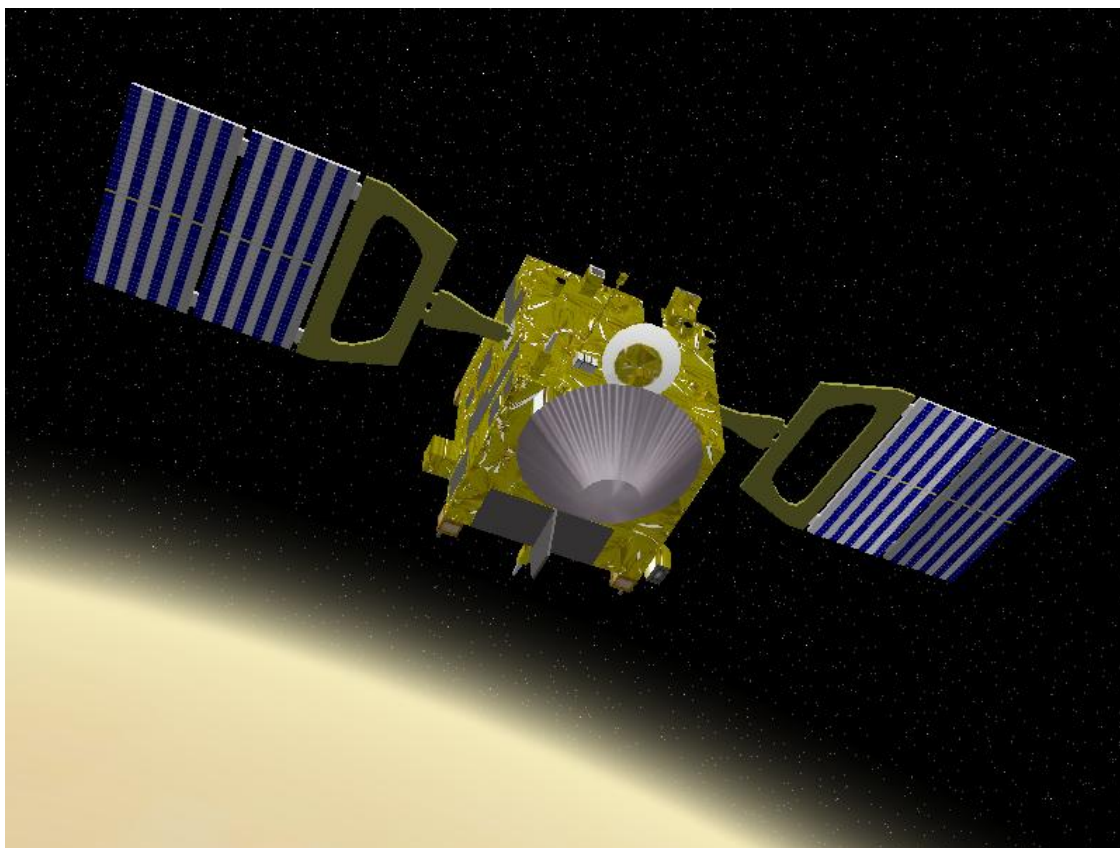


# Manuel Venus Express

-Par MartySpaceLines & Jekka-



Copyright@Avril2008

## Sommaire

Introduction.....	2
Installation .....	3
Anatomie de Venus Express .....	3
Instruments scientifiques .....	5
Pilotage & problèmes connus.....	6
Plan de vol .....	8
Remerciements & limitations.....	10

## Introduction

Le 9 novembre 2005 à 03h33 (TU), une fusée Soyouz, équipée d'un 4<sup>ème</sup> étage Fregat s'élève majestueusement dans le ciel du Cosmodrome de Baïkonour, au Kazakhstan. A son sommet, la sonde de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) Venus Express, qui, avec l'aide de son centre de contrôle de Darmstadt (Allemagne), commence par ce lancement un long voyage de cinq mois à destination de l'Etoile du Berger.

Les objectifs principaux de la mission sont l'étude de l'atmosphère vénusienne et son interaction avec la surface et l'environnement interplanétaire (notamment le vent solaire).



*Préparation au lancement.*

## Installation

Pour installer cet add-on, il vous suffit de décompresser l'archive "MSLJ\_VenusExpress.zip" dans votre répertoire Orbiter.

