

Le satellite européen
Vénus Express

L'instrument
SPICAV-SOIR

et

**l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique
(IASB)**

Introduction

La planète Vénus est souvent appelée l'étoile du matin car nous pouvons souvent l'observer très distinctement dans le ciel le matin. Elle est, après le Soleil et la Lune, le corps céleste le plus lumineux que l'on puisse observer depuis la Terre. Elle est aussi la plus proche voisine de la Terre, notre autre voisin Mars étant beaucoup plus éloigné.

Les scientifiques croient que Vénus ressemble à s'y méprendre à la Terre. Les quelques véritables similitudes encore présentes aujourd'hui sont la taille et la masse des deux planètes. Vénus ne tourne même pas dans le même sens autour de son axe que la plupart des planètes. Elle tourne dans le sens inverse et beaucoup plus lentement. La lourde atmosphère ralentirait-elle sa rotation? En quoi Vénus serait-elle encore si différente de notre Terre?



Le faible champ magnétique de la planète explique que le vent solaire n'est pas dirigé autour de la planète mais s'abat directement sur l'atmosphère.

L'atmosphère renferme plein d'énigmes. La température élevée à la surface et la couche de nuages qui enveloppent Vénus tel un manteau entraînent un effet de serre élevé. L'atmosphère tourne beaucoup plus rapidement autour de la planète que sa propre rotation. Des ouragans d'une violence extrême surviennent dans l'atmosphère auxquels s'ajoutent des phénomènes d'absorptions d'ultraviolet inexplicables que certains scientifiques attribuent à des processus inconnus pour la Terre au cours desquels des microbes se nourrissent d'acide sulfurique en absorbant le rayonnement UV.

Alors que la planète est vieille d'environ 4 milliards d'années, sa surface semble être beaucoup plus jeune comme si elle avait été refaite. Les scientifiques s'interrogent sur l'éventualité d'une activité volcanique. À moins que la surface ne soit constituée d'immenses plaques qui dérivent sur de la matière en fusion?

Avec la mission Vénus Express, l'Agence Spatiale Européenne (ESA) espère contribuer à lever un coin du voile sur les secrets de la planète qui frappent l'imagination. Après Mars Express et Rosetta, l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB) apporte avec l'instrument SPICAV-SOIR sa pierre à l'édifice dans ce nouveau grand défi européen.

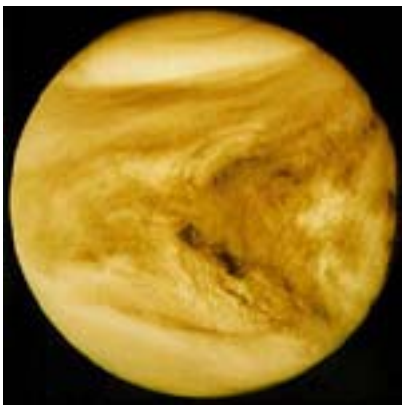


L'atmosphère de Vénus

L'atmosphère de Vénus est à ce point "dense" et liée à la surface de la planète que son étude apportera de nombreuses informations sur la planète dans son ensemble. Non seulement l'étude de l'atmosphère nous permettra d'appréhender la complexité de l'environnement et du climat de Vénus mais elle procurera également une masse d'information conséquente sur la surface, la géologie et indirectement sur la structure interne de la planète.

- Y a-t-il des émissions de gaz à la surface qui puissent témoigner d'une activité volcanique?
- Y a-t-il du dioxyde de carbone ou un cycle hydrologique comparable à celui que l'on retrouve sur Terre?
- Ou celui-ci est-il complètement remplacé par un cycle d'acide sulfurique et d'autres composés sulfurés?
- Y a-t-il des corrélations entre la relation océan-atmosphère sur Terre et la relation surface-atmosphère sur Vénus?
- Les ondes mécaniques qui se propagent en raison de la densité de l'atmosphère peuvent-elles révéler la présence d'une activité sismique?

Nous ignorons tout de la nature de la chimie des couches inférieures de l'atmosphère. Sur la base des quelques résultats apportés par les missions précédentes, nous savons seulement que la décomposition thermique de l'acide sulfurique causée par la température élevée en surface (465°C), constitue le processus dominant dans ces couches.



