



# Vénus, la star de nos soirées

## Dossier documentaire collège et lycée



# Sommaire

L'étincelante Vénus, une planète immanquable	3
Pourquoi Vénus est-elle si brillante ?	3
A l'œil nu, Vénus reste un point	3
Pourquoi Vénus n'est-elle pas visible en pleine nuit ?	4
Vénus, de décembre 2019 à mai 2020	7
Les phases de Vénus	7
Un diamètre apparent et une luminosité variables	8
Des conditions d'observation plus ou moins favorables	13
Carte d'identité de la planète Vénus	15

Sauf indication contraire, les schémas et les illustrations ont été réalisés par Johan Kieken (Universcience). Illustration de couverture : [www.openclipart.org](http://www.openclipart.org).

## L'étincelante Vénus, une planète immanquable

**En soirée et en début de nuit**, tu as peut-être remarqué, depuis ton jardin, ton balcon ou par une fenêtre, **un point** brillant, très brillant, **extrêmement brillant** dans le ciel. Il s'agit de la **planète Vénus** !

Si tu n'es pas certain de l'avoir repérée, il te suffit de savoir qu'elle se trouve dans la direction de l'ouest lorsque l'obscurité s'installe. L'ouest, c'est à peu près l'endroit où s'est couché le Soleil quelques minutes plus tôt.

Vénus se trouve en ce moment dans des conditions idéales d'observation et, jusqu'à la fin du mois d'avril, elle se couche plus de 4 h après le Soleil. Tu peux donc continuer à l'observer tous les soirs pendant plusieurs semaines, sans difficulté.

Vénus est parfois surnommée l'étoile du Berger... bien que ce ne soit pas du tout une étoile mais une planète !

## Pourquoi Vénus est-elle si brillante ?

Trois raisons expliquent la grande luminosité de Vénus :

- **Il s'agit d'une grosse planète**, dont la taille est comparable à celle de la Terre. Bien qu'elle fasse figure de naine vis-à-vis des géantes gazeuses Jupiter et Saturne, sa surface est respectivement 6 et 3 fois plus grande que celle de Mercure et de Mars ;
- **Sa distance à nous est relativement faible**. À titre d'exemple, entre le 1<sup>er</sup> janvier et le 1<sup>er</sup> mai 2020, sa distance à la Terre passe de 190 millions à 64 millions de kilomètres. Durant la même période, la distance de Jupiter à la Terre passe de 930 millions à 720 millions de kilomètres et celle de Saturne à la Terre, de 1 650 millions à 1 470 millions de kilomètres ;
- **Son atmosphère contient d'épaisses couches de nuages très réfléchissants**. Vénus réfléchit ainsi 75 % de la lumière du Soleil qui lui parvient, contre 30 % environ pour Jupiter et Saturne.

Ces trois facteurs combinés font que Vénus est le troisième astre le plus brillant du ciel après le Soleil et la Lune.

## À l'œil nu, Vénus reste un point

**Ton œil ne dispose pas d'un pouvoir de résolution suffisant pour que tu puisses admirer Vénus autrement que sous la forme d'un point**. En effet, le pouvoir de résolution d'un œil humain est, au mieux, d'environ 1', soit 1/60<sup>e</sup> de degré. Cela signifie que deux points séparés par moins de 1' seront vus comme un seul et même point.

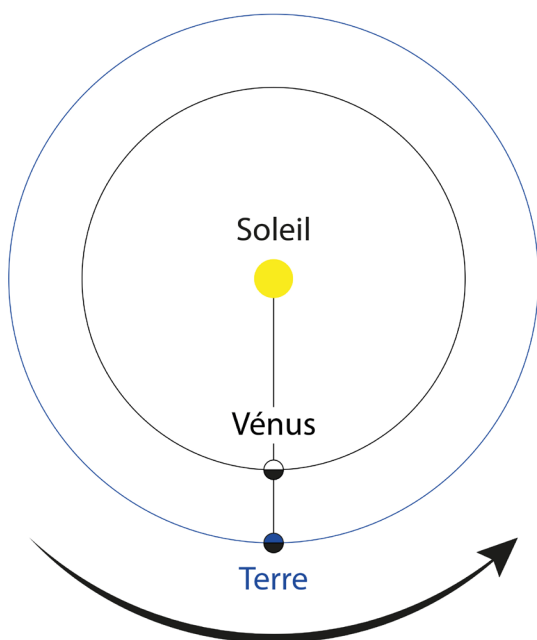
Or, depuis la Terre, le diamètre apparent de Vénus varie entre 9,5'' et 65'' (soit 1' 5'') en fonction de la distance Terre – Vénus. Les valeurs les plus élevées ne sont atteintes que lorsque Vénus s'interpose entre le Soleil et nous. Très gênant, le Soleil t'empêche alors de distinguer le disque de Vénus.

## Pourquoi Vénus n'est-elle pas visible en pleine nuit ?

Vénus n'est observable qu'en soirée ou le matin, jamais en plein cœur de la nuit. Au fil des mois, elle semble osciller de part et d'autre du Soleil, ne s'en éloignant jamais à plus de 48° en direction. Nicolas Copernic (1473 – 1543) a fourni une explication très élégante et naturelle à cette particularité que la planète Vénus partage avec Mercure : comme la Terre, Vénus tourne autour du Soleil, mais son orbite est entièrement contenue à l'intérieur de l'orbite terrestre.

