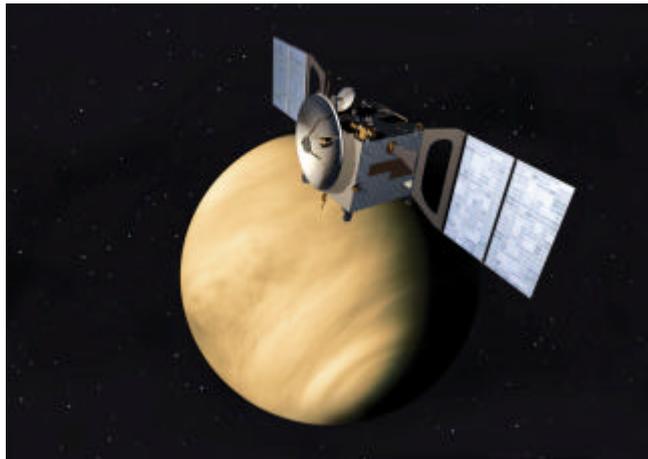


DOSSIER DE PRESSE

Programme scientifique d'exploration de Vénus à l'Observatoire royal de Belgique dans le cadre de la mission Venus Express



© ESA-MEDIALAB



Observatoire royal de Belgique
Av. Circulaire, 3 – Ringlaan 3
1180 BRUXELLES - BRUSSEL

Contacts : Véronique Dehant, 02/373.02.66, v.dehant@oma.be
Tim Van Hoolst, 02/3730668, t.vanhoolst@oma.be
Sophie Raynal, 02/3736731, s.raynal@oma.be

Table des matières

1. Introduction-Raison d'être de la mission Venus Express.....	2
2. La planète Vénus	
➤ Historique de l'exploration de Vénus	4
➤ Vues de l'espace, qu'est-ce qui différencie Vénus de la Terre ?	4
➤ A quoi ressemble Vénus ?	5
➤ Quel temps fait-il sur Vénus ?	6
3. La mission.....	7
➤ Quand a-t-on lancé le projet ?	7
➤ Quel en est le scénario ?	7
➤ Quels sont les objectifs scientifiques ?	7
➤ Quels sont les instruments ?	8
4. Le rôle de l'ORB.....	12
➤ Que va faire l'Observatoire ?	12
➤ Quel est le rôle de VeRa ?	12
➤ En quoi la connaissance du champ gravitationnel d'une planète nous permet-elle d'en déduire la répartition des masses ?.....	13
➤ Qui compose l'équipe scientifique de l'ORB ?	14

1. Introduction et raison d'être de la mission Venus Express

L'exploration des planètes telluriques (constituées de roches) fait partie des nombreux projets menés par l'European Space Agency (ESA). Après avoir procédé avec succès au lancement de la sonde Mars Express qui a pour objectif d'étudier la planète Mars, sa surface, son intérieur et son atmosphère, l'ESA a envoyé une autre sonde le 26 octobre 2005, cette fois-ci vers Vénus. Il s'agit de la sonde Venus Express.

L'Observatoire Royal de Belgique (ORB) participe activement à ce projet. La section Heure, Rotation de la Terre et Géodésie Spatiale de l'Observatoire, spécialisée dans l'étude de la structure, de la position, de la forme et de la rotation de la Terre, a développé un projet d'étude géodésique et géophysique des planètes telluriques. L'équipe de scientifiques qui prend part à ce projet travaillera en collaboration avec l'ESA. Fort de l'expérience acquise lors de la mission Mars Express, l'observatoire promeut, par sa participation à cette nouvelle mission, la qualité de son savoir en matière de planétologie. La Belgique, par son intermédiaire, affirme son investissement dans la recherche scientifique et plus particulièrement dans le domaine de la recherche spatiale.

La planète Vénus représente un intérêt particulier pour les scientifiques car elle possède des caractéristiques qui la différencient des autres planètes du système solaire : elle présente la révolution (mouvement orbital autour du Soleil) la plus régulière du système solaire, mais une rotation en sens inverse des autres planètes. Vénus présente de nombreuses similitudes avec la Terre mais elle est loin d'en être sa copie conforme. Alors que nous connaissons son existence et l'étudions depuis longtemps, nous continuons de comprendre pourquoi cette planète est à la fois si semblable et si différente de la nôtre.

Les planètes du système solaire tournent autour du Soleil sur des orbites quasi-elliptiques. Tous ces constituants de notre système solaire sont en mouvement permanent les uns par rapport aux autres, conséquence de la force universelle de gravitation. De plus, en raison de leurs masses, il y a un jeu d'attraction entre les planètes elles-mêmes, ce qui influe sur la distance de chacune d'entre elles par rapport au Soleil. Les distances au Soleil et les masses des planètes sont à l'origine d'une évolution différente des atmosphères et de l'eau sous forme gazeuse, liquide ou solide. En plus de fournir des données sur chacune d'entre elles, l'étude des planètes est avant tout un formidable moyen d'en apprendre plus sur les principes qui régissent notre système solaire et son évolution. De cette façon, nous pouvons espérer le comprendre en profondeur et, pourquoi pas, mieux comprendre notre propre planète.

