

# OBSERVATION

## La planète Vénus observée par les astronomes amateurs

**Christophe Pellier,**

vice-Président de la Commission des observations planétaires de la Société astronomique de France.

*Si vous avez déjà regardé Vénus au télescope, vous avez vu ses phases mais la planète reste d'une couleur uniforme. Et pourtant certains amateurs arrivent à arracher quelques informations sur l'atmosphère et même sur le sol de la planète !*

Certaines planètes du système solaire sont des objets astronomiques qu'il est plutôt facile d'observer depuis la Terre avec un télescope astronomique amateur. Ainsi, les taches d'albédo sur Mars, les bandes nuageuses de Jupiter ou bien les anneaux de Saturne sont des détails que l'on peut admirer à l'oculaire ou bien photographier, même si l'on n'est pas un astronome chevronné.

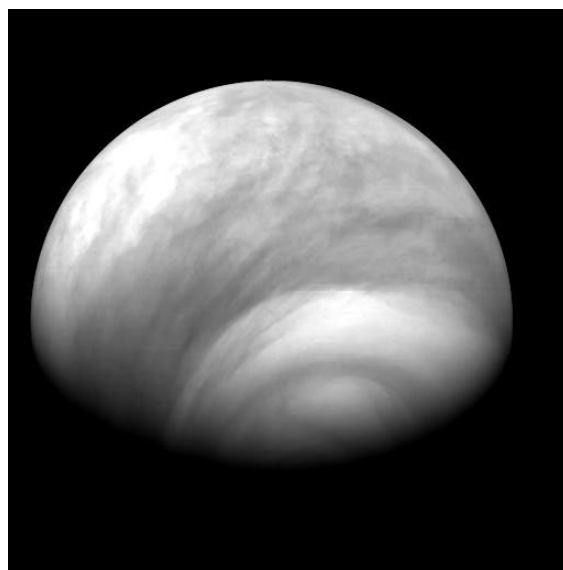
La planète Vénus, en revanche, est un objet plus difficile d'accès, qui demande un savoir-faire un peu plus affirmé, à la fois à cause de ses caractéristiques physiques en tant que planète, mais aussi à cause de la façon dont on la voit depuis le sol. En dépit de cela, son observation est payante car Vénus est un monde encore mal connu aujourd'hui. Avec leur équipement, les amateurs peuvent espérer y détecter des phénomènes qui semblaient hors de leur portée il y a seulement une dizaine d'années. Comment voit-on Vénus depuis la Terre ? Deuxième planète du système solaire, Vénus circule sur une orbite située entre la Terre et le Soleil ; avec Mercure, elle est donc ce que l'on appelle une planète « intérieure ». À l'opposé des planètes « extérieures » (à partir de Mars), les planètes intérieures ne sont jamais visibles en milieu de nuit, car pour cela il faut évidemment que la Terre puisse se trouver entre la planète et le Soleil. L'angle de vision Terre/Vénus/Soleil est au maximum de  $45^{\circ 1}$  et cela a une conséquence immédiate : la planète présente une phase (c'est à dire la fraction de globe non éclairée par le Soleil) très prononcée. Comme la Lune, Vénus présente toute les phases possibles : pleine, lorsqu'elle est située de l'autre côté du Soleil, en quartier, lorsqu'elle atteint son élongation maximale de  $45^{\circ}$ , et « nouvelle » quand elle passe entre nous et le Soleil, elle est alors pratiquement invisible.

Cette élongation assez limitée rend plus difficile l'observation, car Vénus n'étant jamais très loin du Soleil dans le ciel, on ne dispose que de peu de temps

pour la voir lorsqu'il fait nuit. De plus, la phase entraîne une diminution de la visibilité des détails proches du terminateur, où l'angle d'éclairage par le Soleil est faible, ce qui gêne la capacité de l'œil (ou d'une caméra) à détecter de faibles variations de contrastes.

### Que peut-on observer sur Vénus ?

Vénus est connue pour posséder une atmosphère en « hyper-rotation », c'est à dire une atmosphère qui tourne dans son ensemble plus rapidement que ne le fait le globe solide. Ce dernier est extrêmement lent et rétrograde : un jour sidéral sur Vénus équivaut à 243 jours terrestres. De son côté, l'atmosphère tourne en seulement trois ou quatre jours (la vitesse dépend de l'altitude). Le fonctionnement de cette atmosphère mérite que l'on s'y arrête, car elle possède des caractéristiques propres que l'on ne retrouve pas sur les autres planètes, et qu'il est possible de détecter avec un télescope amateur.

