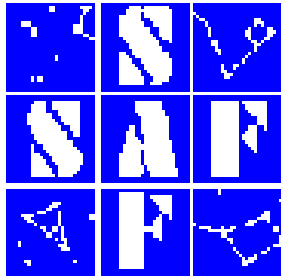


# VENUS EN 2004

## DEUX APPARITIONS QUI REVOLUTIONNENT LES OBSERVATIONS AMATEURS

Christophe Pellier, Coordinateur Section Mars et planètes telluriques  
Commission des observations planétaires



*En 2004, les observations amateurs de la planète Vénus ont connu un bond qualitatif étonnant. Alors que les années précédentes, seuls de très rares observateurs réalisaient des observations de manière plus ou moins sporadique et de qualité souvent inégale, on a vu se mettre en place un suivi systématique de la planète à l'aide d'images de grande qualité qui montrent de façon détaillée les nuages de la planète. Les images obtenues permettent d'identifier les principaux phénomènes atmosphériques vénusiens.*

*Enfin, la réalisation la plus marquante reste la détection, pour la première fois par des amateurs, de la surface de Vénus dans l'infrarouge.*

### INTRODUCTION

Mal aimée des amateurs qui lui préfèrent des cibles plus gratifiantes comme Mars, Saturne ou Jupiter, Vénus a longtemps souffert de sa réputation de planète « sans détail ». Les observations visuelles ont toujours été très controversées. De manière paradoxale cependant, le fait que Vénus montre des détails bien contrastés dans le violet et l'ultraviolet, connu et prouvé depuis de nombreuses décennies<sup>1</sup>, semble avoir un temps sombré dans l'oubli, puisqu'au cours de l'hiver 2004 lorsque parviennent les premières images UV de la saison, un scepticisme (très compréhensible) prévaut chez les amateurs quant à la réalité de ce qui apparaît.

Avant les apparitions de 2004, Vénus passe en conjonction supérieure le 18 août 2003 puis entame une lente progression dans le ciel du soir. Défavorables durant l'automne 2003, les conditions s'améliorent rapidement durant l'hiver 2004 où la planète est très haute dans le ciel de l'après-midi et du soir. L'élongation maximale est atteinte le 31 mars 2004, après quoi la planète replonge vers le Soleil pour un événement rarissime en conjonction inférieure le 4 juin : le transit de Vénus devant notre étoile. Une nouvelle apparition s'ouvre, matinale et très favorable elle aussi. L'élongation est maximale à nouveau le 17 août. La conjonction supérieure du 31 mars 2005 ferme ce doublet.

### I BILAN TECHNIQUE DES OBSERVATIONS

17 observateurs participent aux observations de Vénus en 2004 ; 12 en Europe (France, Italie, Grande-Bretagne), trois aux Etats-Unis, et deux au Japon.

En raison de la rotation de 4 jours de la haute atmosphère de Vénus (cf. *infra*, partie II sur les mouvements atmosphériques), il est intéressant d'avoir des observateurs répartis sur toute la surface du globe, encore que contrairement à Mars, cela n'est pas indispensable : en effet, un observateur européen qui obtient des images sur quatre jours consécutifs aura une vue complète de l'atmosphère vénusienne. Cependant, l'expérience montre que de telles observations peuvent être difficile à « raccorder » ; des images successives prises en Europe, aux USA, et au Japon, permettent de lisser une éventuelle cartographie. L'autre solution consisterait à observer sur plusieurs heures dans la journée, au lieu de se concentrer sur la seule soirée ou la seule matinée. Cette méthode, a priori performante, est évidemment difficile à envisager en raison des contraintes d'emploi du temps des observateurs (qui travaillent le jour !) ainsi qu'en raison des conditions de seeing pas toujours favorables et des difficultés propres à l'observation en plein jour.

Cette méthode est connue depuis longtemps pour être un moyen privilégié d'observation de la planète, celle-ci se trouvant alors très haute dans le ciel. Le seeing peut alors être très bon, et la quantité d'UV disponible importante. L'auteur a pu bénéficier ainsi de très bonnes conditions en février et mars 2004, en

<sup>1</sup> Les toutes premières images de Vénus dans le violet ont été prises en 1927 à l'observatoire Lick, par Ross.

pleine après-midi. La planète, très brillante, est facile à trouver ; le pré-requis indispensable est de disposer d'un instrument qui soit déjà en station. On peut alors l'approcher avec ses

coordonnées, par exemple à partir du Soleil ; ou bien s'aider de sa seule déclinaison, et balayer la zone du ciel où elle se situe.

OBSERVATEUR	PAYS	INSTRUMENT	CAPTEUR	Imagerie UV ou Violet
AKUTSU Tomio	Japon	Newt 300	ATK-1HS	O
BURGEOT Frédéric	France	Refract 200	Dessin	N
COOPER Jamie	Grande Bretagne	Mak 180	ATK-1HS	O
DAVERSIN Bruno	France	Cass 600	ATK-1HS	N
FATTINNAZI Cristian	Italie	Newt 250	VP	O
FAVERO Giancarlo	Italie	Newt 300	CCD	O
GASPARRI Daniele	Italie	SC 235	TP II	O
HATTON Jason	USA	SC 235	CCD	O
IKEMURA Toshihiko	Japon	Newt 300	ATK-2HS	O
KINTZ Florent	France	DK 210	ATK-1HS	N
LAZZAROTTI Paolo	Italie	Newt 250	LU075M	O
MELILLO Franck	USA	SC 200	CCD	O
PEACH Damian	Grande Bretagne	SC 235 et 280	ATK-1HS	O
PELLIER Christophe	France	Newt 180, SC 355	ATK-1HS	O
POUPEAU Jean-Jacques	France	SC 300	ATK-1HS	O
WEILLER Sylvain	France	SC 255	VP NB	O
WILLIAMSON Thomas	USA	Newt 200	TP	N

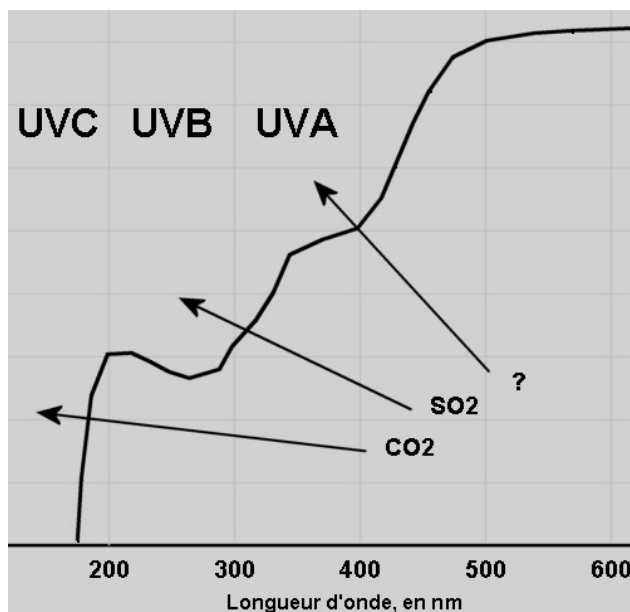
**Table 1. Table des participants**

17 observateurs répartis dans plusieurs pays mais en majorité en Europe. On remarque que 13 participants, soit 76 %, ont apporté des images violettes ou UV.

### Observer Vénus dans l'ultraviolet

L'albédo de la planète Vénus est très élevé (75 % de réflexion) mais l'ultraviolet présente trois bandes d'absorption large avant 200 nm (UVC), entre 200 et 300 nm (UVB) et entre 300 et 400 nm (UVA) (voir **figure 1**). Les composés chimiques responsables de l'absorption ont été identifiés seulement pour les UVC et UVB : ce sont respectivement le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>). Par

contre, le corps responsable de la forte absorption des UVA n'est toujours pas identifié aujourd'hui. C'est ce composé inconnu qui permet la visualisation de « détails » sur les images de Vénus prises dans cette longueur d'onde : il est en effet distribué dans l'atmosphère vénusienne de manière hétérogène, en fonction des mouvements atmosphériques, qui deviennent par là même discernables.



**Figure 1. Albédo simplifié de Vénus de l'ultraviolet lointain (200 nm) au rouge (600 nm).**

On remarque la forte absorption de la lumière dans les courtes longueurs d'onde. Les images les plus intéressantes pour les amateurs sont prises entre 300 et 450 nm, là où l'absorption est relativement forte.