**!!!Attention : d'autres add-ons sont indispensables pour faire fonctionner Venus Express correctement !!!**

Les add-ons suivants sont à installer avant Venus Express :

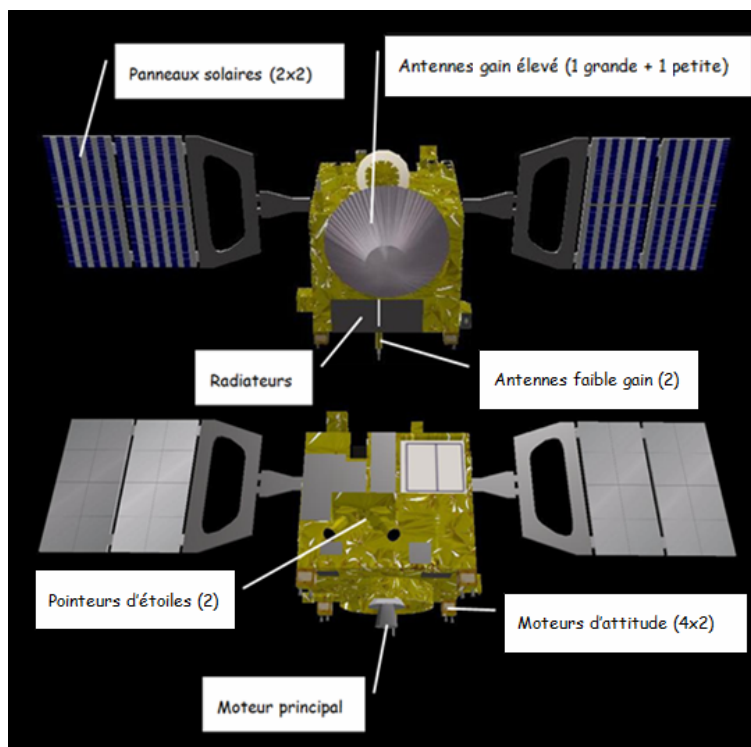
- Baikonur, LC1-pad5 for Soyuz de Mustard & BrianJ :  
<http://orbiter.mustard-fr.com>
- Soyuz Series, de Mustard & No Matter :  
<http://orbiter.mustard-fr.com>
- Multistage2.dll et Spacecraft3.dll de Vinka :  
<http://users.swing.be/vinka/>
- IMFD 5.1 ou version ultérieure, de Jarmo Nikkanen :  
<http://koti.mbnet.fi/jarmonik/Orbiter.html>

Nous remercions les auteurs suscités pour leurs créations.

## Anatomie de Venus Express

L'armature de Venus Express est une copie presque conforme de celle de la sonde Mars Express, dont elle tire le nom, ce qui a permis un développement rapide (trois ans, ce qui explique le nom Venus "Express") et un coût peu important : 220 millions d'euros en tout, dont 23 pour les équipements scientifiques et 35 pour le lancement. La sonde réutilise notamment des équipements de Rosetta, et sa réalisation a été confiée à la société européenne EADS Astrium.

Le corps principal de Venus Express (appelé "bus") est une sorte de boîte cubique d'aluminium en nid d'abeille d'à peu près 1.5m de côté. Lorsque ses panneaux solaires sont étendus, la sonde mesure plus de 8m de large. Les instruments scientifiques sont montés sur le bus, qui contient les réservoirs de carburant.



*Principaux éléments du bus de Venus Express.*

les cotés du bus de Venus Express sont plus grands et plus efficaces que ceux de sa consœur martienne. En plus, l'isolation externe (MLI pour Multi-Layer Insulation) de la sonde est dorée (contrairement à celle de Mars Express, qui elle est noire), et ce pour mieux réfléchir les rayons solaires.

Les principales différences techniques entre Venus Express et sa grande sœur Mars Express résident principalement dans le contrôle thermique : Vénus étant deux fois moins loin du soleil que Mars, Venus Express doit emporter de quoi supporter des températures quatre fois plus importantes que Mars Express, afin de maintenir sa température interne entre 20 et 25°C.

En conséquence, les radiateurs situés sur

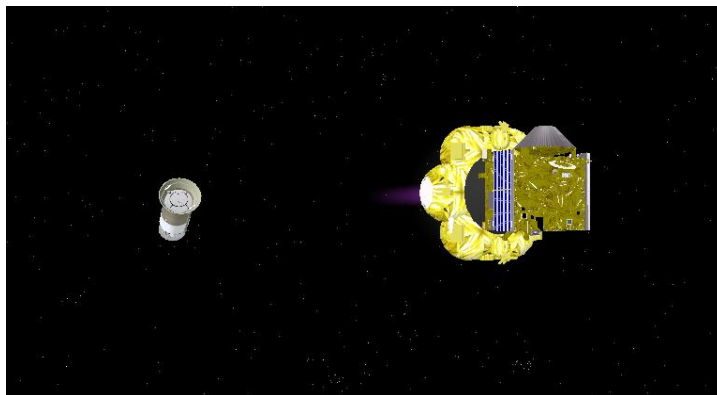
La puissance électrique est quant à elle assurée par deux panneaux solaires, d'une surface totale d'environ 6m<sup>2</sup>. Ces panneaux peuvent générer un peu plus que 800W près de la Terre et jusqu'à 1100 autour de Vénus. Ainsi, lorsque la sonde se trouve dans l'ombre, l'énergie solaire laisse la main à trois batteries au lithium-ion, rechargées par les panneaux solaires.