Comparer une planète avec l'ensemble des autres planètes de notre système solaire permet d'en approfondir la connaissance et de faire de la planétologie comparée. Il s'agit d'un domaine scientifique à part entière. L'objectif à long terme de cette discipline est de découvrir des principes généralisables à toutes les planètes, d'où l'intérêt de comprendre les similitudes et les différences qui existent entre elles. En pratique, la planétologie comparée s'apparente à une très longue enquête policière : les planétologues examinent chaque planète sous tous les angles, intègrent chaque fait dans les bases de données, traquent le moindre indice, en vue de tester les modèles d'évolution planétaire. Mais au vu des informations qu'il reste encore à recueillir sur chacune des planètes et du grand nombre de disciplines auxquelles elle doit recourir, cette quête ne se terminera pas de sitôt.

2. La planète Vénus



La planète Vénus par ultraviolet.
Crédits : NASA

➤ Historique de l'exploration de Vénus

Vénus a de tous temps suscité un grand intérêt auprès des scientifiques. Connue comme la première étoile du matin et dernière « étoile » du soir observée dans le ciel, elle est le point le plus lumineux de notre ciel. Comme d'autres planètes, c'est durant la période Antique que l'astre reçut son nom : on lui attribua le nom de la déesse de l'amour et de la beauté en raison de son éclat. La planète n'a jamais cessé de fasciner les scientifiques, à tel point qu'on lui doit certaines grandes découvertes : c'est l'observation de Vénus qui a permis à Galilée de prouver que le modèle héliocentrique de Copernic était correct.

Plus tard, lors de la conquête de l'espace, Vénus intéresse à nouveau les scientifiques : sa proximité avec la Terre représente un grand intérêt pour les missions spatiales. Les spéculations les plus diverses étaient émises à son sujet : considérée, à l'époque, comme très semblable à la Terre, les chercheurs espéraient y trouver une forme de vie. Sa plus grande proximité par rapport au Soleil laisse présager d'un paysage de « paradis tropical ». Mais les découvertes faites grâce aux différentes observations ont montré que la réalité était toute autre.

L'exploration de Vénus par l'envoi de sondes spatiales a démarré en 1970. Parmi les missions, quatre d'entre elles ont apporté une information importante sur les caractéristiques de la planète Vénus.

Venera 7, mission soviétique de 1970, fut la première sonde qui se soit posée sur Vénus. Elle n'a émis que pendant une demi-heure, à cause des conditions climatiques extrêmes régnant à la surface de la planète.

Venera 9, également soviétique, s'est elle aussi posée sur Vénus, en 1975. La sonde a transmis des données sur la température, la pression atmosphérique, la composition de l'atmosphère... Elle a surtout envoyé la première photographie du sol vénusien avant de cesser d'émettre au bout de 53 minutes.

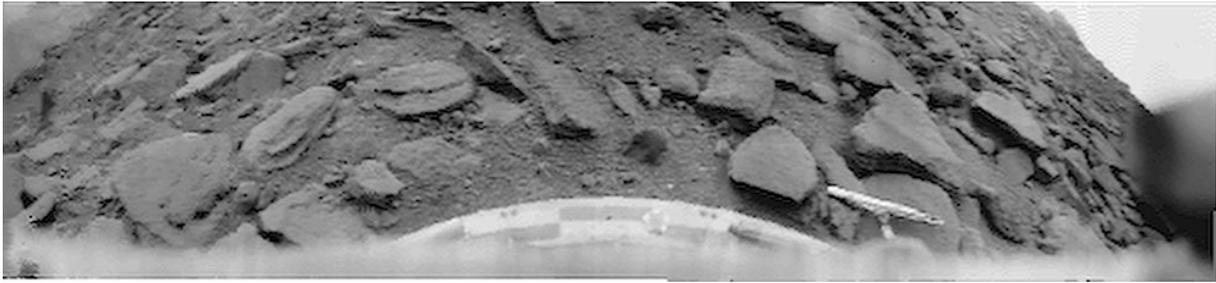


Image en noir et blanc obtenue par Venera 9. © Don P. Mitchell. All rights reserved.

D'autres missions Venera ont eu lieu, le record de survie des sondes est de 127 minutes.



Image couleur obtenue par Venera 14 : malgré la densité de l'atmosphère, le rayonnement solaire atteint la surface de Vénus ! © Don P. Mitchell. All rights reserved.

Pioneer Venus, missions américaines en deux phases de 1978. La première phase consistait à placer une sonde en orbite pour prendre des images de Vénus à l'aide de radar. La seconde phase, à larguer dans l'atmosphère de Vénus, trois sondes qui ont chacune effectué une vingtaine d'expériences. C'est à ces sondes que les scientifiques doivent une grande partie des connaissances acquises sur l'atmosphère vénusienne.

Magellan, (1989-1994) cette mission américaine visita aussi Vénus avec pour objectif de cartographier sa surface à l'aide d'un radar. Grâce à Magellan, 98 % de cette surface a pu être découverte, fournissant aux scientifiques une vue d'ensemble du sol de la planète.

Grâce à ces missions, les scientifiques ont pu collecter bon nombre de connaissances sur notre voisine. Mais si toutes ces informations répondent aux premières questions que se posent les scientifiques, elles en soulèvent beaucoup d'autres. Avant d'aborder les questions auxquelles la mission Venus Express tentera de répondre, faisons le point sur ce que nous savons déjà.