En 2004, les amateurs ont accès à un matériel efficace pour réaliser des observations en UVA. Il s'agit bien entendu d'abord des webcams à capteur noir et blanc, mais surtout de l'existence de filtres UV modernes<sup>2</sup>, qui bloquent d'origine l'infrarouge et peuvent donc être utilisés tels quels. En effet, les anciens verres UV comme les Schött UG présentaient une forte fuite infrarouge qui polluait gravement l'image à moins d'utiliser un deuxième filtre anti-IR, avec pour effet de perdre sans doute une proportion importante des UV.

Techniquement, la très forte luminosité de la planète autorise des temps d'exposition courts en UV, équivalents à ceux utilisés dans le visible pour les autres planètes. La rotation de l'atmosphère de Vénus s'effectuant en quelques jours (cf *infra* partie II), il est loisible de capturer pendant de longues minutes sans crainte de voir les détails « filer ». Cependant, l'expérience montre que la quantité de lumière ultraviolette disponible diminue de façon extrêmement rapide à mesure que Vénus baisse dans le ciel vers l'horizon, en raison de la forte absorption des courtes longueurs d'onde par notre propre atmosphère. En fin d'après-midi pour une apparition « du soir », une heure d'intervalle suffit pour que l'on soit obligé de doubler le temps de pose ou bien de diviser par deux la cadence de capture (pour une webcam).

### **Observer Vénus dans le violet**

Certains participants ont préféré une méthode alternative à l'UV pour observer Vénus. L'utilisation en effet du filtre violet Wratten 47 (W47) permet de mettre en évidence les mêmes détails que dans l'UV. Le contraste est toutefois sensiblement plus faible, en accord avec la diminution rapide de l'absorption de la lumière à partir de 380-410 nm, correspondant au centre effectif de la transmission du W47. Cette technique a cependant un avantage : le violet étant nettement moins diffusé par l'atmosphère terrestre que l'UV, et la sensibilité des CCD déjà bien meilleure, on peut en attendre une plus grande netteté d'image en dépit de la perte de contraste.

Le W47 demande absolument, par contre, l'utilisation conjointe d'un filtre de rejet anti-infrarouge en raison de sa forte fuite dans le proche IR. En l'absence d'un tel filtre, le W47 se transforme en véritable filtre infrarouge. Il est intéressant de noter que l'utilisation d'un filtre

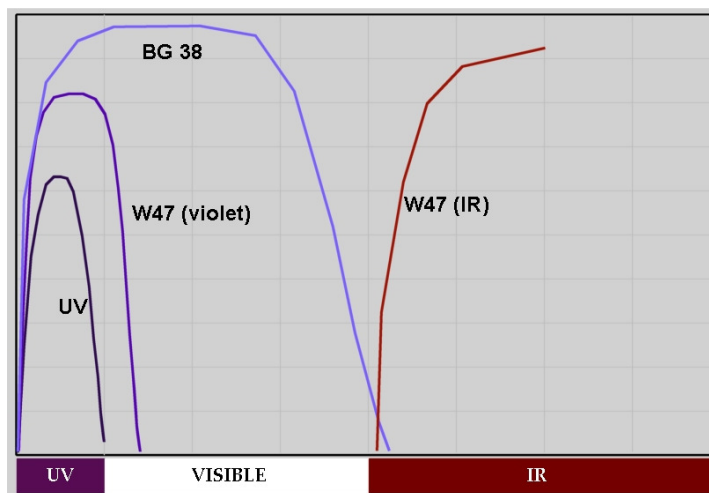
anti-IR classique n'est pas la seule solution : l'amateur italien Paolo Lazzarotti bloque l'IR à l'aide d'un filtre bleu très clair, le Schött BG38, qui lui ne possède pas de fuite IR. L'intérêt de cette méthode est qu'un tel verre va absorber une part nettement plus faible de l'UV, au contraire des filtres anti-IR modernes qui sont également prévus pour éliminer les UV.

OBSERVATEUR	Filtre UV ou Violet
Akutsu	IDAS U 340
Cooper	Schuler UV 365
Favero	Schuler UV 365 ?
Gasparri	Violet W47
Hatton	Schuler UV 365
Ikemura	IDAS U 340
Lazzarotti	Violet W47
Melillo	Schött UG 1
Peach	Schuler UV 365
Pellier	Schuler UV 365
Poupeau	Schuler UV 365
Weiller	Schuler UV 365

**Table 2. Filtres UV et violet utilisés**

La majorité des observateurs possèdent le filtre UV photométrique Schuler. Les Japonais sont équipés par la société japonaise IDAS et utilisent un filtre plus court. Les Italiens enfin ont montré un réel intérêt pour le W47.

<sup>2</sup> Par filtre UV on entend un filtre qui bloque le visible et transmet l'ultraviolet, à l'encontre du vocabulaire utilisé en photographie classique et qui désigne par cette expression un filtre qui *bloque* les UV.



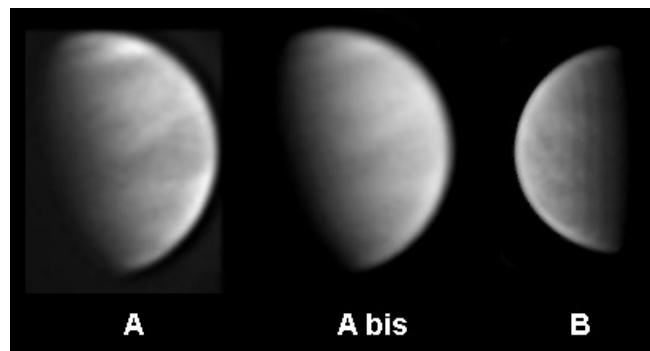
**Figure 2. Schéma de transmission des principaux filtres utilisés.**

La transmission réelle du W47 inclut l'UV mais déborde sur le violet, ce qui explique le plus faible contraste des détails vus avec ce filtre (cf albédo de Venus de la figure 1). Il possède une forte fuite infrarouge (partie IR) qui doit être bloquée par un filtre anti-IR, comme le BG 38.

### **Observer Vénus dans l'infrarouge**

Les observations dans le proche infrarouge (700-1000 nm) représentent l'autre étude systématique de cette apparition 2004. Ces images révèlent également des détails, mais peu nombreux et d'un contraste très faible.

Les filtres utilisés par les amateurs couvrent principalement la bande 800-900 nm grâce à des filtres comme le RG 780 (Pellier, Peach), RG 850 (Hatton). La bande 700-800 nm est quasiment laissée de côté (seul Jason Hatton s'y est intéressé avec un filtre I photométrique (720 nm). L'auteur a tenté dès le mois de mars 2004 des images dans une longueur d'onde de 1 micron (1000 nm), mettant à profit la grande quantité de lumière apportée par Vénus pour un tel filtre qui transmet sur la toute fin de sensibilité du capteur. L'observateur Japonais Tomio Akutsu a utilisé pour l'apparition matinale un filtre similaire (980 nm). Ces filtres plus longs (ainsi que le 850 nm) n'ont pas donné de résultats bien différents, si ce n'est qu'on remarque apparemment une sensible augmentation de contraste des détails. Pour toutes ces raisons, il semble pertinent de n'utiliser sur Vénus que des filtres « longs », transmettant à partir de 800 nm environ.



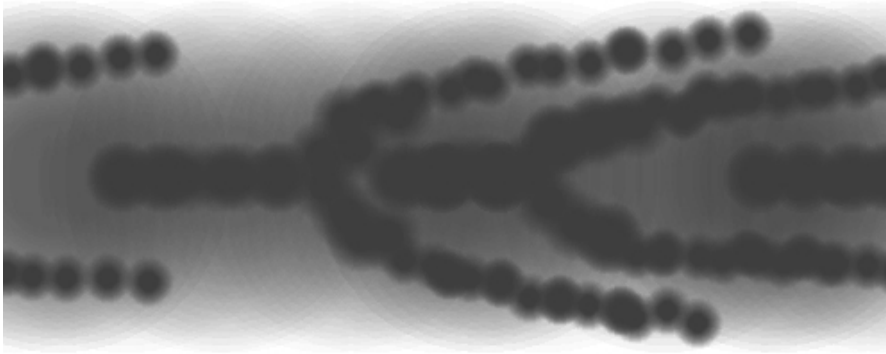
**Figure 2 bis. Exemples d'images avec le W47**  
 A et A bis : images UV et W47 de Damian Peach du 1<sup>er</sup> octobre 2004. La diminution du contraste avec le W47 est évidente.  
 B : Image W47 de Paolo Lazzarotti qui montre une excellente résolution en dépit de la présence de forts artefacts (2 septembre 2004).