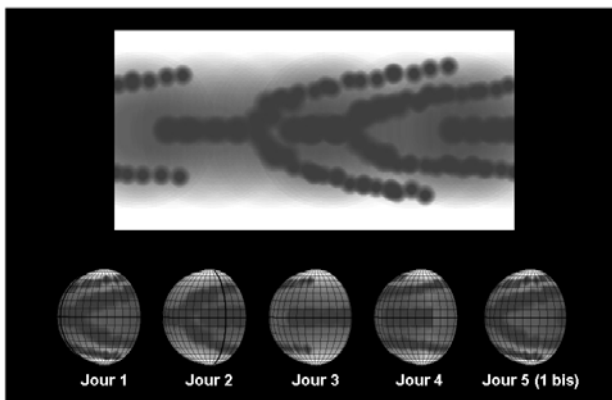


*Fig.1. Le vortex polaire sud de Vénus, photographié le 4 août 2007 en ultraviolet par la sonde Venus Express, apparaît comme une "calotte" blanche en bas de l'image. Image copyright European Spatial Agency.*

<sup>1</sup> L'élongation maximale de Vénus varie entre  $45^{\circ}$  et  $47,8^{\circ}$  (voir notions de base).

La circulation atmosphérique sur Vénus est d'abord gouvernée par la présence de puissants vortex (de grands tourbillons) au-dessus de chacun des deux pôles. Ils entraînent les nuages de l'équateur vers les régions polaires par des « bras » en spirales, car le gradient de vent s'accélère progressivement des basses latitudes vers les hautes latitudes, vers les vortex.

Ces mouvements de nuages peuvent être détectés au télescope principalement dans les très courtes longueurs d'onde, car ils contiennent un composant chimique inconnu qui absorbe le proche ultraviolet et le violet/bleu profond. Ils forment alors sur le disque vénusien des formes couchées en longitude dites en V, en Y, ou encore en  $\Psi$  (Psi grec). Ces formes s'expliquent facilement une fois que l'on connaît le schéma de circulation globale : les « branches » de ces lettres sont tout simplement les bras spiralés montant vers les vortex polaires, mais vus de côté, et non du dessus.



**Fig.2.** Simulation des formes nuageuses observables sur Vénus. Les bras montent de l'équateur vers les pôles en diagonale, en suivant l'accélération progressive des vents zonaux (en longitude) lorsque la latitude augmente. Ces bandes diagonales expliquent pourquoi on peut distinguer un Y couché (jours 1 et 5), ou bien un Psi (jour 2).

La surface de la planète est masquée en permanence par les nuages, à un tel point que la cartographie que l'on connaît aujourd'hui de cette surface n'a pu être réalisée qu'à l'aide d'un radar altimétrique, embarqué au début des années 1990 par la sonde Magellan qui était chargée de ce travail.

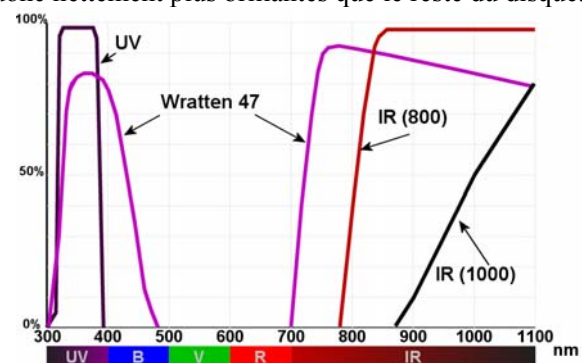
La caractéristique essentielle à retenir de cette surface sont les conditions littéralement infernales qui y règnent : la température au sol excède les 400 degrés Celsius et la pression atmosphérique y est cent fois plus élevée que sur Terre !

Cela mérite que l'on s'y arrête en astronomie amateur, car c'est cette température très élevée qui permet à l'observateur disposant d'une caméra numérique et d'un filtre infrarouge de détecter, dans une longueur d'onde bien déterminée, le rayonnement thermique du sol vénusien (lire le paragraphe suivant).

