

## ► ... et l'eau est sortie de Vénus

### Sources

#### First detection of hydroxyle in the atmosphere of Venus

G. Piccioni, P. Drossart, L. Zasova, A. Migliorini, J.C. Gérard, F.P. Mills, A. Shakun, A. Garcia Munoz, N. Ignatiev, D. Grassi, V. Cottini, F.W. Taylor, S. Erard and the VIRTIS-Venus Express team

*Astronomy and astrophysics*, vol. 483, pp. 29-33, mars 2008

#### A Dynamic upper atmosphere of Venus as revealed by VIRTIS on Venus Express

P. Drossart, G. Piccioni, J.C. Gerard, M. A. López-Valverde, A. Sánchez-Lavega, R. Hueso, F. W. Taylor et al.

*Nature*, vol. 450, pp 641-645, novembre 2007.

### Notes

#### Radical :

Un radical est une espèce chimique possédant un ou plusieurs électrons non appariés ou célibataires sur sa couche externe. Dans les formules, il se note par un point en haut à droite du symbole chimique. La présence d'un électron célibataire lui confère une grande instabilité.

Vénus est la planète du système solaire la plus similaire à la Terre par son diamètre, sa densité et sa masse. Les composés de son atmosphère sont semblables à ceux de l'atmosphère terrestre mais leur proportion est très différente. Le dioxyde de carbone en est le composant majoritaire (96,5 % au lieu de 0,039 % sur Terre) et le diazote le composant secondaire (3,5 % au lieu de 78,11 % sur Terre). D'autres molécules sont présentes à l'état de trace. La pression au sol est de 90 bars (1 bar sur Terre) et, de jour comme de nuit, la température au sol reste voisine de 460° C en raison d'un important effet de serre.

Du fait de sa proximité du Soleil, la température de Vénus a progressivement augmenté, provoquant la vaporisation dans l'atmosphère des grandes quantités d'eau liquide qu'elle recelait. L'arrivée de ces énormes quantités de vapeur d'eau dans l'atmosphère intensifient l'effet de serre et la température au sol continue d'augmenter. Les molécules d'eau sont ensuite dissociées dans la haute atmosphère par le rayonnement ultraviolet solaire, l'hydrogène « s'échappe » alors dans l'espace et l'oxygène libéré se combine aux molécules carbonées pour produire du CO<sub>2</sub>.

En jours terrestres, Vénus tourne autour du Soleil en 224,7 jours et sur elle-même en 243 jours. La couche nuageuse dense qui en masque le sol accomplit le tour de la planète en 4,2 jours terrestres. Ce mouvement est appelé super-rotation. Contrairement aux autres planètes du Système Solaire, mise à part Uranus, la rotation de Vénus s'effectue dans le sens rétrograde par rapport à son sens de révolution autour du Soleil.

Dans la haute atmosphère des planètes le rayonnement ultraviolet provoque de nombreuses réactions chimiques. Certains produits de ces réactions se trouvent parfois sous des formes instables dites excitées. Lorsqu'ils se désexcitent, ils émettent des rayonnements qu'un spectromètre peut analyser. C'est sur la base de ce principe que les auteurs de l'article en référence ont détecté pour la première fois les émissions du [radical](#) hydroxyle (OH) dans l'atmosphère de Vénus avec l'instrument VIRTIS de Venus Express.

La sonde Venus Express de l'Agence Spatiale Européenne a été lancée le 9 novembre 2005 depuis le cosmodrome de Baïkonour au Kazakhstan. Après un périple de 153 jours et 350 millions de kilomètres, la sonde s'est insérée en orbite autour de Vénus le 11 avril 2006. Son orbite opérationnelle est elliptique quasi polaire avec un péricentre de 250 km et un apocentre de 66 000 km. Sa mission devrait s'achever en mai 2009.

A son bord, sept instruments auscultent la planète. VIRTIS (Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer), un spectromètre imageur sensible aux rayonnements ultraviolet, visible et infrarouge (0,25 - 5 µm) analyse les

## ► Les deux faces de Vénus

### Notes

#### Luminescence :

Toute lumière émise par un objet provient de la désexcitation d'électrons qui ont été excités par un moyen ou par un autre. Lorsque cette excitation est due à une élévation de température, cette émission s'appelle incandescence. Lorsque qu'elle est due à l'action d'un autre facteur physico-chimique, elle est appelée luminescence.