On notera que, pour des raisons évidentes, la taille des panneaux de Venus Express est deux fois moins grande que celle de ceux de Mars Express.

Pour se propulser, la sonde possède un moteur d'une puissance de 410N puisant dans les 570kg d'ergols (trioxyde d'azote et hydrazine mono-méthyle) embarqués. La masse de ces ergols correspond à presque la moitié de la masse totale de la sonde. Lors de corrections de trajectoire mineures (tous les 50 jours environ), Venus Express utilise quatre paires de petits moteurs auxiliaires montés à l'arrière de la sonde, délivrant chacun 10N de poussée.

La tâche d'orienter correctement la sonde (et les panneaux solaires) est menée à bien par trois gyroscopes laser. Ce système reçoit les informations transmises par deux pointeurs d'étoiles, deux senseurs solaires et trois accéléromètres. Normalement, Venus Express met une demi-heure à changer son attitude de 180°, à cause de ses gyroscopes. Pour les besoins d'IMFD si vous l'utilisez, nous avons grandement réduit ce temps.

L'ordinateur de bord possède une capacité de stockage de 12Gb, pour conserver les résultats des expérimentations en attendant qu'elles soient transmises au sol lorsque l'orientation de la sonde par rapport à la Terre le permet.



Les communications avec le sol sont

*Séparation du 3<sup>ème</sup> étage et de Fregat.*

principalement assurées par deux antennes gain élevé (respectivement 1.3m et 30cm de diamètre), suivant l'orientation de la sonde et des besoins des expériences en cours.

Venus Express possède aussi deux antennes faible gain, utilisées pour les transmissions lors du lancement, des premiers jours de voyage et en cas de panne des antennes grand gain. Ces antennes sont incapables de transmettre des données importantes telles des images sur de grandes distances.

## Instruments scientifiques

La charge utile de Venus Express est composée des instruments suivants :

- **Analyzer of Space Plasma and Energetic Atoms (ASPERA)**

Hérité de Mars Express, l'ASPERA a pour mission l'étude des interactions entre l'atmosphère de Vénus et le vent solaire.

**Constructeur** : Institut d'astrophysique de Kiruna, Suède.

- **Venus Express  
Magnetometer (MAG)**

Le MAG, qui réutilise des capteurs initialement développés pour l'atterrisseur de Rosetta, est utilisé pour analyser du champ magnétique vénusien, produit par le vent solaire (Vénus n'en possède pas de propre à elle-même).

**Constructeur** : IWF de Graz, Autriche.

- **Ultraviolet and Infrared Atmospheric Spectrometer (SPICAV/SOIR)**

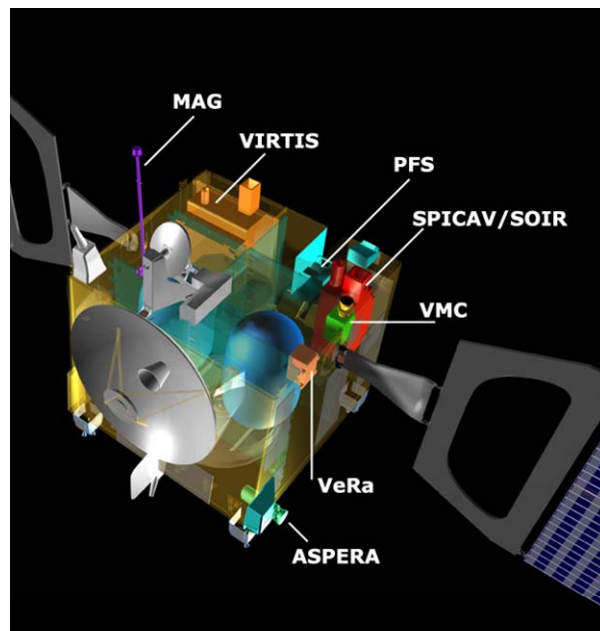
Ces deux éléments, dérivés de leurs homologues embarqués sur Mars Express, ont pour objet d'analyse la température et de la densité de l'atmosphère (80-180 km. d'altitude). Ils recherchent aussi de l'eau et de l'oxygène.