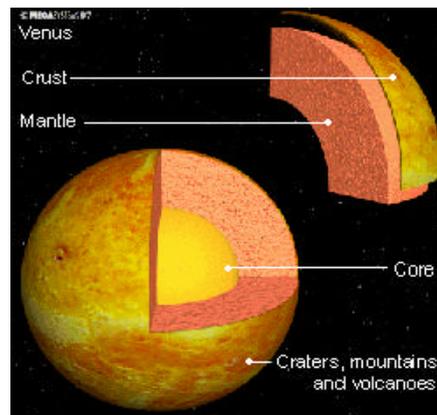
➤ Vues de l'espace, qu'est-ce qui différencie Vénus de la Terre ?

Vénus et la Terre ont quasiment la même taille, la même masse et la même densité. Elles ont également le même âge, comme tout notre système solaire qui s'est créé à partir de la même nébuleuse, il y a 4,5 milliards d'années. En raison de ces similitudes, on a longtemps considéré que Vénus et la Terre étaient des planètes sœurs jusqu'à son exploration...

Vénus est 30% plus proche du Soleil (à 108 million de km) que la Terre (149.6 million de km). Chaque planète décrit, autour du Soleil, une orbite elliptique. De toutes les planètes, Vénus a la plus faible excentricité orbitale du système solaire, c'est-à-dire que son orbite est celle qui se rapproche le plus d'un cercle. Sa période de révolution autour du Soleil, autrement dit l'année vénusienne, est d'environ 225 jours terrestres. La planète tourne très lentement sur elle-même, si bien qu'un jour sidéral vaut environ 243 jours et un jour solaire vénusien dure environ 118 jours terrestres ! Autre particularité étonnante à son actif, elle a un

sens de rotation rétrograde, c'est-à-dire qu'elle tourne sur elle-même dans le sens inverse des autres planètes, ce qui fait que sur Vénus, le Soleil se lève à l'ouest.

Du point de vue de sa structure, Vénus est une planète tellurique, tout comme la Terre (et à la différence de Jupiter qui est une géante gazeuse). Vénus serait composée d'un noyau probablement liquide et d'un manteau solide et visqueux. L'ensemble serait entouré d'une croûte solide. La graine et le noyau liquide seraient principalement composés de Fer et de Nickel.



La Terre possède une structure semblable à celle de Vénus. Cette structure, combinée à sa rotation, génère un champ magnétique à l'intérieur de notre planète. Dans le noyau externe liquide, les particules de Fer se précipitent au centre pour former la partie solide du noyau appelée la graine. Ce mouvement produit un champ magnétique. Si ce même phénomène se produisait sur Vénus, la planète serait dotée d'un champ magnétique, or les missions spatiales n'en ont pas encore détecté. Les scientifiques émettent alors deux hypothèses : soit la planète ne génère pas de champ magnétique, et il reste à en déterminer les raisons, soit elle génère bien un champ magnétique mais de plus faible amplitude que le nôtre, et il reste à déterminer par quel processus.

➤ A quoi ressemble Vénus ?

Vue depuis la Terre, Vénus est une belle planète très brillante, mais sous son épaisse couche de nuages (près de 20km), le paysage est plus hostile : la planète est couverte de volcans, de coulées de lave et de cratères mais aucune activité volcanique n'a été observée actuellement. Malgré la présence de tous ces volcans, nous n'avons pas encore détecté d'activité volcanique actuelle. Cela ne signifie pas pour autant que celle-ci a cessé. On sait cependant que la planète a connu deux époques de forte activité volcanique, contrairement à la Terre qui connaît une activité continue. Les plaines de coulées de lave qui recouvrent Vénus, sont les vestiges de la première époque volcanique qui aurait pris fin il y a 500 millions d'années. Durant cette période, l'activité volcanique semblait se manifester par de constants épanchements de lave. Lors de la seconde époque, les montagnes volcaniques auraient été formées. Cette dernière activité volcanique se serait éteinte il y a 10 millions d'années.

La surface est aussi parsemée de cratères dont le diamètre est fréquemment supérieur à 2km. Certains d'entre eux sont d'origine volcanique, d'autres correspondent à des traces d'impacts de météorites. La taille de ces cratères laisse supposer que seules de grandes météorites parviennent jusqu'au sol, l'atmosphère réduisant les plus petites en poussières. Contrairement aux cratères terrestres, les cratères Vénusiens ne semblent pas affectés par un phénomène d'érosion, ce qui s'expliquerait par l'absence d'eau. La question demeure entière car on sait que les vents peuvent produire les mêmes effets.

Du point de vue géologique, hormis deux régions immenses, du nom d'Aphrodite Terra et d'Ishtar Terra, qui sont parsemées de hauts plateaux, Vénus est essentiellement recouverte de plaines. A titre de repère, c'est dans la région d'Ishtar Terra que se trouvent les plus hauts sommets de Vénus, parmi lesquels figure le Mont Maxwell : 11 km d'altitude (le Mont Everest ayant une altitude de 8,848 km). Cette région recouvre à peu près la taille de l'Australie et se trouve dans l'hémisphère nord de la planète. Aphrodite Terra est un peu plus petite que l'Afrique et se situe le long de l'équateur de Vénus. On notera également que la surface de Vénus n'est pas soumise à l'activité de plaques tectoniques.