#### Nadir :

« point le plus bas » se dit d'une visée descendante lorsque l'axe de visée passe par le centre du corps concerné.

#### Limbe :

« bord » se dit d'une visée lorsque l'axe de visée est rasant ou tangent au bord du disque du corps concerné.

nuages et les rayonnements émis ou réfléchis par toutes les couches de l'atmosphère. Il mesure aussi la température au sol et étudie ainsi les phénomènes d'interactions chimiques entre la surface et l'atmosphère.

VIRTIS a déjà montré que les émissions de **luminescence** atmosphérique nocturnes du monoxyde d'azote (NO) et du dioxygène (O<sub>2</sub>), observées depuis longtemps au **nadir** de Vénus, ne sont pas uniformément réparties dans le temps et l'espace. Les molécules de dioxyde de carbone sont dissociées par la lumière du Soleil du côté jour de la planète et produisent de l'oxygène atomique. Ce dernier se recombine pour former des molécules de dioxygène à l'état excité. Grâce au transport rapide des composés atmosphériques dû à la super rotation de l'atmosphère, leur émission de désexcitation a pu être détectée dans l'infrarouge par VIRTIS du côté nuit.

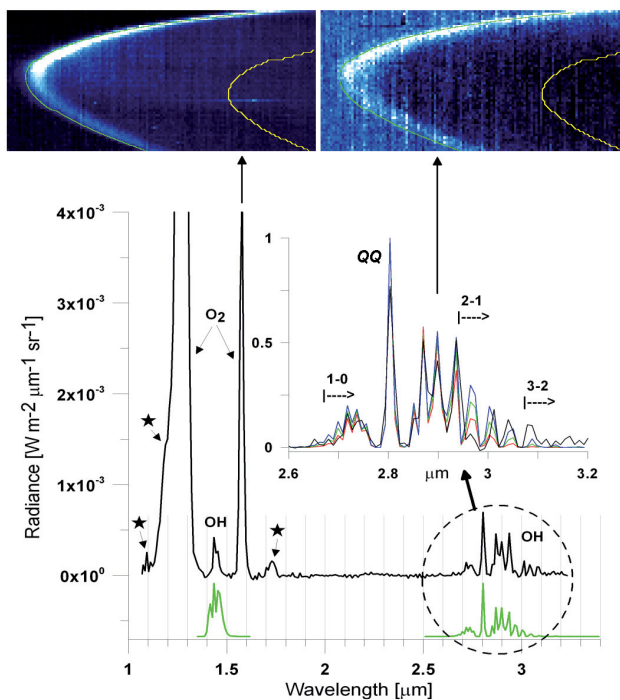


Fig 1 : Comparaison de l'émission lumineuse obtenue pour les différentes longueurs d'onde du spectre infrarouge avec le spectre synthétique du radical hydroxyle à une température de 250 K (courbe verte). Le spectre mesuré est représenté par le trait noir. L'émission est maximale lors de la désexcitation des molécules d'oxygène pour les bandes centrées à 1,27  $\mu\text{m}$  et 1,58  $\mu\text{m}$  de longueur d'onde. Les autres pics sont caractéristiques du radical hydroxyle à 1,44  $\mu\text{m}$  et 2,80  $\mu\text{m}$ . Les courbes colorées dans l'encart présentent les spectres de OH à différentes températures. Les autres pics marqués d'une astérisque sont la marque d'une émission thermique de l'atmosphère sous jacente. Les images donnent la répartition spatiale de l'intensité de l'émission dans l'atmosphère de Vénus à une longueur d'onde (flèche) de 1,58  $\mu\text{m}$  (émission de désexcitation de l'oxygène) et de 2,80  $\mu\text{m}$  (émission de désexcitation du radical hydroxyle). Le trait jaune représente l'altitude 0 et le trait vert l'altitude 100 km. L'utilisation d'échelles horizontale et verticale différentes donne à ces représentations un aspect elliptique.