## **II RESULTATS OBTENUS DANS L'ULTRAVIOLET**

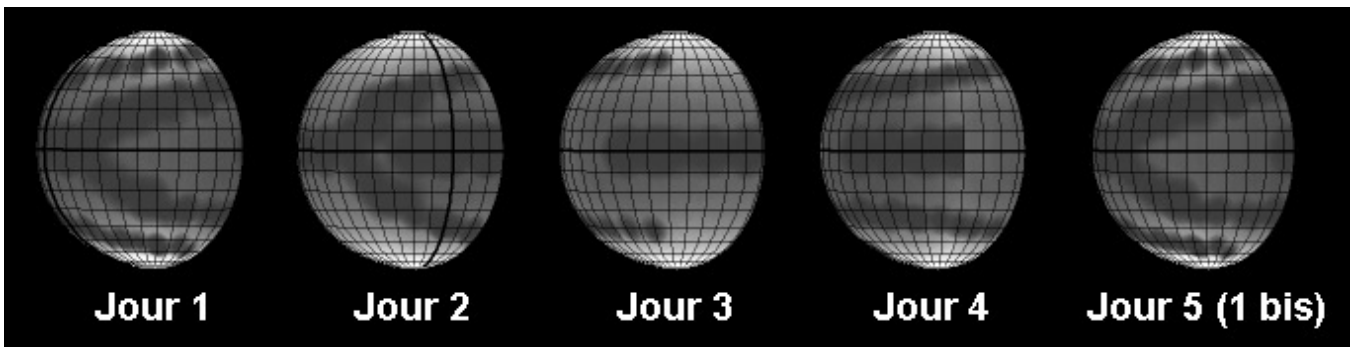
### **Schéma des mouvements atmosphériques visibles dans l'UV**

La haute atmosphère de Vénus, celle accessible dans l'UV, constitue le sommet de la couche de nuages d'acide sulfurique qui évolue entre 40 et 70 km d'altitude environ. Ces nuages sont dits en « super rotation » car ils tournent beaucoup plus vite que le globe solide de la planète : quelques jours au lieu de 243 jours. La rotation de l'atmosphère vue dans l'ultraviolet est complète en quatre jours au niveau de l'équateur, comme l'a mesuré Charles Boyer pour la première fois à la fin des années 1950<sup>3</sup>. Elle s'exécute dans un sens « rétrograde », de l'est vers l'ouest. Cette atmosphère se caractérise surtout par la présence de deux grands vortex situés exactement au niveau des pôles ; entre les pôles et l'équateur, on imagine une circulation méridionale du type cellule de Hadley, qui se ferait donc en altitude de l'équateur vers le pôle. La vitesse des vents zonaux (est vers l'ouest) diminuant progressivement en se rapprochant des pôles.

<sup>3</sup> Sur cette question, on lira avec profit l'article de Stéphane Lecomte : *Vénus et l'énigme de sa rotation*, paru dans le numéro spécial Vénus de l'Astronomie de mai 2004.



**Figure 3. Carte fictive de l'atmosphère visible en UV**  
 Cette projection cylindrique fictive montre à quoi correspondent les formes observables sur le disque. On distingue sur la droite le Y et sur sa gauche, un deuxième Y formant un Ψ couché. Les branches montent en direction des vortex polaires.



**Figure 4. Simulation de la rotation de quatre jours avec la carte de la figure 3.**

Le 1<sup>er</sup> jour, le Y est visible. Le deuxième, apparaît le Ψ ; le jour 3 montre une bande équatoriale qui est en fait le pied du Ψ. Le quatrième jour, on distingue aux latitudes moyennes les branches du Y qui réapparaît le cinquième jour. Simulation faite avec le logiciel WinJupos.

#### **Identification des mouvements atmosphériques sur les images**

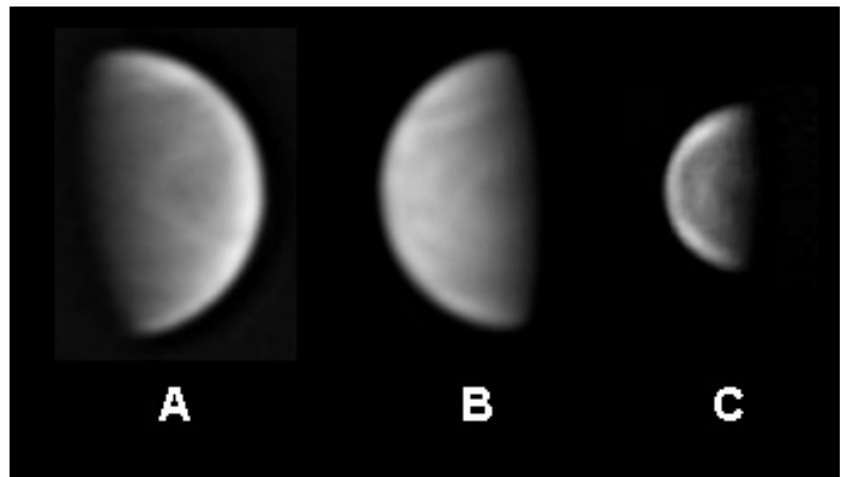
Les détails observables dans l'UV dessinent des formes assez caractéristiques qui ont été très tôt identifiées. Un Y couché est la forme la plus remarquable, avec le Ψ (Psi) lui aussi couché. Les **figures 3** et **4** permettent de comprendre que le Psi est en réalité le pied d'un Y encastré dans la tête du Y suivant. Le plus

souvent, on observe une bande équatoriale sombre. Ces formes pourraient être la traduction de vagues parcourant l'atmosphère de Vénus au niveau de l'équateur ; les branches ascendantes du Y et du Psi sont en réalité la traduction de la circulation méridionale vers les vortex polaires : il s'agit de bras d'une forme spiralée dont le centre est la région polaire.

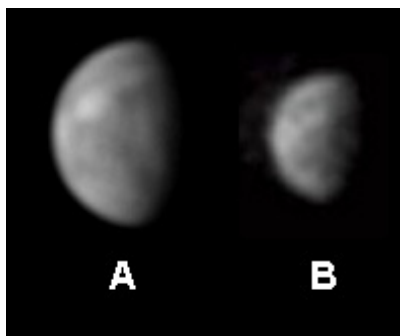
#### **Figure 5. Images montrant quelques aspects typiques des marqueurs UV.**

- A : Un V clair (forme plus rare du Y) apparaît sur une image de Damian Peach du 16 septembre 2004.
- B : Le Psi ressort ici d'une image de C. Pellier (8 mars 2004).
- C : Prise de vue de J. Hatton qui révèle un grand C.

La classification de ces figures est un peu formelle ; elles représentent sans doute un même type de mouvement atmosphérique et peuvent changer rapidement de l'une à l'autre. Du reste, le grand C n'est jamais qu'un Y complètement déformé par la perspective.



La résolution des images amateurs en 2004 est suffisante pour identifier nombre d'autres petits détails. On remarque ainsi de nombreux nuages brillants, et non plus seulement sombres, parfois assez remarquables, comme celui observable le 8 février (Pellier et Melillo<sup>4</sup>, **figure 6**). Il semblerait que les nuages brillants connaissent des variations bien plus rapides que les nuages sombres<sup>5</sup>, ce qui peut expliquer la difficulté à laquelle on se heurte quand on tente d'identifier les mêmes structures après plusieurs jours d'intervalle.



**Figure 6. Mise en évidence de la rotation de l'atmosphère UV.**

Ces deux images prises respectivement par C. Pellier (A) en France et F. Melillo (B) aux USA le même jour (8 février 2004) permettent de révéler le déplacement de plusieurs formations nuageuses car elles ne sont faites qu'à un peu plus de 5 heures d'intervalle (respectivement 16 H 12 TU et 21 H 28 TU). On distingue le déplacement d'un grand nuage brillant, le bord précédent d'une formation type grand Y (sombre) et l'apparition d'une nouvelle tache brillante sur le limbe (voir l'animation sur le site de Melillo).