**Constructeur** : Service d'Aéronomie, CNRS, Verrieres, France; Institut d'astronautique, Belgique; IKI, Russie.

- **Planetary Fourier Spectrometer (PFS)**

Cet instrument a été conçu pour mesurer et analyser précisément la température atmosphérique de Vénus (55-100 km. d'altitude). Le FPS est aussi présent sur Mars Express.

**Constructeur** : IFSI-INAF, Rome, Italie.



*Situation des principaux instruments scientifiques.*



- **Ultraviolet/Visible/Near-Infrared mapping spectrometer (VIRTIS)**

Déjà utilisé sur Rosetta, le VIRTIS a pour mission d'analyser la composition des nuages et de l'atmosphère vénusienne en dessous de 40 km. d'altitude.

**Constructeur** : CNR-IASF, Rome, Italie ; Observatoire de Paris, France.

- **Venus Radio Science Experiment (VeRa)**

Le VeRa, hérité de Rosetta, a pour but l'analyse de l'ionosphère de Vénus et du vent solaire dans le système solaire interne.

**Constructeur** : Universität der Bundeswehr, Munich, Allemagne.

- **Venus Monitoring Camera (VMC)**

Le VMC, amélioré depuis Mars Express, est une caméra grand-angle travaillant dans l'infrarouge, l'ultraviolet et le visible. Elle est prévue pour l'étude des nuages vénusiens et l'identification des phénomènes étudiés par les autres instruments.

**Constructeur** : MPS, Katlenburg-Lindau, Allemagne.

## Pilotage & problèmes connus

Venus Express possède trois animations et un autopilote:

Déploiement des panneaux solaires :	touche [k]
Rotation des panneaux (ne fonctionne pas s'ils ne sont pas déployés) :	touche [g]
Déploiement du MAG :	touche [m]
Autopilote "barbecue-mode"	touche [b]

Vous avez réussi la mission lorsque vous vous trouvez en orbite autour de Vénus (cf. plan de vol).

Pour décoller, l'autopilote se lance à l'aide de la touche [p]. Si vous voulez effectuer l'ascension en manuel, veuillez vous référer à la documentation des Soyuz Series de Mustard & No Matter.

**!!!Attention : suivant la puissance de votre PC, l'autopilote fonctionnera plus ou moins bien. Celui inclus dans ce pack a été testé avec un CPU Intel® Centrino® Duo sous Windows® Vista™ !!!**

Après la séparation du dernier étage du Soyuz, il y a un délai d'environ une minute avant l'allumage pendant 20s du Fregat. Il ne faut donc pas arrêter l'autopilote pendant ce temps.

Lorsque vous vous séparez du Fregat, après l'injection trans-vénusienne, il vous faut reconfigurer IMFD avec les bons paramètres. Ce problème est dû au fait qu'à ce moment-là, Orbiter change de vaisseau, passant du Soyouz à Venus Express.

Inutile de préciser qu'il est bon d'économiser le carburant, sous peine de n'en avoir plus assez pour effectuer le freinage de mise sur orbite, une poussée d'à peu-près 50min.

Les paramètres d'IMFD devraient être les suivants :

$TIn = 13.24Ms$

$EIn = \sim 0.12^\circ$

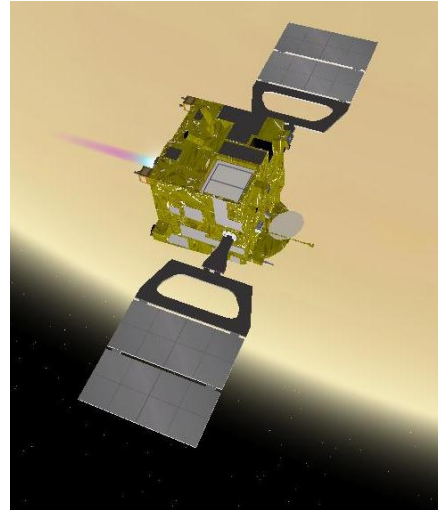
$TEj = \sim 09:00 TU$

$EjA = < 0.76^\circ$

$BT = \sim 830s$

Les corrections de trajectoire s'effectuent environ tous les 50 jours, soit tous les 4.32Ms

L'autopilote "barbecue-mode" permet de mettre Venus Express en rotation sur elle-même, afin de répartir les contraintes thermiques sur toute la surface du vaisseau. Il est conseillé de le désactiver pendant le fonctionnement du moteur principal.