## ► Divorce à la vénusienne

### Contact chercheur

**Pierre Drossart**

Laboratoire d'Etudes Spatiales  
et d'Instrumentation en  
Astrophysique (LESIA)  
Meudon

[pierre.drossart@obspm.fr](mailto:pierre.drossart@obspm.fr)

### + sur le web

[Site de Venus Express](#)

[Site du LESIA](#)

[Site de l'INSU](#)

[Site de l'ESA](#)

### + sur le CNES

[CNES](#)

[Missions scientifiques du CNES](#)

© CNES 2007

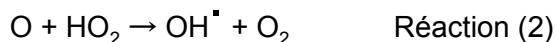
Reproduction possible à des fins non commerciales, sous réserve d'autorisation de notre part.

Conformément à la loi 78-17 "Informatique et Libertés" (art. 34 et art.36), vous disposez d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des données vous concernant, en ligne sur ce bulletin.

Des observations ont été menées lors de la 317<sup>ème</sup> orbite le 4 mars 2007. En utilisant une visée au [limbe](#) de la planète, le spectromètre imageur a analysé en une seule prise de vue toute l'épaisseur de l'atmosphère. Les mesures, effectuées depuis une altitude qui a varié de 10 800 à 13 700 km, fournissent une résolution verticale inférieure à 3,5 km. Pendant le déplacement de la sonde sur cette portion d'orbite, VIRTIS a acquis une centaine de spectres dans toutes les longueurs d'onde de sa gamme de travail en quelques dizaines de minutes. La zone balayée s'étend entre 15 et 25° Nord. Pour améliorer le rapport signal sur bruit, les spectres correspondant à la même altitude ont été fusionnés pour les latitudes comprises entre 15 et 30 degrés Nord et pour les heures locales comprises entre 00h00 et 00h30 (Fig. 1).

Le radical hydroxyle a ainsi été détecté pour la première fois dans l'atmosphère de Vénus. Il est présent principalement dans une fine couche de l'atmosphère d'environ 10 km d'épaisseur, située à une altitude de  $96 \pm 2$  km.

Compte tenu des modèles retenus pour expliquer la constitution et l'évolution de l'atmosphère de Vénus, deux réactions chimiques peuvent expliquer la présence de ce radical :



Même si les données observées sont compatibles avec les deux réactions, qui impliquent de l'hydrogène atomique, de l'ozone, de l'oxygène atomique et le radical hydroperoxyde ( $\text{HO}_2$ ), les modèles décrivant les réactions photochimiques des atmosphères des planètes telluriques privilégient l'hypothèse de la production des radicaux hydroxyles par la réaction de Bates-Nicolet. En partant de la variabilité de la distribution locale de la luminescence atmosphérique du ciel nocturne au limbe et au nadir, la distribution de ces espèces chimiques dans la haute atmosphère de Vénus pourra être cartographiée.

Ces découvertes contribuent aussi à mieux comprendre la photochimie qui se déroule dans la haute atmosphère de planètes comme Mars ou la Terre sous l'influence des rayons ultraviolets solaires.

E-Space&Science vous informe des résultats des expériences scientifiques soutenues par le CNES

Directeur de la publication : **Yannick d'Escatha** ■ Directeur de la rédaction : **Pierre Tréfouret** ■ Rédacteur en chef : **Michel Viso** ■ Secrétaire de rédaction : **Martine Degrave** ■ Rédactrice : **Iara Dos Santos** ■ Diffusion du magazine : **INIST diffusion** ■

### Abonnement

Envoyez un mail sans objet ni contenu à :  
Version française : [www.cnes.fr/essfr](http://www.cnes.fr/essfr)  
Version anglaise : [www.cnes.fr/essen](http://www.cnes.fr/essen)

### Désabonnement

Envoyez un mail sans objet ni contenu à :  
Version française : [www.cnes.fr/essfr](http://www.cnes.fr/essfr)  
Version anglaise : [www.cnes.fr/essen](http://www.cnes.fr/essen)