Ainsi, en 2004 le Psi se retrouve assez souvent, mais peut être difficile à reconnaître pour peu que l'une des branches soit masquée par un nuage brillant. Le Y se voit moins bien durant le printemps de cette année, et ressemble plus à un Psi qui aurait perdu sa branche centrale ; il n'épouse d'ailleurs pas la forme caractéristique des années Pioneer ou Mariner<sup>6</sup>. Il est par contre

<sup>4</sup> Une excellente animation peut être vue sur le site de Frank Melillo (ainsi que d'autres)

<http://hometown.aol.com/frankj12/venusindex.html>

<sup>5</sup> Lire le rapport de la BAA : *Venus 2004 : east and west elongations and solar transit*, R. McKim, K. Blaxall, A. Heath, JBAA, 117, 2, 2007.

<sup>6</sup> Voir par exemple cette image de Pioneer en 1979 qui montre le grand Y :

[http://nssdc.gsfc.nasa.gov/image/planetary/venus/pvo\\_uv\\_790226.jpg](http://nssdc.gsfc.nasa.gov/image/planetary/venus/pvo_uv_790226.jpg)

plus cohérent avec la forme observable sur les images de Galileo<sup>7</sup> : une sorte de grand « C » qui contient dans sa courbe un « c » plus petit. Par contre, lors de l'apparition du matin (à partir du mois d'août), une forme en Y, avec un angle plus aigu, est identifiable de manière répétée. Si l'on tente de faire correspondre les longitudes (cf. cartographie) on se rend compte que le Y observé durant l'été et l'automne 2004 doit correspondre à une évolution du grand C visible durant le printemps vers 300° de longitude (système II) (cf cartographie en **figure 9**).

On notera pour terminer que ces formes pourraient connaître une réelle variabilité à l'échelle de plusieurs années. Ainsi, si l'on en croit les données professionnelles, il semble que le « Y » visible sur les images de Mariner 10 a disparu au début des années 1980, pour réapparaître en 1985-86, en lien avec un changement global des mouvements atmosphériques<sup>8</sup>.

### **La rotation de 4 jours**

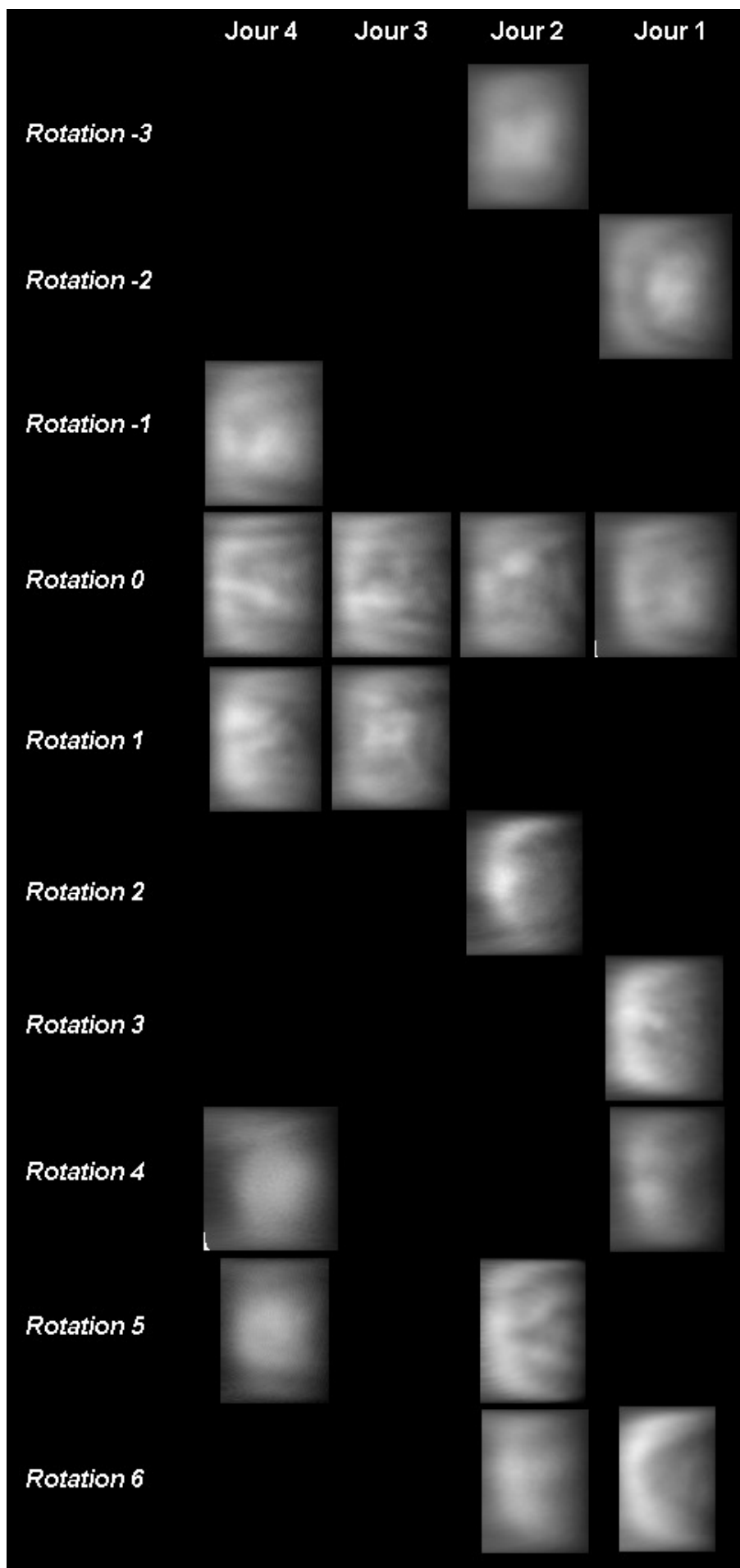
La rotation de 4 jours est de manière surprenante très difficile à reconnaître. Paradoxalement, ce travail pourrait être moins facile que du temps de Boyer, car les formes globales sont plus ou moins noyées dans une profusion de détails plus petits qui eux ne se retrouvent pas au bout de plusieurs jours. Quelques concordances troublantes peuvent être relevées dans une période différente de 4 jours (1, 3, 5...) qui peuvent s'expliquer par la succession de deux C/Y ou Psi. Comme on le voit sur les **figures 7 et 7 bis**, sur le long terme toutefois (plusieurs rotations) il est bien possible de faire émerger une certaine permanence des grandes structures (Y ou C...). Ainsi le jour 1 semble surtout concerné par une sorte de grand C. Mais ce qui frappe est au contraire, sur une échelle plus courte de une ou deux rotations, une instabilité de ces formations, puisqu'on peut par exemple faire émerger un Psi sur les jours 2, 3 et 4, suivant la rotation, qui peut disparaître complètement la rotation suivante, tout en apparaissant sur un autre des trois jours. Au total, les « trous » dans la couverture du calendrier limitent l'interprétation des résultats.

Un résumé des missions vers Vénus peut être par exemple lu sur le site de l'Université de Wisconsin-Madison :