*Freinage et mise sur orbite !*

Nous avons conçu et étudié cet add-on pour une utilisation avec IMFD (Paramètres sauvegardés dans les scénarios ci-inclus). Malgré tous nos efforts dans le domaine du réalisme, les puristes resteront peut-être sur leur faim. En effet, nous avons dû adapter quelques détails, notamment le système d'orientation de la sonde, beaucoup plus puissant que dans la réalité. Si vous voulez respecter parfaitement le plan de vol originel (corrections de trajectoire etc.), vous pouvez consulter la page consacrée à Venus Express du site de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) :

[http://www.esa.int/SPECIALS/Venus\\_Express/index.html](http://www.esa.int/SPECIALS/Venus_Express/index.html)

Après sa séparation d'avec le Fregat, Venus Express se retrouve sans fuel. La cause de ce bug étant pour le moment inconnue, il est peut-être dû à Multistage2.dll. Il faut donc remplir les réservoirs de la sonde "à la main", avec l'éditeur de scénario.

## Plan de vol

Voici un résumé des principales de la mission :

<b>Mission Elapsed Time (MET) [jj:hh:mm:ss]</b>	<b>Date [TU] [jj.mm.aa] [hh:mm:ss] [MJD]</b>	<b>Événement</b>	<b>Scénario correspondant</b>
00:00:00:00	09.11.05 03:33:34 676803.851690	Lancement. L'autopilote se termine à MET+650s.	01 - Launch.scn
00:01:20:00	09.11.05 04:53:34 53683.203866	Mise à feu du Fregat pendant 14min pour l'injection trans-vénusienne.	02 - Fregat Burn.scn
00:01:36:30	09.11.05 05:10:04 53683.215324	Séparation de Venus Express et de Fregat. Vous pouvez mettre la sonde en "barbecue-mode" (touche [b]).	
00:02:08:00	09.11.05 05:41:34 53683.237199	Déploiement des panneaux solaires (touches [k] et [g]).	
09:00:00:00	18.11.05 53692.0	Déploiement du MAG (touche [m]).	
153:07:10:27	11.04.06 07:10:27 53836.298924	Insertion orbitale. Le moteur principal freine la sonde pendant 50min 13s. Orbite d'arrivée : 350'000 à 400km d'altitude.	03- Venus Orbit Insertion.scn



157:00:00:00	15.04.06 53840.0	1 <sup>ère</sup> manœuvre de contrôle du périégée (PCM pour Pericentre Control Manœuvre). Changement de vitesse : -5.8m/s.	
162:00:00:00	20.04.06 53845.0	1 <sup>ère</sup> manœuvre de rabaissement de l'apogée (ALM pour Apocentre Lowering Manœuvre) : -199.9m/s.	
165:00:00:00	23.04.06 53848.0	ALM-2 : -105. m/s.	
168:00:00:00	26.04.06 53851.0	ALM-3 : -9.2m/s.	
171:00:00:00	29.04.06 53854.0	ALM-4 : -8m/s.	
174:00:00:00	02.05.06 53857.0	Réglage de l'apogée car ALM-4 trop importante : +2m/s.	
180:00:00:00	06.05.06 53861.0	PCM-2 :-3.1 m/s.	
180:00:00:00	A partir du 06.05.06 53861.0	Bravo ! Venus Express a atteint son orbite de travail finale.	04 - Venus Orbit.scn

Altitude du périastre : 250km  
 Altitude de l'apoastre : 66'000km  
 Période de l'orbite : 24h  
 Inclinaison de l'orbite : ~89°  
 Latitude du périastre : 80°

## Remerciements & limitations

Nous souhaitons remercier en particulier :

- Toute la communauté francophone d'Orbiter, avec DanSteph, No Matter, BrianJ et Pagir  
<http://orbiter.dansteph.com>
- Kodiak pour nous avoir aimablement fourni son mesh de Fregat  
<http://kodiakspace.blogspot.com/>
- Thorsten Siwiza, qui nous a fourni certaines textures  
[http://www.esa.int/SPECIALS/Venus\\_Express/index.html](http://www.esa.int/SPECIALS/Venus_Express/index.html)

Cet add-on est gratuit et ne peut par conséquent pas être utilisé de manière lucrative et/ou ailleurs que sur Orbiter. Si vous voulez le modifier, merci de nous contacter.

Dans l'espoir que cet add-on vous satisfera pleinement, nous vous souhaitons un bon vol ! (Si vous croisez des vénusiennes, faites-le nous savoir !)

MartySpaceLines & Jekka - mars 2008