Le cycle chimique constitué de soufre, de monoxyde de carbone et de vapeur d'eau intervient également. Ces gaz sont d'une importance capitale pour comprendre la présence d'effet de serre sur Vénus. En outre, ils peuvent également témoigner d'une activité volcanique et de mouvements atmosphériques globaux. Vénus Express va permettre d'établir la première carte sur la composition de la basse atmosphère de la planète. La carte nous renseignera sur le type de gaz présent, leur quantité et la façon dont leur concentration peut évoluer dans le temps et l'espace.

Nuages de cendre et foudre

À approximativement 60 kilomètres d'altitude se trouve une couche épaisse de nuages: une couche de 20 kilomètres d'épaisseur qui couvre toute la planète. Elle sépare les couches de la basse atmosphère de celles de la moyenne atmosphère. C'est cette couche jaunâtre qui pendant longtemps a permis aux observateurs d'apercevoir la surface depuis la Terre.



Aujourd'hui nous savons que la partie supérieure de cette couche est constituée principalement de petites gouttes d'acide sulfurique. Mais le processus chimique se produisant dans la partie inférieure doit encore être expliqué. Par exemple:

- Quel est l'origine de la grande quantité de particules fixes qui flottent dans la basse atmosphère et qui ont été observées par l'orbiteur Pioneer-Venus?

Les instruments à bord du satellite Vénus Express nous apporteront des informations sur la formation et la structure des nuages, les conditions selon lesquelles ils apparaissent et évoluent dans le temps, les variations d'opacité et la composition moléculaire.

Effet de serre

Le climat de Vénus est déterminé par l'effet de serre le plus puissant de notre système solaire. La vapeur d'eau, le dioxyde de carbone et les aérosols d'acide sulfurique entretiennent cet effet. La couche de nuage réfléchit environ 80 % du rayonnement solaire entrant dans l'espace, l'atmosphère absorbe environ 10% et seul 10% du rayonnement solaire pénètre dans l'atmosphère pour réchauffer la surface.



Le rayonnement thermique émis par la surface se retrouve prisonnier de cette même atmosphère. Il en découle une différence de température surprenante de 500°C entre la surface et la température au sommet des nuages. Vénus Express veut apporter une réponse aux questions suivantes:

- Y a-t-il d'autres gaz qui contribuent à maintenir cet effet de serre efficace sur la planète?
- Comment la chaleur se propage-t-elle de la surface à la couche de nuages: par rayonnement ou par des mécanismes dynamiques tels que la turbulence?

Présence mystérieuse d'ultraviolets sur les nuages

Observer l'épaisse couche de nuages de Vénus à partir de longueurs d'onde visibles ne serait pas d'une grande utilité. Par contre, observer ces nuages à partir d'autres longueurs d'onde, tels que les infrarouges et les ultraviolets s'avère être beaucoup plus efficace.

Les nuages sur Vénus ne sont pas homogènes et ce dans toutes les directions. Ensuite, les nuages supérieurs sont caractérisés par des zones (visibles à l'ultraviolet) qui absorbent mystérieusement la moitié de l'énergie solaire reçue par la planète.

- D'où proviennent ces traces d'ultraviolets?



- Comment expliquer cette énorme force d'absorption?

Vents de la puissance d'un ouragan et gigantesques vortex atmosphériques

La basse atmosphère de Vénus a un comportement spectaculaire et particulier. Au niveau du sommet des nuages, l'atmosphère effectue une rotation à une vitesse effrayante, avec des vents pouvant atteindre une vitesse de 400 km /h. À la surface, la vitesse des vents est quasi nulle. À cet endroit souffle une légère brise qui remue à peine la poussière.

- Quels sont les mécanismes à l'origine de cette "super rotation zonale?"
 - »

Ensuite, deux énormes vortex effectuent une rotation en ayant une forme et un comportement complexe autour des pôles. Le vortex qui se trouve au pôle Nord, le seul qui puisse être un peu observé en détail, prend la forme particulière de « deux yeux » entourés par un collier d'air froid. Il effectue une rotation complète en à peine trois jours terrestres.

