique, géochimique et biologique devront être considérés (dans les limites de nos compétences).

Au cours de ce projet, nous nous mettrons en contact avec des scientifiques étudiant les paramètres des réactions chimiques.

Les résultats obtenus dans le cadre de ce projet seront utiles pour l'équipe scientifique préparant un instrument de mesure pour une future mission vers Mars.

Impact potentiel de la recherche sur la science, la société et/ou sur les prises de décision

Le projet apportera une contribution substantielle à la communauté scientifique étudiant l'atmosphère martienne. Il servira directement de support à la première expérience menée par la Belgique dans le cadre d'une mission spatiale planétaire, entraînant un retour sur investissement fait par le pays. Ce projet aidera à forger l'image de la Belgique en tant que partenaire essentiel dans la recherche planétaire et l'exploration spatiale.

Description des produits finis de la recherche (modèle, scénario, rapport, workshop, publication, etc.) à court et moyen termes.

Le GCM incluant la chimie atmosphérique sera opérationnel à l'IASB. Les résultats scientifiques seront communiqués lors de conférences et workshops internationaux, et seront publiés dans des journaux à comité de lecture. Une base de données en ligne mettra les résultats des simulations à la disposition de l'équipe menant le projet NOMAD et des chercheurs à l'échelle internationale. Ce site web fournira aussi différentes informations visant un large public.

COORDONNEES

Coordinateur

Frank DAERDEN

Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)

Division d'aéronomie planétaire

frank.daerden@aeronomie.be

LIENS

<http://planetary.aeronomie.be>