<http://venus.wisc.edu/aboutvenus.html>

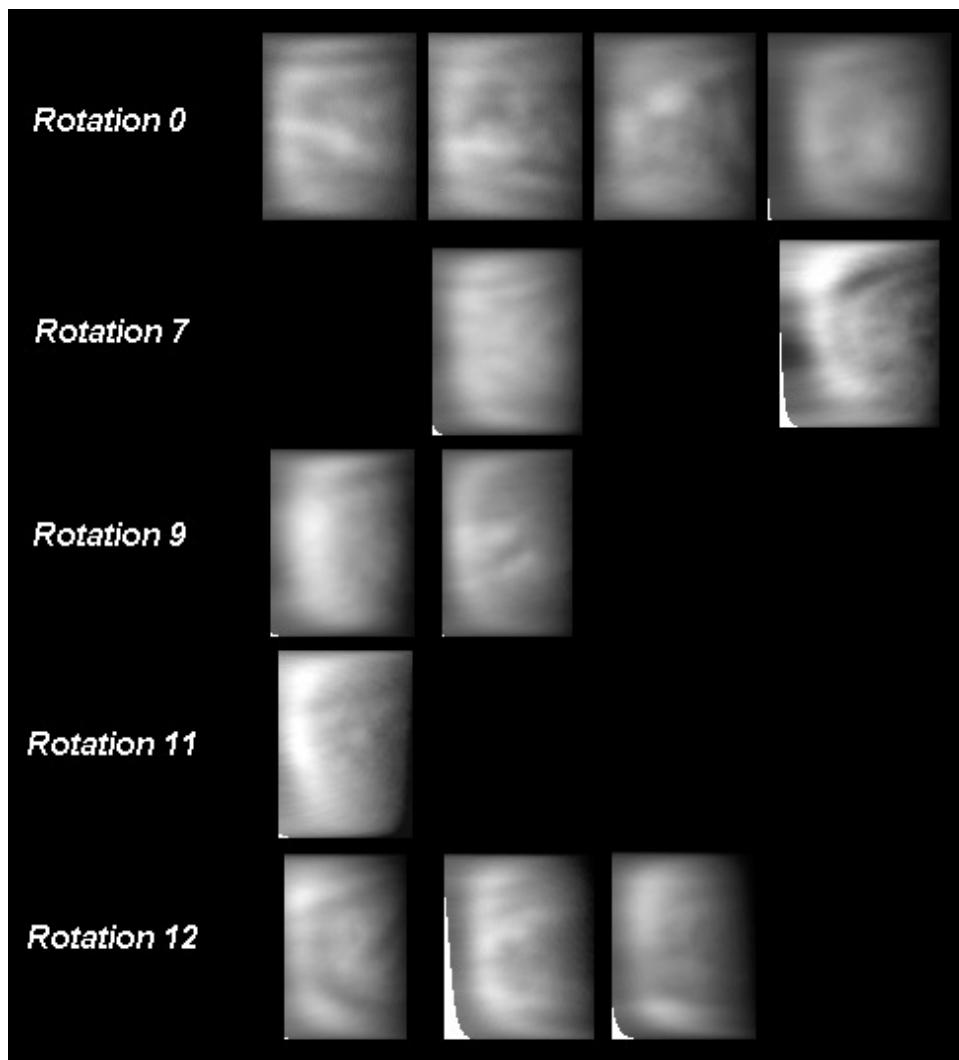
<sup>7</sup> <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA00072>

<sup>8</sup> *Planetary-scale waves and the cyclic nature of the cloud top dynamics of Venus*, Del Genio et Rosso, J.Atmos.Sci., 47, 293-318.



**Figure 7. Les images UV européennes du printemps 2004 organisées en rotations de 4 jours.**

A partir d'une rotation 0 arbitrairement choisie pour correspondre aux seuls quatre jours consécutifs d'observation de l'hiver et du printemps 2004 (7, 8, 9, 10 février), on positionne, cartographiées, toutes les images UV reçues par la commission du 29 janvier jusqu'au 3 mars. Les jours défilent de droite à gauche (à cause de la rotation rétrograde). Images C. Pellier, J.J. Poupeau, S. Weiller, D. Peach, J. Cooper.



**Figure 7 bis. Suite des bandes de 4 jours, cette fois jusqu'au 29 mars.**

Cette planche, comparée à la précédente, semble être à même de faire apparaître une certaine permanence effective de long terme des Y et autres C – les jours 1 et 4 semble surtout concernés. Images C. Pellier, J.J. Poupeau, S. Weiller

### Le Système II de rotation de Vénus

Les analyses faites dans ce papier et notamment les cartographies abouties à l'aide de l'excellent logiciel d'analyse WinJupos<sup>9</sup>, ont été rendues possibles grâce à l'établissement d'un système de rotation propre à la haute atmosphère de Vénus, celle observable dans l'UV.

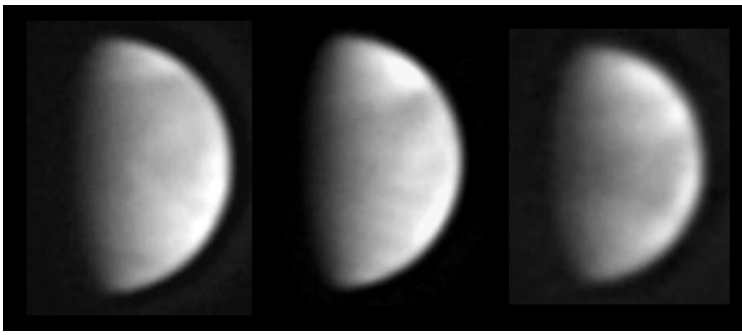
Basés sur une rotation de 4,2 jours, les calculs sur lesquels le système II a été défini ont été réalisés par Daniel Crussaire, Président de la commission des observations planétaires. Ils ont été intégrés par Grischka Hahn dans WinJupos. C'est grâce à leur travail que le présent rapport a pu réellement aboutir.

Durant le printemps 2004, les régions polaires de Vénus présentent rarement une apparence permettant de les différencier clairement du reste du globe. Sur certaines images, on distingue plus facilement une bande sombre qui marque la limite entre la région occupée par le vortex, et les latitudes moyennes siège de la cellule de Hadley. A partir du mois de septembre par contre, la région polaire sud prend un aspect remarquable en devenant très blanche et « épaisse ». Le disque de Vénus présente alors une « calotte polaire » sud spectaculaire (voir les **figures 8 et 10**).

### Les vortex polaires

<sup>9</sup> <http://www.grischka-hahn.homepage.t-online.de/astro/winjupos/index.htm> . Le détail du calcul des éphémérides du système II par D. Crussaire est disponible sur le site de la SAF : [http://www.saf-lastronomie.com/planetes/Venus/ephems/eph\\_0705-0706.htm](http://www.saf-lastronomie.com/planetes/Venus/ephems/eph_0705-0706.htm)



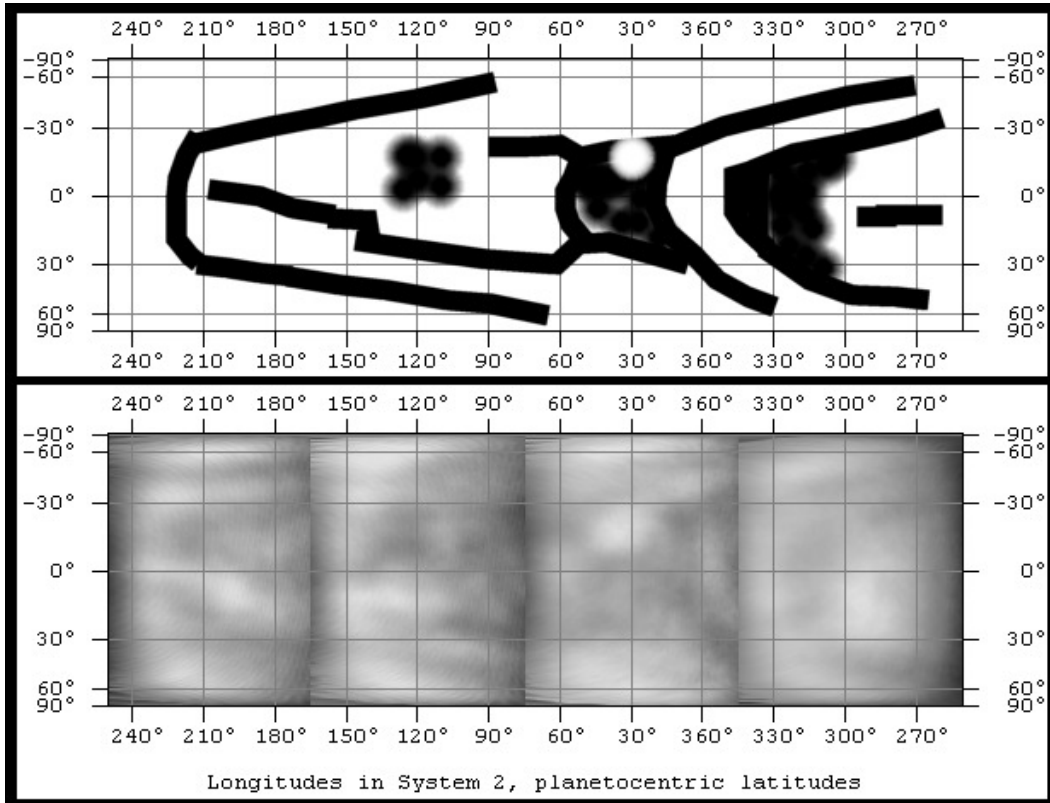


**Figure 8. Le vortex polaire sud durant l'élongation matinale de 2004**

Images UV de Jean-Jacques Poupeau les 16, 17 et 26 septembre 2004 montrant le développement d'une brillante « calotte » marquant l'emplacement de la région polaire sud.

