

Détection de la molécule d'oxyde nitrique dans l'atmosphère de Mars.

Jean-Loup Bertaux, 20 Janvier 2005

La sonde Mars Express de l'Agence Spatiale Européenne, actuellement en orbite autour de la planète Mars, vient de détecter la présence d'oxyde nitrique (NO) dans l'atmosphère de Mars, et la cartographie de son émission lumineuse permet de mieux comprendre la circulation de cette atmosphère.

Tandis que dans le ciel nocturne de la terre, on sait depuis longtemps que l'atmosphère émet spontanément de la lumière, on n'avait jusqu'à présent jamais détecté aucune lumière dans la nuit martienne, si ce n'est un faible « clair de Phobos », équivalent martien de notre clair de lune. C'est en recherchant des émissions lumineuses naturelles dans la nuit de Mars que l'instrument SPICAM (avec son spectromètre Ultra-Violet) a détecté pour la première fois une émission naturelle lumineuse, rapidement identifiée comme venant de la molécule d'oxyde nitrique NO.

Le mécanisme de production de cette lumière est simplissime : un atome d'azote N se combine avec un atome d'oxygène O pour former la molécule NO. Celle-ci est créée dans un état dit « excité », et elle se désexcite spontanément en émettant des photons UV à des longueurs d'onde bien caractéristiques, qui en permet l'identification avec certitude (dans le jargon des spectroscopistes, les bandes gamma et delta de la molécule NO).

D'où viennent ces atomes d'oxygène et d'azote? On peut d'autant mieux le comprendre que le même phénomène a été observé et expliqué il y a 26 ans sur Vénus. Du côté jour de la planète, le rayonnement UV solaire décompose les molécules de gaz carbonique (CO₂), le principal constituant de l'atmosphère de Mars, et les molécules d'azote N₂. Il y a donc dans la haute atmosphère (à une altitude supérieure à 120 km) une production continue d'atomes O et N du côté jour. Mais leur concentration est trop faible pour qu'ils se recombinaient spontanément ; et ce n'est qu'au cours de leur lente descente dans l'atmosphère que leur concentration augmente, et qu'ils finissent par se recombiner avec l'émission lumineuse observée, à une altitude d'environ 70 km.

Les scientifiques de SPICAM ont constaté que l'émission est très intense dans la région du pôle sud. A l'époque des observations, c'est le plein hiver au pôle sud, qui est en permanence dans la nuit glacée : à tel point que 30 % de toute l'atmosphère de Mars se condense au sol, pour former une calotte polaire de neige carbonique d'environ 1 mètre d'épaisseur. On peut donc imaginer que cette région polaire sert d'aspirateur, car l'air congelé au sol doit être remplacé, par des vents horizontaux, mais aussi par une descente verticale. Et c'est cette descente verticale que « trace » l'émission lumineuse observée de la molécule NO. Une telle descente atmosphérique (on parle de subsidence) existe aussi sur terre, dans la nuit de l'hiver polaire.

Sur Mars, ce type d'observation permet, par télédétection, de mieux comprendre les mouvements de l'atmosphère, et d'en faire des modèles de circulation générale (ceux-là même que la météo utilise pour prédire sur terre le temps qu'il fera). De tels modèles existent aussi pour la planète Mars; mais ils sont encore incertains dans la haute atmosphère, par manque quasi-total de mesures. Or, la haute atmosphère de Mars est le milieu dont on veut se servir pour y effectuer des manoeuvres orbitales autour de Mars de façon économique, en se servant du freinage atmosphérique. Il est donc primordial, pour le futur de l'exploration martienne, de mieux comprendre cette atmosphère et de la décrire par des modèles fiables. Les nouvelles mesures de SPICAM sur Mars Express apporteront une contribution majeure à cette compréhension.

Article à paraître dans Science du 28 Janvier 2005

Nightglow in the Upper Atmosphere of Mars and Implications for Atmospheric Transport

Liste des auteurs :

Jean-Loup Bertaux¹, François Leblanc¹, Séverine Perrier¹, E.Quemerais¹, Oleg Korablev², E.Dimarellis¹, A.Reberac¹, F.Forget³, P.C.Simon⁴, S. A. Stern⁵, Bill Sandel⁶ and the SPICAM team

¹*Service d'Aéronomie du CNRS/IPSL, BP.3, 91371, Verrières-le-Buisson, France*

[*\(bertaux@aerov.jussieu.fr\)*](mailto:bertaux@aerov.jussieu.fr)

²*Space Research Institute (IKI), 84/32 Profsoyuznaya, 117810 Moscow, Russia*

³*Laboratoire de Meteorologie Dynamique/IPSL, University Paris 6, 75252 Paris, France*

⁴*Belgian Institute for Space Aeronomy, 3 av. Circulaire, B-1180 Brussels, Belgium*

⁵*Southwest Research Institute, Boulder, CO 80302, Colorado, USA*

⁶*Lunar and Planetary Laboratory, 1541 E.University Boulevard,,Univ.of Arizona ,Tucson, AZ 85721, USA*

bertaux@aerov.jussieu.fr

Contact : bertaux@aerov.jussieu.fr, 33(0) 1 69 20 31 16

François Leblanc 01 64 47 43 03

Séverine Perrier 01 64 47 42 94

Eric Quemerais 01 64 47 43 17

Emanuel Dimarellis 01 64 47 42 87

Jean-Loup Bertaux est le responsable de l'expérience SPICAM à bord de Mars Express. Il est Directeur de Recherche au Service d'Aéronomie du CNRS, un des laboratoires de l'IPSL (Institut Pierre-Simon Laplace). Le Directeur du Service d'Aéronomie est Alain Hauhecorme.

L'instrument a été construit sous maîtrise d'oeuvre du Service d'Aéronomie, avec la collaboration du BIRA en Belgique, et de l'IKI à Moscou. Deux laboratoires américains ont également contribué à cette expérience. L'effort français a été soutenu par le CNRS et par le CNES.

Le Laboratoire de Météorologie dynamique (aussi un laboratoire de l'IPSL) a développé un modèle de circulation générale de l'atmosphère de Mars qui fait actuellement référence, sous la direction de François Forget.