➤ **Quel temps fait-il sur Vénus ?**

La température moyenne y est de 480°C (la plus élevée des planètes du système solaire) ! Sa plus grande proximité par rapport au Soleil ne suffit pas à expliquer cette température étonnamment élevée. Mercure, par exemple, est encore plus proche du Soleil et possède cependant une température inférieure. Ce phénomène s'explique donc par un effet de serre important dû à une forte concentration de gaz carbonique présent dans l'atmosphère de Vénus.

Cette forte température empêche donc toute présence d'eau sur la planète. Les épais nuages qui entourent la planète sont en majorité composés d'acide sulfurique. Les pluies d'acide s'évaporent sous l'effet de la chaleur avant d'avoir touché le sol. La planète est sujette à une forte activité orageuse et à des vents violents (à tel point que les nuages font le tour de la planète en 4 jours terrestres), le bruit du tonnerre est constant et propagé par la densité de l'atmosphère.

La pression atmosphérique de Vénus la différencie également de manière significative de la Terre : elle y est 92 fois plus forte. Elle est à l'origine des conditions climatiques extrêmes observées ; l'atmosphère très dense est composée à 96% de gaz carbonique et à 3% d'azote (contre 77% d'azote et 22% d'oxygène pour la Terre). Certains scientifiques avancent l'hypothèse que cette composition atmosphérique était, à l'origine, semblable sur la Terre. Son évolution différente s'expliquerait en partie par une plus grande fraîcheur présente sur la Terre (suite à une distance plus éloignée du Soleil). Si l'atmosphère a évolué différemment sur notre planète, ce serait parce qu'à l'époque où seule la distance avec le Soleil était responsable de la température, celle de la Terre (plus fraîche) aurait permis la formation d'océan par condensation de vapeur d'eau, entraînant tout un processus qui aurait amené notre atmosphère à réduire sa teneur en gaz carbonique, nous épargnant ainsi l'important réchauffement qu'a subi Vénus à cause de l'effet de serre.

3. La mission

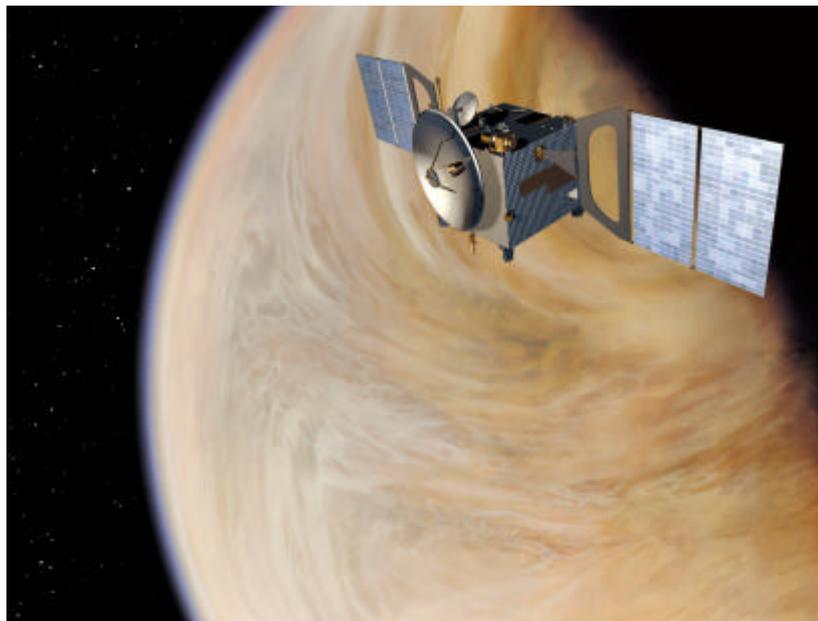
La mission Venus Express, qui nous occupe à présent, a été élaborée sur le modèle de la mission Mars Express. Cette dernière, fut élaborée entre 1998 et 2003 (année du lancement), ce qui représente un délai court pour une mission spatiale. Ainsi, le mot 'Express' fut associé au nom de la mission en raison de cette rapidité d'élaboration.

➤ **Quand a-t-on lancé le projet ?**

En 2001, alors que la mission Mars Express n'a pas encore été lancée, l'ESA lance un appel à projets pour réutiliser la technologie qui fut développée pour la mission Mars Express. Parmi les trois projets proposés, Venus Express l'emporte.

➤ **Quel est ce projet ?**

En Octobre 2005, une sonde a été envoyée vers Vénus : il s'agit d'une sonde orbitale, elle restera donc en orbite autour de la planète pour effectuer différentes mesures à l'aide de ses instruments.