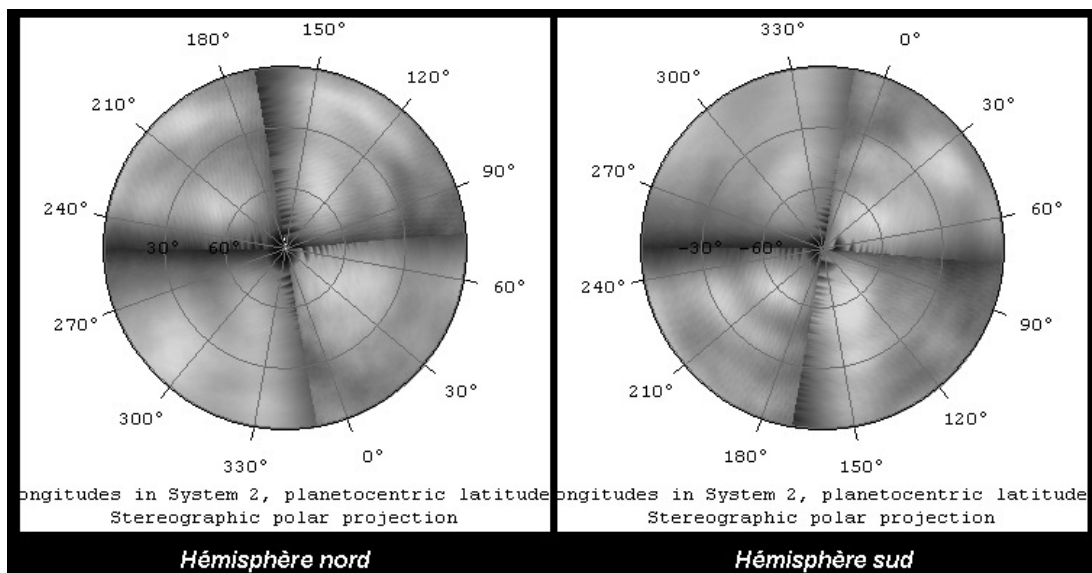
Les branches ascendantes des Y et autres Psi permettent par contre d'identifier plus facilement la forme spiralée des latitudes moyennes, grâce à la cartographie polaire. Les

figures 9 et 10 présentent une cartographie complète de l'atmosphère UV au début du mois de février 2004. On trouvera en fig 11 une sélection de bonnes images UV.



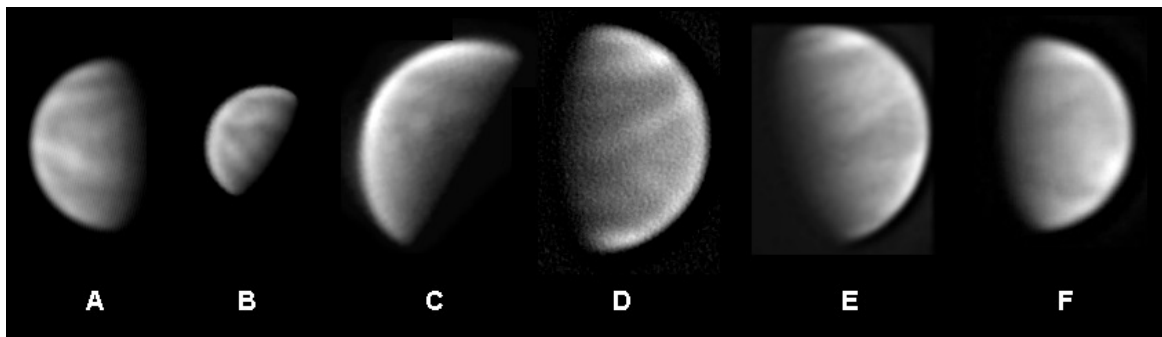
**Figure 9. Projection cylindrique en système II sur quatre jours les 7, 8, 9 et 10 février 2004.**

Les raccords entre journées sont difficiles à visualiser ; une interprétation schématisée est proposée en haut. On distingue ici un Psi observé en jour 4 (170°-240°), et une sorte de double C observé en jour 1 et 2 (300°-20°), qui est sans doute ce qui se rapproche le plus du fameux Y.



**Figure 10. Même cartographie mais en projection polaire**

Les mouvements spiralés des vortex aux latitudes moyennes se laissent plus ou moins deviner.



**Figure 11. Sélection de bonnes images UV de 2004**

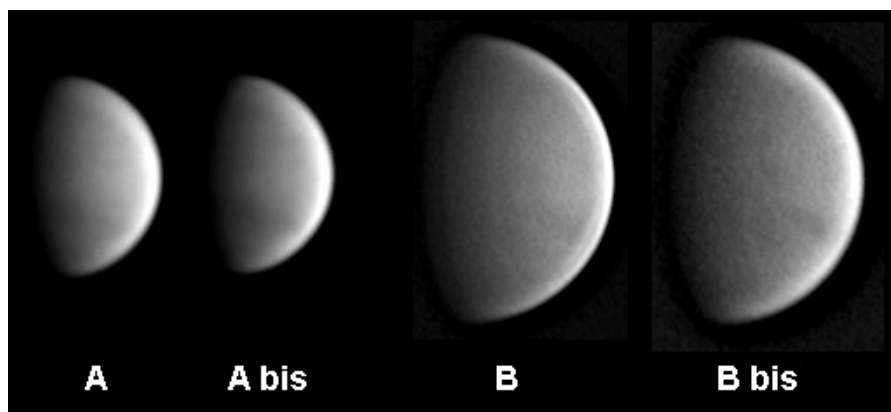
A : C. Pellier (10 février). B : J. Cooper (28 février). C : S. Weiller (25 mars). D : T. Akutsu (27 septembre). E : D. Peach (1<sup>er</sup> octobre). F : J.J. Poupeau (7 octobre).

### III RESULTATS OBTENUS DANS L'INFRAROUGE (COTE DIURNE)

Si l'on en croit les résultats de la sonde Galileo, les images prises dans le proche infrarouge (à partir de 700 nm) autorisent une vision du bas de la couche nuageuse de Vénus. Les images amateurs réussissent à accrocher dans cette longueur d'onde de rares détails d'un niveau de contraste extrêmement faible, qui ne permettent pas de tenter une identification quelconque des mouvements atmosphériques qui siègent à ces profondeurs ou de mesurer la durée

de rotation<sup>10</sup>. Quelques faibles bandes, quelques rares taches blanches, émergent à peine, mais ce qui ressort le plus souvent est un obscurcissement de large échelle occupant toute une région polaire. La figure 12 présente quelques résultats caractéristiques.

<sup>10</sup> Richard McKim détermine cependant une rotation de 5 jours dans l'IR à l'aide d'images d'octobre 2004 de l'Italien Tiziano Olivetti, non participant à ce rapport. Op. Cit.



**Figure 12. Quelques images IR montrant les taches peu contrastées détectables dans cette longueur d'onde.**

A et A bis : J. Hatton le 2 octobre 2004 avec filtre I photométrique (A) ouvrant à 720 nm, et filtre RG 850 (A bis) montrant un contraste plus élevé. B et B bis : T. Akutsu le 27 septembre 2004 avec filtre IR 800 (B) et IR 980 (B bis). Là encore le contraste semble plus élevé avec le filtre le plus long.

Ces résultats ont en tous cas largement infirmé une observation assez ancienne de l'Américain Charles Capen, qui montrait sur une image IR des détails « en négatif » par rapport à une image UV prise quelques minutes plus tard<sup>11</sup>. Aucune des images IR enregistrées en 2004 ne montre d'inversion, ni d'ailleurs la moindre correspondance avec les détails de l'UV.

<sup>11</sup> Observations du 3 avril 1963 reproduites dans *Observing and photographing the solar system*, livre phare de l'ALPO sur les observations planétaires écrit par Capen, Dobbins, et Parker, p.39.

### IV RESULTATS OBTENUS DANS L'INFRAROUGE (EMISSION THERMIQUE DE LA SURFACE)

Le résultat le plus étonnant de l'apparition vespérale de 2004 a été la détection par l'auteur, pour la première fois en astronomie amateur, de l'émission thermique de la surface de Vénus, du côté « nuit » de la planète.