- Quel est le rapport entre la super rotation et les vortex polaires?
- Quel est le mode de fonctionnement de la circulation atmosphérique globale sur Vénus?

Formation d'acide sulfurique

Les couches supérieures de l'atmosphère qui se situent entre 60 et 200 kilomètres d'altitude sont encore relativement peu connues. Nous savons que la moyenne atmosphère (60 à 110 kilomètres), au-dessus du sommet des nuages, contient une quantité abondante de monoxyde de carbone. Celui-ci se forme lors de la dissociation du dioxyde de carbone par le rayonnement ultraviolet émanant du Soleil.

La photodissociation de l'anhydride sulfureux entraîne la formation de molécules d'acides sulfuriques qui peuvent éventuellement constituer des nuages. La moyenne atmosphère contient également des quantités restreintes d'oxygène et de vapeur d'eau. L'étude du cycle chimique de ces éléments est importante pour pouvoir comprendre la formation des nuages de la couche inférieure.

Plus haut dans l'atmosphère, à plus de 110 kilomètres d'altitude, le mystère s'épaissit.

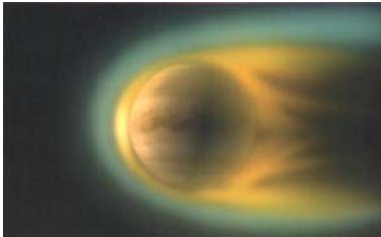
- Comment expliquer que dans la haute atmosphère d'une planète aussi proche du Soleil que l'est Vénus l'on puisse mesurer une basse température de 30°C le jour voire même de -160°C la nuit.
- Et comment expliquer que cette différence de température entre le jour et la nuit ne provoque pas les vents violents auxquels on pourrait s'attendre? Il s'agit là d'un comportement unique dans le Système solaire.



Une planète sans protection magnétique

Vénus est une planète dépourvue de champs magnétiques intrinsèques. Elle ne dispose pas non plus de bouclier pour se protéger de l'attaque continue du vent solaire instable et violent. La planète est uniquement ancrée dans un champ magnétique local provoqué par le vent solaire même et peut-être par un magnétisme local émanant de la surface.

Cette situation particulière entraîne des mécanismes complexes par lesquels des gaz atmosphériques se dispersent dans l'espace, y compris de la vapeur d'eau. Ceci pourrait avoir influencé le climat de Vénus.



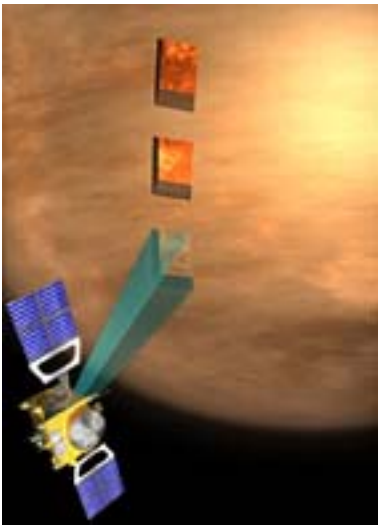
Actuellement, il n'y a pas beaucoup d'eau dans l'atmosphère vénusienne. Il est possible que de grandes quantités d'hydrogène se soient dégagées dans des périodes antérieures. D'autre part, les comètes et le volcanisme peuvent expliquer le fait que la vapeur d'eau ne soit présente qu'en faibles quantités. Vénus Express doit permettre de dresser une carte détaillée de ce processus de dégagement atmosphérique.



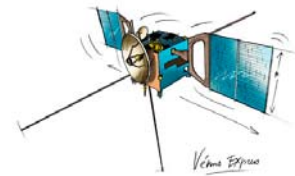
Vénus Express

La mission Vénus Express qui a été lancée le 9 novembre 2005 depuis le cosmodrome de Baïkonour au Kazakhstan est la première mission européenne à destination de Vénus.