Vue d'artiste de la sonde Venus Express en orbite autour de Vénus.
Crédits : ESA-MEDIALAB

➤ **Quel en est le scénario ?**

Le lancement de la fusée Soyouz-Fregat qui a transporté la sonde, a eu lieu le 9 novembre 2005 au départ du Cosmodrome de Baikonur au Kazakhstan. Le voyage a duré 153 jours, soit près de 5 mois. La sonde finit par arriver en orbite autour de Vénus le 11 avril 2006. Là, après quelques manœuvres délicates de « mise en orbite » la sonde entamera sa mission. Elle restera alors en orbite pendant 2 jours vénusiens, ce qui équivaut à près de 500 jours terrestres.

➤ **Quels sont les objectifs scientifiques ?**

Les interrogations sur Vénus sont nombreuses et plusieurs expéditions scientifiques seront nécessaires afin d'approfondir nos connaissances cette la planète. En élaborant l'expérience

Venus Express, l'ESA privilégie un champ d'étude plus restreint qui se concentrera sur trois aspects de Vénus : son atmosphère, les détails de sa surface et le plasma environnant.

Le plasma est un gaz principalement composé de particules électriquement chargées. Ce dernier est présent dans tout notre système solaire, notamment dans la couronne solaire, mais aussi sous forme de vent solaire qui entre en contact avec l'atmosphère des planètes. Ce faisant, il agit sur elle et réciproquement.

Les scientifiques cherchent à connaître ces effets et leurs ampleurs. Nous savons par exemple que le vent solaire peut jouer un rôle important sur l'évolution de l'atmosphère des planètes : la couche de gaz divers qui enveloppe certaines planètes est maintenue autour d'elles par l'attraction gravitationnelle de ces planètes : plus une planète est grosse, plus cette attraction est forte et plus cette couche se maintient. Au fil du temps des particules d'atmosphère s'échappent, c'est l'évolution naturelle d'une atmosphère. Le vent solaire qui balaye l'atmosphère peut attirer des particules d'atmosphère et accélérer leur éloignement de la planète. Le vent solaire peut donc agir sur la "durée de vie" de l'atmosphère d'une planète.

➤ **Quels sont les instruments ?**

Les instruments utilisés pour la mission Venus Express sont des versions améliorées des instruments développés pour la mission Mars Express.

ASPERA (Analyser of Space Plasma and Energetic Atoms) :

Un analyseur d'atome énergétique et de plasma. Cet instrument est destiné à étudier le plasma et ses interactions avec l'atmosphère vénusienne.

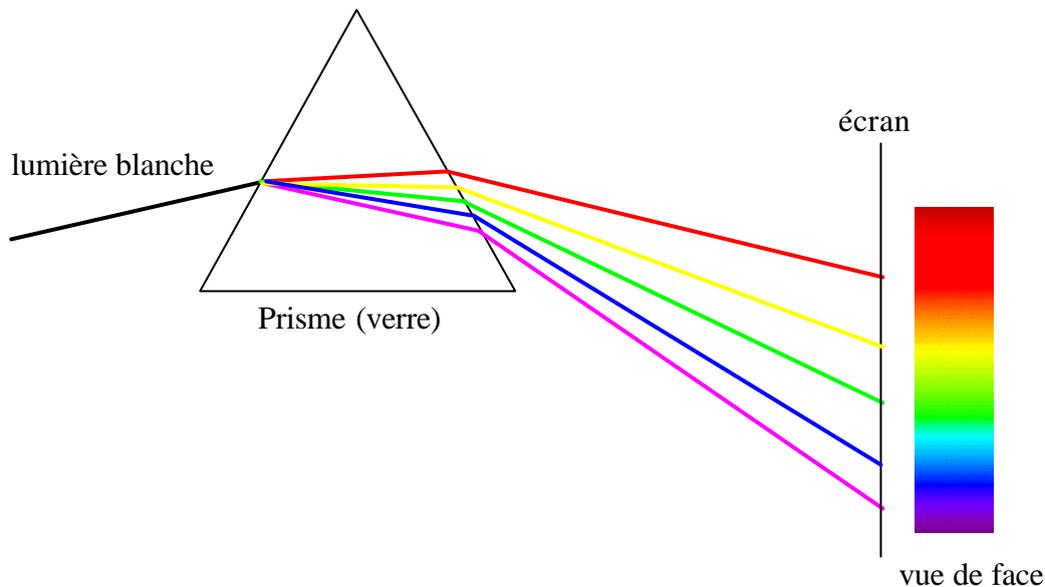
Les scientifiques espèrent obtenir des données leur permettant de comprendre les processus qui entrent en jeu au sein du plasma lors de la rencontre entre le vent solaire et l'atmosphère. Puisque le vent solaire entre aussi en contact avec l'atmosphère terrestre, cette mission peut également nous en apprendre davantage sur les mécanismes qui régissent l'évolution de notre atmosphère.

MAG (Magnetometer) :

Le magnétomètre mesure les champs magnétiques. Dans le cadre de cette mission, deux champs seront étudiés : un champ magnétique d'origine solaire, présent dans le plasma (ce qui implique que MAG et ASPERA fourniront des données complémentaires sur le plasma) et le champ magnétique de la planète Vénus, s'il existe.