A partir de 1984, des émissions lumineuses ont été détectées dans l'infrarouge du côté nocturne de la planète, là où l'observateur n'est pas gêné par l'éclat de la lumière solaire réfléchi par les nuages<sup>12</sup>. Ce phénomène est possible grâce à l'existence de

<sup>12</sup> Allen DA, Crawford JW, *Cloud structure on the dark side of Venus*. Nature, 307, 22-224.

plusieurs bandes d'émission du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), qui permettent à ces émissions de s'échapper dans l'espace. Plusieurs de ces bandes détectent le rayonnement en provenance des nuages bas (1,7 micron (μ), 2,3μ...), mais les plus courtes d'entre elles mettent en évidence un rayonnement en provenance de la surface elle-même.

La surface de Vénus est chauffée à plus de 400°C en raison du puissant effet de serre régnant sous les nuages. L'émission thermique d'un corps se fait à des longueurs d'onde de plus en plus courtes quand sa température s'élève ; ainsi, s'il faut observer à plusieurs microns dans l'IR pour voir « briller » le corps humain, un objet chauffé à une température de 800° commence à émettre dans le visible : pour l'œil, il se met alors à « rougeoier » vers 0,6-0,7μ (comme une braïse). La surface de Vénus est, elle, suffisamment chaude pour briller à 1μ. Et c'est vers 1 micron qu'on trouve une des fenêtres de transparence du CO<sub>2</sub> (entre deux bandes d'absorption) ; ce rayonnement est donc détectable depuis la Terre, du côté non éclairé de Vénus, avec une caméra CCD – dont la sensibilité se termine justement après 1 micron (en général vers 1,1μ). Des observations réussies ont été menées au Pic du Midi à l'automne 1991<sup>13</sup>, à l'aide d'un coronographe.

L'auteur a pour sa part utilisé en mai 2004 à six reprises avec succès (12, 16, 17, 18,

<sup>13</sup> Lecacheux J., Drossart P., Laques P., Deladerrière F., Colas F., *Detection of the surface of Venus at 1 μm from ground-based observations*, Planet. Space. Sci, Vol 41. N°7, 1993

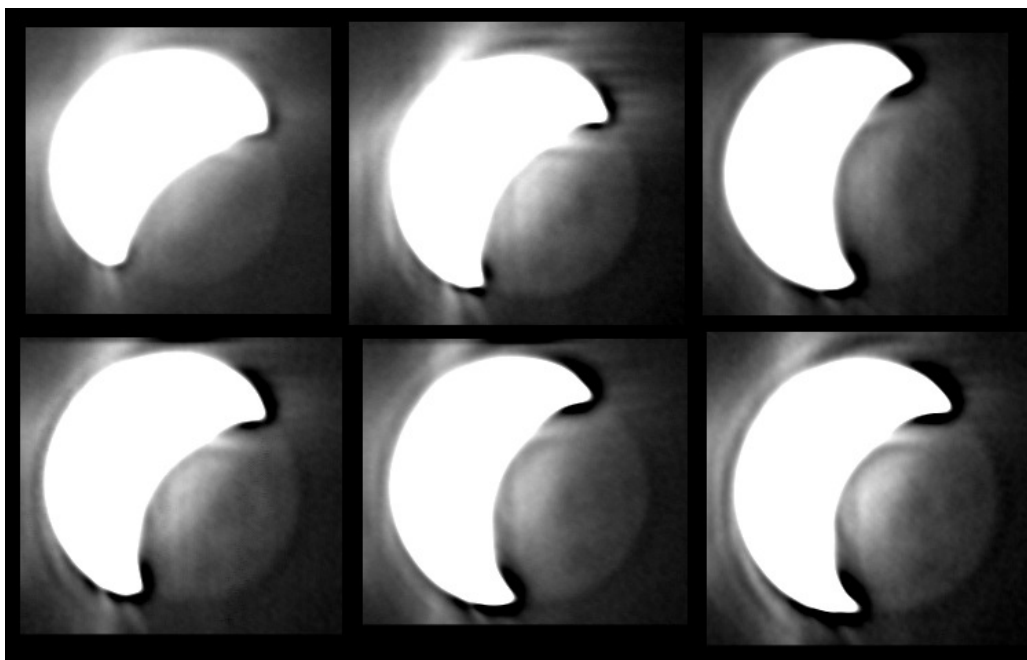
19, 21 mai) une webcam noir et blanc du commerce (ATK-1HS), un télescope Schmidt-Cassegrain de 355 mm mit à la disposition du club d'astronomie de Bruz (*Miranda*, Ille-et-Vilaine) par l'Université Rennes I, et un filtre infrarouge transmettant aux environs de 1 micron. Le pourcentage d'illumination du croissant était compris entre 19 et 10 %. Une pose de quelques secondes (entre 5 et 10) au foyer de l'instrument (F/11) suffit à détecter le rayonnement. A partir du moment où l'on dispose du matériel adéquat (en particulier le filtre IR), cette observation est plutôt facile à réussir. A défaut de pouvoir utiliser un coronographe comme au Pic, il est nécessaire de réunir deux types de conditions (qui seraient à préciser) :

1° L'illumination du croissant est au mieux de 25°. Le risque sinon est que le croissant, au cours de la surexposition qui survient dans les 10 secondes de pose, ne s'étale sur le rayonnement thermique.

2° L'altitude de la planète est comprise entre 15° et 25°. Plus haut, il est probable que le fond de ciel sera trop brillant. D'expérience, ce fond de ciel s'éteint très rapidement avec le coucher du Soleil, il convient donc d'être vigilant pour débiter la capture le plus tôt possible. Plus bas, la qualité de l'image risque d'être trop mauvaise.

Enfin on notera que la focale du télescope doit être courte. Pour un instrument à F/10 comme un Schmidt-Cassegrain, il convient d'observer au foyer.

Les résultats sont présentés en **figure 13**.



**Figure 13. Premières images amateur de la surface de Vénus : 12, 16, 17 et 18, 19, 21 mai 2004.**

Ces images prises par l'auteur à 1 micron dans l'infrarouge montrent la surface de la planète qui luit faiblement du côté nocturne. Cette lumière est la seule lumière d'émission (propre à l'objet) détectable par le matériel amateur aujourd'hui.

## Analyse des images

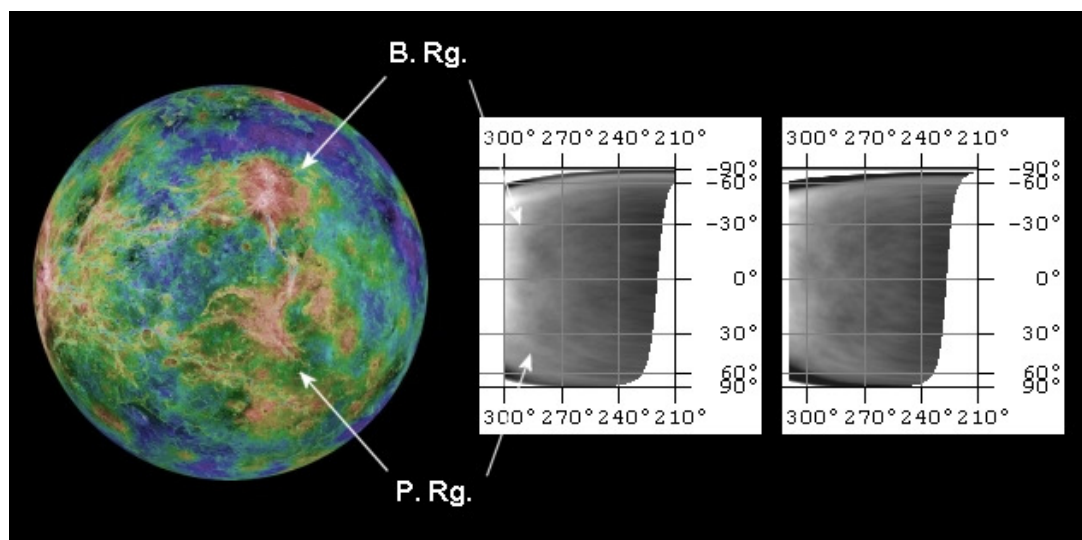
L'observation ne s'arrête pas à la détection de la surface elle-même. En effet, il s'est vite avéré que cette émission lumineuse n'était pas homogène et que des zones sombres pouvaient être facilement identifiées. La première et principale hypothèse est que ces zones correspondent à des régions montagneuses de Vénus, moins lumineuses car plus « froides » en raison de leur altitude plus élevée<sup>14</sup>. La deuxième, subsidiaire, et que ces zones, ou certaines d'entre elles, sont créées par la présence de nuages bas masquant l'émission thermique. Logiquement, la première hypothèse doit se traduire par des taches permanentes, la seconde par des taches variables. Il n'est pas non plus exclu que les deux hypothèses se

<sup>14</sup> Les images du Pic du Midi de 1991 mettent ainsi en évidence la silhouette thermique des Monts Aphrodite : [http://www.imcce.fr/fr/site/popup\\_image.php?img=/fr/observateur/s2p/telluriq/venus/venus.jpg](http://www.imcce.fr/fr/site/popup_image.php?img=/fr/observateur/s2p/telluriq/venus/venus.jpg)

### Figure 14. Tentative d'identification des taches de faible émission thermique.

Les deux projections cartographiques, cette fois en système I (surface ; 16 et 21 mai 2004) montrent au moins deux taches sombres stables qui semblent correspondre à Beta Regio et Phoebe Regio.

