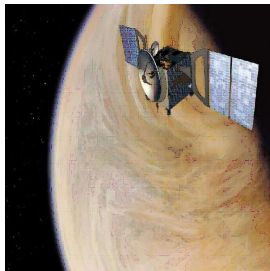


Une enveloppe gazeuse propre à chaque planète : les différentes atmosphères planétaires



L'étude des atmosphères planétaires est abordée en combinant d'une part les données des diverses missions spatiales explorant ces milieux (Mars-Express, Vénus-Express, Cassini-Huygens pour Titan, Bepi-Colombo pour Mercure), et d'autre part différents modèles, de degrés de complexité divers. Des expériences de laboratoire sont également utilisées pour compléter ces études.

De part les liens avec l'atmosphère de notre planète, l'étude des autres atmosphères du système solaire est une thématique fortement développée à l'IPSL. Ces autres atmosphères sont celles de Mars et Vénus bien sûr, celle de Titan, satellite de Saturne possédant une atmosphère aussi dense que la Terre, mais également des atmosphères plus ténues comme celle de Mercure, de Triton ou de Pluton. La généralisation de ces recherches peut aussi englober à terme l'étude d'atmosphères du même type sur des exoplanètes.

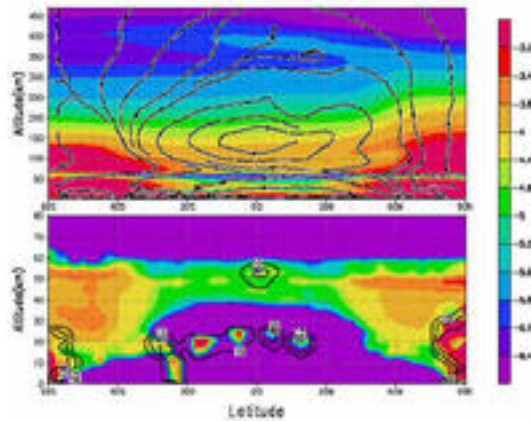
Comme pour les autres thématiques, ces recherches s'articulent autour de 3 méthodologies complémentaires :

1. les **mesures in situ** à partir de plateformes orbitales, de sondes atmosphériques ou de surface, et les observations depuis la Terre ou les observatoires spatiaux. Ces mesures fournissent des données directes qui servent de référence pour la compréhension des atmosphères étudiées. Les équipes de l'IPSL sont donc impliquées dans les missions Mars-Express, Vénus-Express, Cassini-Huygens pour Titan, et Bepi-Colombo pour Mercure. Nous collaborons également très fortement avec les observatoires, en particulier le LESIA, à Meudon.

2. la **modélisation numérique**. Cette méthode vise à reconstruire les propriétés d'ensemble d'une atmosphère à partir de théories physiques et chimiques. Nous développons donc, grâce à une forte collaboration entre le LMD et LATMOS, des Modèles de Circulation Générale (MCG) qui sont des puissants simulateurs numériques utilisés pour la prévision météorologique terrestre ou pour l'étude du climat de notre planète. A partir d'un état initial où on donne, en premier lieu, les vents, les pressions et les températures, et en s'appuyant sur des lois physiques bien connues (conservation de la masse, de l'énergie et de la quantité de mouvement, chauffage et refroidissement radiatif, etc...), le modèle calcule l'évolution globale de l'atmosphère. Le modèle terrestre développé à l'IPSL étant bâti non pas sur des résultats d'observations, mais sur des principes physiques, il a été possible de l'adapter à l'étude des atmosphères planétaires (Titan, Mars, Vénus) avec pour objectifs la compréhension des différents climats, l'amélioration de notre compréhension de la météorologie en général dans un esprit de planétologie comparée. Ces modèles sont aussi utilisés pour fournir les informations nécessaires à l'exploration de ces milieux (techniques d'aérofreinage, aérocapture, entrée atmosphérique, etc...).

3. les **simulations expérimentales**. En ce qui concerne les atmosphères planétaires, l'IPSL développe au LATMOS l'expérience PAMPRE (Production d'Aérosols en Microgravité par

Plasma REactif). L'atmosphère de Titan possède la particularité de produire des aérosols organiques à l'échelle du satellite. Ces aérosols jouent un rôle important dans le climat de Titan, mais il n'existe que peu de données directes sur les propriétés physiques et chimiques de ces aérosols. L'expérience PAMPRE vise donc à étudier les processus de formation de ces aérosols, ainsi que leurs propriétés, par la production d'analogues de ces aérosols (appelés tholins) en laboratoire dans des conditions approchant celle de l'atmosphère de Titan. Les analogues produits peuvent également servir de matériau de référence pour le traitement des données des expériences des sondes Cassini et Huygens dédiées à l'étude de Titan.



Opacités des brumes (en haut) et nuages (en bas) dans l'atmosphère de Titan, modélisées par le MCG de Titan pendant l'hiver nord. En haut, les contours indiquent la circulation méridienne, en bas ils délimitent les nuages de méthane.

Sébastien Lebonnois