Les précédentes missions pour Vénus (les sondes américaines Mariner 2 et 10, Pioneer Venus 1, les satellites russes Véga et Venera, Magellan et les missions Galileo et Cassini/Huygens) ont apporté de nombreuses informations mais jamais à l'échelle globale. De nombreuses missions se sont aussi soldées par un échec. Ce sont surtout les sondes qui s'y sont "méprises" en raison de la haute pression et de la température élevée à la surface de Vénus.



L'objectif de la mission Vénus Express consiste à étudier l'atmosphère, le plasma et la surface de Vénus sur une plus longue période afin d'obtenir une image plus globale des caractéristiques et des processus en cours sur cette planète. La sonde arrivera à proximité de Vénus le 11 avril 2006. Après 5 jours, la trajectoire d'observation devra être prise et les mesures pourront commencer.



La conception du satellite est la même que pour la mission Mars Express lancée en 2004 avec la participation des mêmes partenaires industriels.

Des instruments de la mission Rosetta lancée en mars 2004 pour rejoindre la comète Churyumov-Gerasimenko ont également été réutilisés.

En comparaison avec les missions précédentes pour Vénus, les instruments scientifiques à bord de Vénus Express ont été considérablement améliorés. Ceci permettra d'étudier de façon très détaillée l'atmosphère de Vénus et sa relation avec la surface et l'environnement spatial planétaire. Les données apportées par Vénus Express répondront aux nombreuses questions sans réponse sur Vénus:



- Quelles sont les caractéristiques générales de l'atmosphère de Vénus?
- Comment se passe le mélange atmosphérique?
- Comment évolue la composition de l'atmosphère?
- Quel est le rapport entre l'atmosphère et la surface?



- Quel est le rapport entre la haute atmosphère de Vénus et le vent solaire?

Le lancement sera suivi d'un voyage d'environ 160 jours, mais déjà deux semaines après le départ, les scientifiques vérifieront si les instruments ont survécu au lancement (vérification de l'instrument).

Pendant le voyage interplanétaire, deux périodes sont également prévues (novembre 2005 et janvier 2006) au cours desquelles les scientifiques travailleront à l'alignement et au calibrage des instruments en préparation du véritable travail qui commencera une fois en orbite autour de Vénus (mise en service).



L'instrument SPICAV/SOIR à bord du satellite Vénus Express

SPICAV est un spectromètre de mesure des rayons ultraviolets et infrarouges et a été conçu dans le cadre d'un accord international de coopération entre la France, la **Belgique** (via l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique) et la Russie.

Le terme SPICAV est dérivé de celui employé pour l'instrument SPICAM qui se trouve à bord de Mars Express. Les deux instruments sont pourvus de 2 canaux:

- o un canal pour les longueurs d'onde des ultraviolets --> SPICAV-UV
- o un canal pour les longueurs d'onde des infrarouges --> SPICAV-IR



industriels OIP et PEDEO.

SPICAV a cependant une extension importante par rapport à SPICAM. Il est pourvu d'un troisième canal pour observer le soleil à travers l'atmosphère vénusienne sur de plus amples longueurs d'ondes infrarouges (1.8 μ m – 4.2 μ m), à savoir SOIR (Solar Occultation in the Infra Red). SOIR est un développement entièrement belge. Il a été conçu à l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique en collaboration avec les partenaires

L'instrument SPICAV servira à analyser la composition chimique de l'atmosphère vénusienne. Plus particulièrement, l'instrument cherchera de petites quantités d'eau qui sont supposées exister dans l'atmosphère de Vénus. L'instrument cherchera aussi la trace de composés sulfurés et d'oxygène moléculaire dans l'atmosphère. Il déterminera également la pression atmosphérique et la température entre 80 et 180 kilomètres d'altitude. Les objectifs de SPICAV sont:

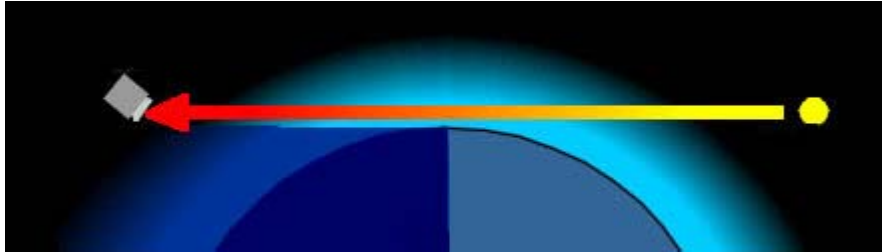
- ✓ Tracer les profils de températures
- ✓ Mesurer la composition chimique
- ✓ Dresser la carte des mécanismes de dégagement de l'atmosphère vers l'espace
- ✓ Dédire les caractéristiques de la surface de l'étude atmosphérique

SPICAV veut aussi se servir des "fenêtres spectrales " qui permettraient de mieux observer la couche de nuages présente dans la zone de longueurs d'onde infrarouge de Vénus.



Si la mission réalise sa durée de vie nominale de 1 an en orbite autour de la planète, SPICAV devraient permettre d'établir la carte de l'atmosphère en tenant compte de la longueur d'onde, de la position sur la planète (longueur et largeur) et de l'altitude au-dessus de la surface.

C'est la première fois qu'un instrument appliquera la technique de l'occultation étoile-soleil dans l'atmosphère de Vénus.



La technique d'occultation: afin de déterminer la composition de l'atmosphère, le spectromètre optique observe le Soleil ou une étoile à travers les différentes couches atmosphériques étudiées.



L'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique

Si l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB) est devenu une réalité en 1964, année de sa création officielle, bon nombre de domaines qu'il traite aujourd'hui avaient déjà intéressé les scientifiques du pays auparavant. Et ce bien avant la seconde guerre mondiale !

L'histoire officielle de l'aéronomie dans notre pays démarre en effet en 1939 à l'Institut Royal Météorologique (l'IRM), créé pour sa part en 1913 alors qu'il était auparavant lui-même un simple "service" (météorologique) de l'Observatoire Royal de Belgique.

En 1939 donc, devant l'attrait croissant que représentaient les premières disciplines en aéronomie, l'IRM organisa en son sein un service d'aéronomie. Ses premiers domaines de recherches portèrent sur l'absorption du rayonnement solaire par l'atmosphère supérieure de notre planète.

L'année géophysique internationale de 1957-1958 donna un coup de fouet à cette discipline. Et la nécessité de disposer d'un Institut dont l'objet serait spécifiquement l'étude des phénomènes d'aéronomie s'imposa. En 1964, le service d'aéronomie se détacha ainsi, par arrêté royal du 25 novembre, de l'IRM pour débiter, dès le 1er janvier 1965, ses activités en temps qu'institut autonome: l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique.

Ses missions sont à la fois simples et terriblement ambitieuses. Il s'agit ni plus ni moins d'acquérir une expertise scientifique et technologique en ce qui concerne la physique et la chimie des atmosphères et de l'action du Soleil sur celles-ci. Des atmosphères ? Le terme est mis au pluriel car il recouvre bien sûr l'atmosphère de notre planète, la Terre, mais également celles des autres planètes connues ainsi que celles des comètes.

Pour remplir leurs missions, les chercheurs de l'IASB sont au four et au moulin. Ils établissent des programmes de recherches propres, ils participent à des programmes internationaux et ils n'hésitent pas à développer les instruments qui s'avèrent indispensables à la réalisation de leurs études.

Leur expertise ne nourrit pas uniquement le milieu académique. Elle est mise à la disposition des pouvoirs publics, de toute autres autorités compétentes et des citoyens. Au bout du compte, les travaux des scientifiques de l'Institut bénéficient plus largement encore à l'ensemble de l'Humanité. L'environnement atmosphérique de la Terre et son évolution à court et à long terme concernent chaque être vivant sur notre planète.



Sources

- ✓ *Welcome to the Cryptic Planet, Venus Express, ESA Publication BR-245, July 2005, Published by ESA Publications Division.*
- ✓ *Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB):*
<http://www.aeronomie.be>

Illustrations:

- ✓ IASB
- ✓ ESA
- ✓ C. Carreau@ESA