PFS (Planetary Fourier Spectrometer) :

C'est un spectromètre infrarouge, conçu pour opérer un sondage optique vertical de l'atmosphère de Vénus. L'interaction entre la matière et un rayonnement lumineux modifie son spectre. Un spectre est une décomposition de la lumière en longueur d'onde, c'est le phénomène de l'arc en ciel ou du prisme comme montré ci-dessous. Ce spectre dépend de la structure et de la composition de la matière. En l'analysant avec un spectromètre, on peut obtenir des informations sur la composition de la matière.



Spectre de la lumière, il comporte aussi, en plus du spectre visible, les infrarouges et ultraviolets invisibles, mais que le PFS peut détecter. Crédits : site pédagogique Opticol.¹

Cet instrument sera essentiellement consacré à l'atmosphère de Vénus dont les scientifiques espèrent connaître la concentration et la répartition de la plupart des constituants, même les plus rares, ainsi que leurs propriétés physiques. Il permettra également d'étudier l'interaction sol/atmosphère.

SPICAV-SOIR (Spectroscopy for Investigator of Characteristics of the Atmosphere of Venus - Solar Occultation in the Infra Red) :

Spectromètre imageur à ultraviolets et à infrarouges. Il est équipé de deux canaux, un pour les longueurs d'ondes ultraviolettes et l'autre pour les infrarouges. Cette configuration a déjà été utilisée pour la mission Mars Express. Dans ce cas-ci un canal supplémentaire est prévu pour observer le Soleil par ondes infrarouges à travers l'atmosphère de Vénus (partie SOIR, construction en grande partie Belge), ce qui permettra aux scientifiques d'étudier et caractériser l'atmosphère de Vénus. Des scientifiques belges de l'Institut d'Aéronomie Spatiale participent à cette expérience.

VIRTIS (Visible and InfraRed Thermal Imaging Spectrometer) :

Il s'agit d'un spectromètre imageur qui agit sur d'autres longueurs d'ondes et fournit des données complémentaires à SPICAV. VIRTIS permettra l'analyse de toutes les couches de l'atmosphère et des nuages qui s'y trouvent, la mesure des températures de surface et l'étude des interactions surface/atmosphère.

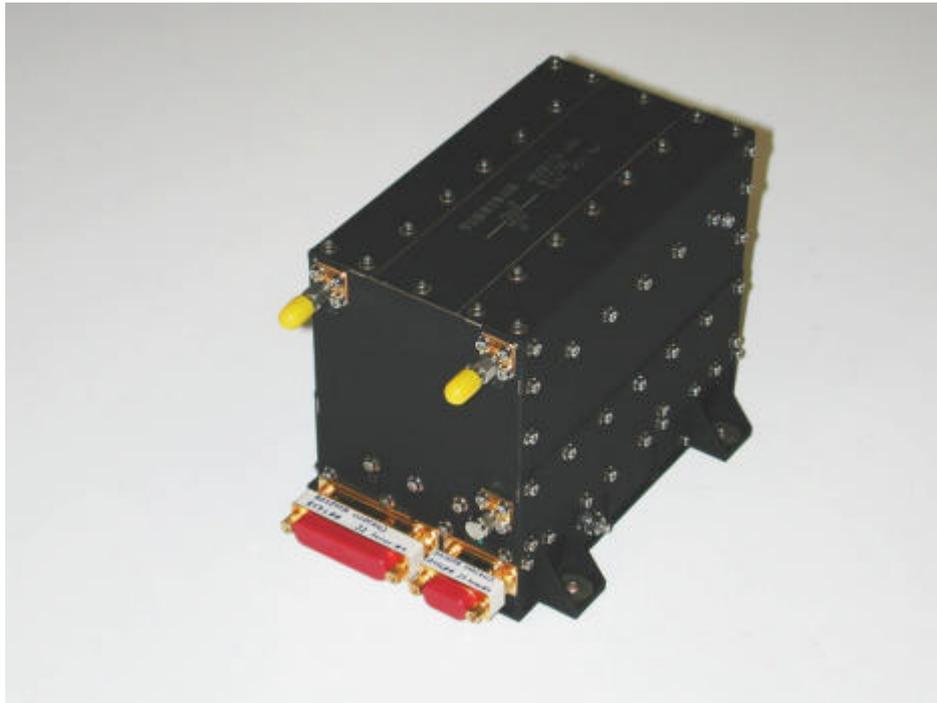
VMC (Venus Monitoring Camera) :

Caméra multicanaux à large angulaire qui fonctionne en lumière ultraviolette, visible et proche infrarouge (partie du spectre électromagnétique qui a une longueur d'onde juste plus longue que le rouge dans le spectre visible). Elle permettra de : (1) fournir un support d'imagerie à la mission, autrement dit, associer un contexte imagé général aux données obtenues par les autres instruments et aider à la navigation, (2) faciliter l'étude des processus

¹ www3.sympatico.ca/mohamed.ghanassi/cours.htm Copyright © 2003 Mohamed Ghanassi. Tous droits réservés.

dynamiques dans l'atmosphère de Vénus, (3) permettre l'étude de la répartition d'un absorbant inconnu de rayons UV déjà détecté par PIONEER au sommet des nuages. L'identification de ce corps fait évidemment aussi partie des objectifs de SPICAV, VIRTIS et PFS. (4) cartographier les nuages dans toutes les longueurs d'onde en tant que traceur de la dynamique de l'atmosphère, (5) cartographier la répartition de la brillance à la surface et (6) rechercher l'activité volcanique. Ces deux derniers objectifs étant liés à la capacité d'une des longueurs d'onde de proche-infrarouge de traverser les nuages.