## Quelles sont les techniques d'observation ?

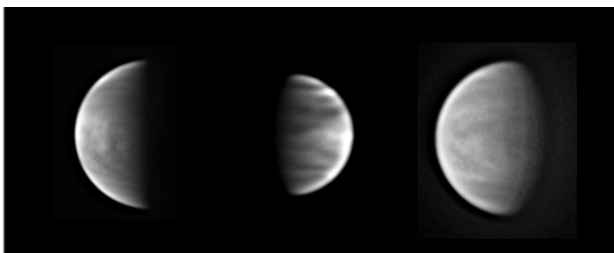
Au télescope, Vénus se présente au premier abord comme une planète d'un éclat intense, éblouissant lorsque le ciel est bien sombre. La planète est en effet entièrement recouverte d'une couche permanente et complète de nuages d'acide sulfurique qui possèdent un albédo important : ils reflètent un pourcentage très élevé de la lumière reçue du Soleil. C'est la raison pour laquelle il est plus intéressant d'observer quand le fond de ciel est encore brillant, de façon à diminuer le contraste entre ce dernier et la planète. Les meilleurs moments se rencontrent en plein jour dans l'heure qui suit le lever du Soleil, ou bien celle qui précède son coucher ; mais il est également tout à fait possible d'observer en milieu de journée. La planète est alors relativement facile à trouver dès lors qu'on utilise un instrument installé sur une monture équatoriale, et peut même être vue à l'œil nu si l'on se protège de la lumière du Soleil.

L'observation visuelle de détails sur le disque de la planète au télescope est possible, mais difficile. Le disque apparaît dépourvu de tout détail, d'un blanc lisse, homogène et éblouissant ; et en effet, en lumière visible, les nuages de Vénus n'absorbent quasiment aucune longueur d'onde (d'où leur teinte). Pour parvenir à distinguer les fameuses formes en V ou Y dont on a parlé, il est nécessaire d'utiliser un filtre violet Wratten 47, car les nuages qui contiennent le composant responsable de l'apparition des taches sombres en UV absorbent également la lumière violette accessible à l'œil humain (avant 450 nanomètres de longueur d'onde). Le contraste reste faible, mais leur détection devient possible. Les régions polaires de Vénus correspondant aux vortex sont les seules qui ressortent assez bien, car elles ne contiennent pas cet absorbeur inconnu, et elles sont donc nettement plus brillantes que le reste du disque.

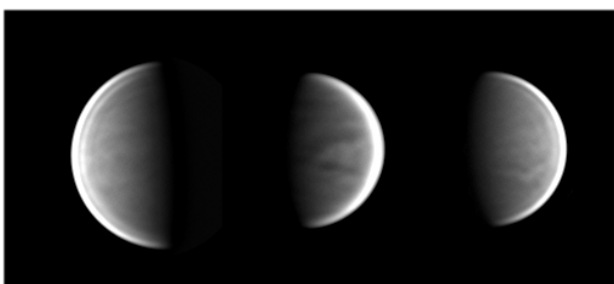


**Fig.3.** Courbes de transmission des filtres les plus utiles pour l'observation de Vénus : ultraviolet (UV), violet (Wratten 47, possédant deux bandes de transmission, celle en infrarouge devant être bloquée en photographie numérique), infrarouges passant à partir de 800 nanomètres pour l'observation des nuages côté jour de Vénus, à partir de 1 000 nanomètres pour l'observation du signal thermique de la surface côté nuit.

C'est en imagerie numérique que le monde de Vénus s'ouvre vraiment à l'astronome, car les caméras que les amateurs utilisent sont sensibles à des longueurs d'onde que l'œil ne voit pas, à savoir le proche ultraviolet (entre 300 et 400 nanomètres) et le proche infrarouge (de 700 à 1 000 nm). Il faut utiliser une caméra à capteur noir et blanc, et des filtres transmettant uniquement les longueurs d'onde citées. Avec un filtre UV, le contraste des formes en V ou Y est maximal (il est également possible d'utiliser le Wratten 47 visuel, à condition de bloquer la fuite infrarouge du filtre). Avec un filtre IR, on parvient à détecter d'autres types de nuages, qui sont situés une dizaine de kilomètres plus bas dans l'atmosphère que ceux visibles en UV. Il est même possible de tenter de calculer la durée de la rotation de cette atmosphère, en mesurant la position d'un détail sur plusieurs images prises à des intervalles réguliers : en prenant comme référence le système de longitude de la surface de Vénus, on détecte le déplacement de ce détail, et on en déduit une vitesse de rotation de l'atmosphère. En effet, la rotation du globe étant extrêmement lente, on considère qu'au cours du laps de temps couvert par toutes les images (quelques heures en temps terrestre), le déplacement observable est uniquement celui de l'atmosphère, et non celui de l'atmosphère plus la surface, ce qui nous obligerait à soustraire la vitesse de rotation de cette dernière.