Illustration avec une image en fausses couleurs des données de la Sonde Magellan. Crédit : NASA/JPL-Caltech.



### ADDENDUM : Images de la surface en IR de 2005/2006

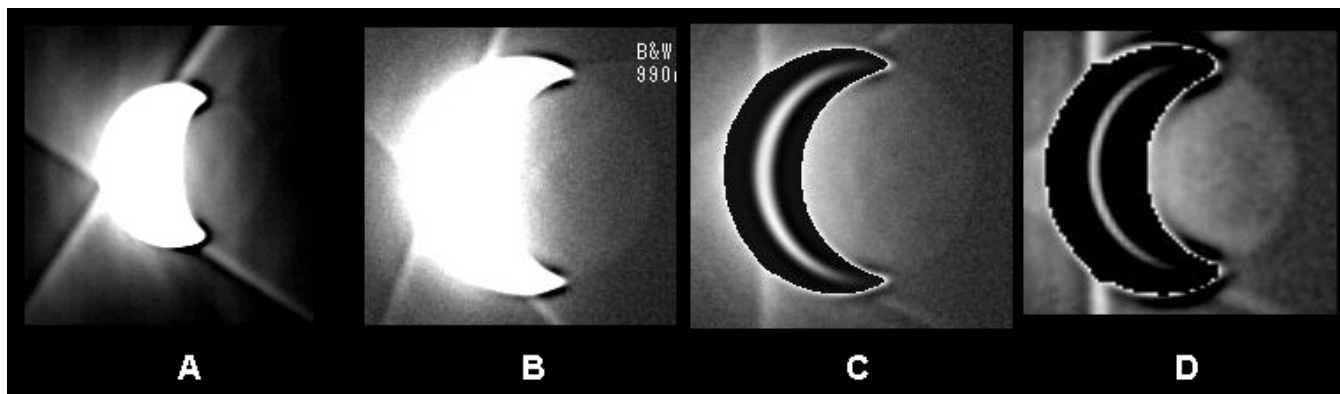
Au cours de l'hiver 2005-2006, deux nouvelles occasions d'observation de la surface de Vénus dans l'infrarouge ont eu lieu à la fin décembre 2005 et en janvier 2006 de part et d'autres de la conjonction du 13 janvier 2006. L'auteur a obtenu deux images le 18 décembre 2005 mais une série beaucoup plus intéressante a été envoyée par l'observateur japonais

mêlent en pratique... En tous cas, une possible identification est facilitée par la rotation très lente du globe de Vénus (243 jours) : sur la période d'observation, la longitude du méridien central ne passe ainsi que de 303° à 317°.

La cartographie des zones sombres ne permet que partiellement la mise en évidence d'un schéma stable. Deux taches reviennent toujours vers 280° de longitude. L'une située vers 15° de latitude sud qui correspondrait à Beta Regio, et l'autre vers 30° de latitude nord qui pourrait alors être Phoebe Regio<sup>15</sup> (figure 14). D'autres taches ne sont que sporadiquement visibles et sont donc d'identification impossible, d'autant plus qu'en vertu de l'hypothèse 2° il pourrait s'agir de nuages bas ; il faut de plus savoir faire la part des choses car la qualité des données restent objectivement mauvaise (faible contraste et mauvais rapport signal/bruit).

<sup>15</sup> R. McKim parvient aux mêmes conclusions (op. cit.).

Toshihiko Ikemura (figure 15). Toutes ces images montrent à nouveau des zones sombres qui pourraient correspondre à Phoebe et Beta regio. Une troisième tache apparaît toutefois le 1<sup>er</sup> janvier 2006 vers 320° de longitude qui elle, ne correspond malheureusement à aucune région montagneuse ; plus proche du centre du disque, cette zone est peut-être affectée par la proximité du croissant lumineux surexposé, et on ne peut exclure d'importants biais techniques ouvrant vers de mauvaises interprétations.

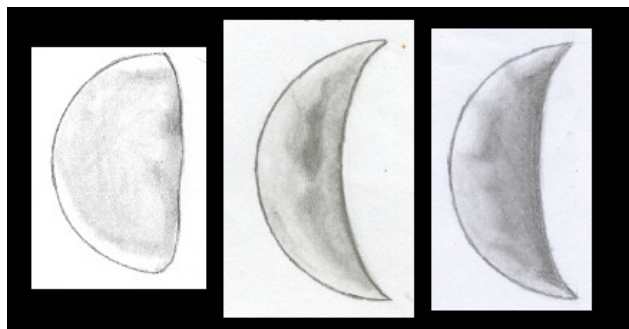


**Figure 15. Images de la surface à 1 micron dans l'IR de 2005-2006.**

A : C. Pellier le 18 décembre 2005 (cette fois au foyer d'un Dall-Kirkham de 210 mm avec une caméra Lumenera). B, C, D : images de T. Ikemura respectivement les 29 décembre 2005, 1<sup>er</sup> et 2 janvier 2006.

## V OBSERVATIONS VISUELLES DE VENUS

Peu d'observations visuelles sont parvenues à la commission en 2004. Le Vendéen Frédéric Burgeot a envoyé quelques dessins réalisés à l'aide du filtre W47 (**figure 16**) ; malgré leur ressemblance avec les détails réellement visibles avec ce filtre, en l'absence d'images UV prises le même jour il n'est pas possible de confirmer ces observations pour 2004. On se bornera à remarquer que les images CCD de 2004 prises avec ce filtre confirment qu'il est bien capable de détecter les marqueurs UV. L'auteur peut sinon témoigner de la bonne visibilité des calottes brillantes avec ce filtre.



**Figure 16. Dessins réalisés par Frédéric Burgeot avec le W47.**

Les 3 mars, 25 avril, 1<sup>er</sup> mai 2004.

## CONCLUSION

En 2004, les observations amateurs de Vénus ont permis d'identifier la plupart des

phénomènes marquants de l'activité atmosphérique de la planète, et ont ouvert un champ d'investigation inattendu avec les images de la surface. Il reste encore beaucoup à faire au niveau de la mise en évidence de la circulation globale : cartographie complète dans l'UV, mouvements dans l'IR... De même, les futures apparitions pourront être mises à profit pour enfin régler la question de la mystérieuse « lumière cendrée de Vénus »<sup>16</sup>.

Les deux apparitions de Vénus en 2004 ont considérablement accru la qualité des données obtenues par les amateurs, faisant reculer la part de la controverse dans les observations de cette cible assez difficile. C'est un nouveau domaine qui s'ouvre pour les amateurs sur une planète qui promet encore beaucoup de surprises et de découvertes, par rapport à des objets comme Mars, Jupiter ou Saturne qui sont beaucoup plus connus – sans nier pour autant leur intérêt propre.

*L'auteur remercie vivement Marc Delcroix et Jean-Jacques Poupeau pour la relecture de ce rapport.*

<sup>16</sup> La lumière cendrée de Vénus, ou « ashen light » désigne un ensemble d'observations visuelles controversées de la présence d'une luminosité du côté non éclairé de la planète en période de croissant, à la manière de la lumière cendrée lunaire. Ce phénomène, qu'il soit réel ou non, n'a rien à voir avec l'émission thermique de la surface à 1 micron.