VeRa (Venus Radio science) :



VeRa : l'instrument qui permet la réalisation de l'expérience.
Photo de Bernard Haeusler, VeRa PI.

C'est une expérience qui a de multiples objectifs assez différents les uns des autres.

D'une part, elle vise à examiner *l'ionosphère et l'atmosphère neutre de Vénus* par l'envoi d'ondes radio transmises de l'engin spatial directement à travers l'atmosphère ou par réflexion sur la surface de Vénus et reçues par une station au sol sur Terre. Plus particulièrement, cet instrument est destiné à : (1) effectuer un sondage radio de l'ionosphère de Vénus depuis une altitude de 80 km jusqu'à l'ionopause (de 300 à 600 km en fonction des conditions du vent solaire) et (2) effectuer un sondage radio de l'atmosphère neutre de la couche de nuages (de 35 à 40 km) jusqu'à une altitude d'à peu près 100 km. Ces données seront obtenues par le procédé suivant : lorsque la sonde sera sur le point de disparaître derrière Vénus, elle enverra des ondes vers la Terre, ces ondes traverseront alors l'atmosphère de Vénus qui les modifiera. En analysant la manière dont le passage dans l'atmosphère a perturbé ces ondes, les scientifiques pourront déduire des informations sur sa composition.

D'autre part, l'expérience VeRa vise également à examiner *la surface de Vénus*. En particulier, il s'agira de déterminer les caractéristiques diélectriques, la rugosité, et la composition chimique de la surface de la planète. Ce volet de l'expérience utilise deux propriétés physiques des roches qui constituent la surface des planètes telluriques (Mercure, Vénus, la Terre et Mars) : elles sont susceptibles de contenir des éléments conducteurs d'électricité et elles produisent un phénomène de diffractions des ondes, c'est-à-dire, que si on

envoi des ondes sur ces roches, le signal sera modifié au retour. En envoyant des micro-ondes sur la surface de Vénus, et en mesurant l'ampleur de la diffraction de ces micro-ondes lors de leur retour, les scientifiques obtiendront des indications partielles sur la composition de la surface de Vénus.

De plus, VeRa permettra d'étudier la *couronne solaire*, et par extension, la structure de la couronne et les turbulences (perturbation) du vent solaire pendant les conjonctions solaires (périodes d'alignement entre le Soleil, Vénus et la Terre) inférieures – Soleil, Vénus, Terre – et supérieures – Vénus, Soleil, Terre – de Vénus. Il s'agit d'utiliser le même procédé que pour étudier l'atmosphère de Vénus : profiter du moment où Vénus – et par extension la sonde en orbite autour d'elle – passe derrière le Soleil pour envoyer des ondes radio en direction de la Terre en leur faisant traverser la couronne solaire. Par la suite, en fonction de la manière dont la couronne solaire a perturbé ces ondes, les scientifiques pourront déduire des informations sur celle-ci.

Enfin, le fait de communiquer avec la Terre depuis une sonde spatiale en orbite autour de Vénus permet de reconstruire l'orbite de la sonde et de caractériser les perturbations qu'elle subit à cause de la *répartition des masses* à l'intérieur et à la surface de la planète. C'est l'Observatoire royal de Belgique qui prend en charge cette part de la mission.

4. Le rôle de l'ORB

➤ Que va faire l'Observatoire ?

L'Observatoire royal de Belgique participe à la mission Venus Express et va plus particulièrement, utiliser les données de l'expérience de Radio Science VeRa (voir instruments de la mission) pour étudier la répartition des masses à l'intérieur de la planète. Cette répartition est liée aux mouvements lents des matériaux dans le manteau visqueux de Vénus et à la forme de sa surface (topographie). Alors que les chercheurs se concentrent pour la plupart sur l'atmosphère de la planète, l'ORB se penche sur son champ gravitationnel. Son étude permettra aux chercheurs de l'ORB d'en savoir plus sur l'intérieur de la planète.

Rappelons d'abord ce qu'est le champ gravitationnel. Il est lié au principe découvert par Isaac Newton : l'attraction des masses. Celle-ci dépend de deux facteurs, les masses elles-mêmes et la distance qui les sépare : l'attraction gravitationnelle est d'autant plus forte que les masses sont importantes mais d'autant moindre que la distance qui les sépare est grande. L'ensemble des masses réparties à l'intérieur et à la surface de la planète génère une accélération en tout point à l'extérieur de la planète. L'ensemble de ces accélérations constitue le champ gravitationnel.

Grâce à la sonde Venus Express et surtout à l'expérience VeRa, l'ORB pourra compléter les données du champ gravitationnel de Vénus qui fut déjà observé en partie par les missions spatiales précédentes.

➤ Quel est le rôle de VeRa ?

L'expérience VeRa permettra aux scientifiques de suivre, par l'utilisation des ondes radio de liaison avec la Terre, le trajet de la sonde qui est en orbite autour de Vénus et subit donc les accélérations du champ gravitationnel. L'expérience consiste en des mesures de variations de fréquences des ondes de liaison entre l'orbiteur et la Terre, ces variations sont dues à l'effet Doppler.