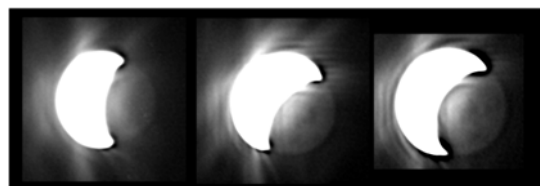
**Fig.4.** Images de Vénus en ultraviolet et violet.  
De gauche à droite :  
- lunette de 150 mm par Christian Viladrich (2012) ;  
- télescope Cassegrain de 600 mm de l'observatoire Astro-Queyras par Giuseppe Monachino (2012) ;  
- Cassegrain de 300 mm par Christophe Guillou (2007). Elles sont prises en UV sauf celle de C.Guillou qui est réalisée avec le W47 doublé d'un filtre de blocage des infrarouges.



**Fig.5.** Images de Vénus en infrarouge (2012), par C.Pellier avec un télescope Gregory de 250 mm, sauf au milieu, prise de vue par G.Monachino au 600 AstroQueyras.

Quant au rayonnement thermique de la surface dont on a parlé plus haut, il peut être photographié à l'aide

d'une caméra noir et blanc équipée d'un filtre infrarouge transmettant aux alentours d'un micromètre de longueur d'onde (soit 1 000 nm). C'est en effet là que la surface émet de la lumière en raison de sa température, et c'est également là que le dioxyde de carbone qui compose l'essentiel de l'atmosphère vénusienne devient translucide, permettant ainsi à la lumière de s'échapper dans l'espace (via une bande d'émission dans le spectre du CO<sub>2</sub>). Bien entendu, il est impossible de détecter ce très faible signal s'il est en concurrence avec la lumière solaire réfléchi par les nuages : c'est du côté nocturne de la planète, quand la phase de cette dernière est en croissant, que l'on peut réussir cette très curieuse observation. Des taches sombres sont discernables dans cette lueur : il s'agit des montagnes de Vénus, qui émettent moins de signal car la température du sol diminue avec l'altitude.



**Fig.6.** Le rayonnement thermique de la surface de Vénus côté nocturne. En surexposant de façon délibérée le croissant éclairé par une pause de plusieurs secondes, il est possible de faire apparaître ce très faible signal lumineux. Les taches sombres visibles ici ont été corrélées avec la position des massifs montagneux Phoebe Regio et Beta Regio. Images C.Pellier en 2004 avec un télescope Schmidt-Cassegrain de 355 mm et un filtre IR 1000.

## Les techniques de photographie et de traitement

La photographie de Vénus est relativement facile en raison de la très grande quantité de lumière disponible. On utilisera une caméra vidéo prévue pour l'imagerie planétaire (il existe plusieurs modèles), opérant à une cadence de 50 à 100 images par seconde et ce, pendant trois à cinq minutes. Ceci permet d'obtenir plusieurs milliers d'images brutes qui devront ensuite être alignées, sélectionnées et additionnées dans des logiciels comme Registax ou Autostakkert. Il est nécessaire ensuite d'appliquer dans des logiciels de traitement d'images des filtres de renforcement des contrastes afin de faire apparaître les détails.

En 2015, la planète Vénus sera observable dans de très bonnes conditions depuis l'hémisphère nord de la Terre. Elle présente deux élongations favorables qui permettront de la voir haute dans le ciel, l'une au printemps (visible le soir) et l'autre à l'automne (le matin).

Christophe Pellier a dirigé la rédaction de « Astronomie planétaire », un ouvrage collectif qui doit paraître début 2015 aux éditions Axilone. Il vous permettra de préparer les observations de Vénus dans les meilleures conditions.

Christophe Pellier est vice-Président de la Commission des observations planétaires de la Société astronomique de France. ■