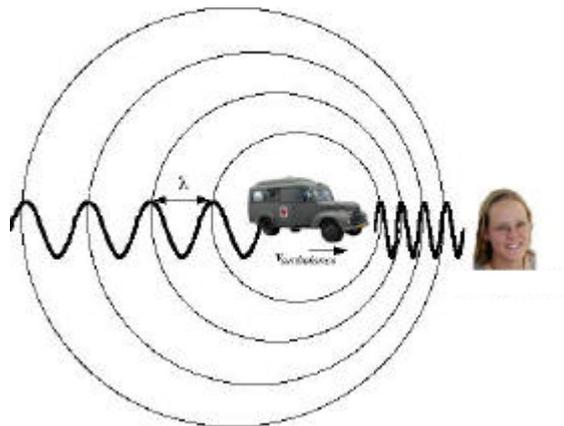


Illustration de l'effet Doppler
Crédits : Université de Cambridge.

Prenons un exemple pour rappeler le principe de l'effet Doppler : le bruit de la sirène paraît plus aigu à l'approche d'une ambulance, et plus grave lorsqu'elle s'éloigne, et ce tout simplement parce qu'à cause du déplacement de la source sonore, la fréquence des ondes est modifiée pour un observateur qui n'effectue pas le même déplacement. A partir de la position

de l'observateur et de la fréquence perçue des ondes, on peut calculer la vitesse de déplacement par rapport à l'observateur et reconstituer le trajet.

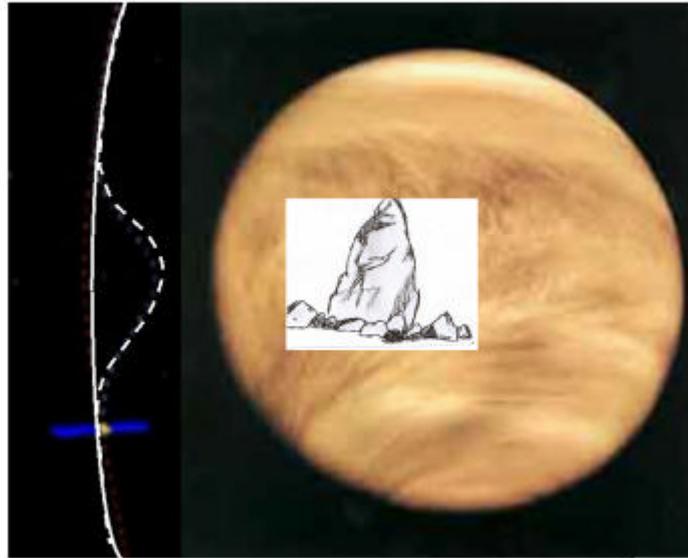
Depuis la Terre, des ondes radio sont émises à intervalle régulier. Ces ondes sont reçues à bord de la sonde spatiale et renvoyées vers la Terre de manière cohérente par le transpondeur de VeRa. Le déplacement de la sonde spatiale modifie la fréquence perçue par les antennes sur Terre, comme l'antenne de l'ESA NNO (à New Norcia en Australie). En analysant les effets Doppler, les scientifiques de l'Observatoire royal de Belgique pourront déterminer la vitesse de la sonde.



Antenne NNO de l'ESA à New Norcia en Australie.
Crédits : ESA

- **En quoi la connaissance du champ gravitationnel d'une planète nous permet-elle d'en déduire la répartition des masses ?**

C'est à nouveau le principe de Newton : la force de gravitation d'un corps dépend de sa masse, si à un endroit quelconque d'une planète, il y a présence d'une masse supplémentaire, elle produit en cet endroit, une attraction plus forte. Donc si la sonde accélère et dévie de sa trajectoire, nous pouvons en déduire que dans Vénus (plus ou moins proche de sa surface), il y a une concentration de masse en cet endroit.



Lorsque la sonde passe au dessus d'une planète homogène, elle fait une trajectoire bien régulière (en trait plein) ; dès qu'elle passe au dessus d'une anomalie de masse -représentée par un rocher à l'intérieur de la planète dans cette figure-, la trajectoire de la sonde (trait en pointillés) est déviée.

➤ **Qui compose l'équipe scientifique de l'ORB ?**

Prof. V. Dehant : « Co-Investigateur » de l'expérience VeRa, Chef de Section à l'ORB,
 Prof. T. Van Hoolst (Chef du projet 'Géodésie et géophysique des planètes telluriques') permanent à l'ORB,
 Dr. V. Lainey, Dr. N. Rambaux et Dr. O. Verhoeven, scientifiques contractuels en post-doctorat à l'ORB (contrat de l'Union Européenne, de l'ESA et du Fonds National de la Recherche Scientifique (FNRS), respectivement),
 Dr. M. Beuthe, Dr. O. Karatekin, Eng. S. Lemaistre et Dr. P. Rosenblatt, scientifiques sous contrat PRODEX (Politique Scientifique Fédérale de Belgique),
 et J. Duron, G. Pfyffer et A. Rivoldini doctorants à l'Université catholique de Louvain et à l'Observatoire royal de Belgique.