Les cinq schémas qui suivent mettent en valeur les configurations remarquables du système Soleil – Vénus – Terre. Les tailles relatives des orbites de Vénus et de la Terre sont respectées mais celles des planètes et du Soleil ne le sont pas.

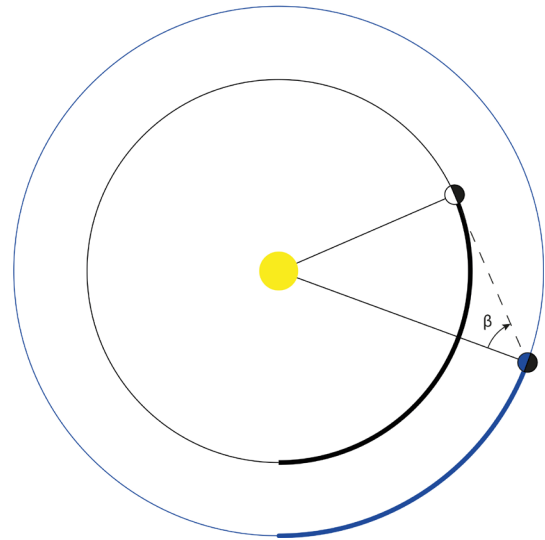
### Conjonction inférieure



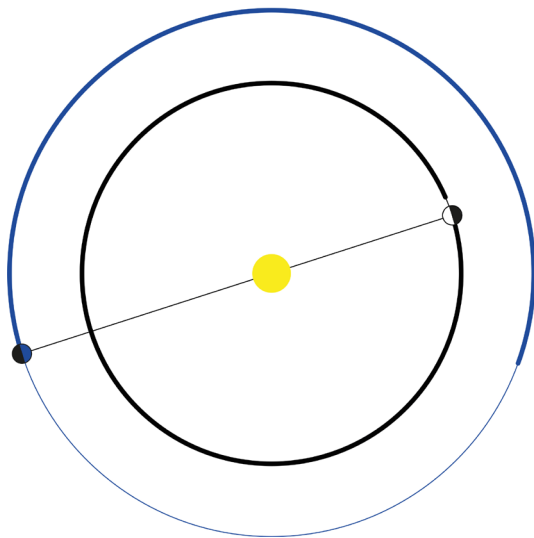
Lorsque le Soleil, Vénus et la Terre sont alignés, dans cet ordre, Vénus se trouve dans la direction du Soleil. On la dit alors en **conjonction inférieure**. Elle n'est généralement pas visible, complètement noyée dans l'éclat du Soleil. De plus, elle nous présente son côté « nuit ». La dernière conjonction inférieure de Vénus a pris place le 26 octobre 2018.

## Plus grande élongation occidentale

Vénus, plus proche du Soleil que nous, va plus vite et prend de l'avance sur notre planète. L'instant où l'angle Soleil – Vénus – Terre vaut  $90^\circ$  (soit un angle droit) marque le passage de Vénus à sa **plus grande élongation occidentale** : Vénus atteint alors sa plus grande distance angulaire à l'ouest du Soleil. **Elle est visible en fin de nuit et au matin**. La dernière plus grande élongation occidentale de Vénus a eu lieu le 6 janvier 2019 et l'angle  $\beta$  valait  $46^\circ 57'$  (la prochaine : 13 août 2020).

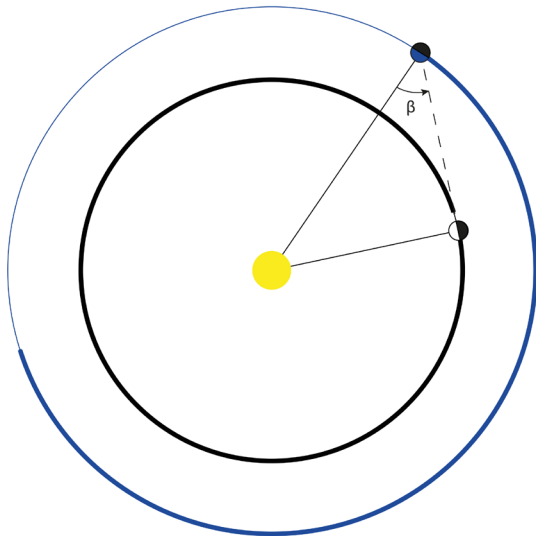


## Conjonction supérieure



Quelques mois plus tard, Vénus a suffisamment distancé la Terre pour que **notre planète, le Soleil et Vénus soient alignés, dans cet ordre**. L'étoile du Berger se trouve dans la direction du Soleil, mais de l'autre côté. On la dit en **conjonction supérieure**. Comme dans le cas de la conjonction inférieure, elle n'est pas visible. La dernière conjonction supérieure de Vénus a pris place le 14 août 2019 (la prochaine : 26 mars 2021).

## Plus grande élongation orientale

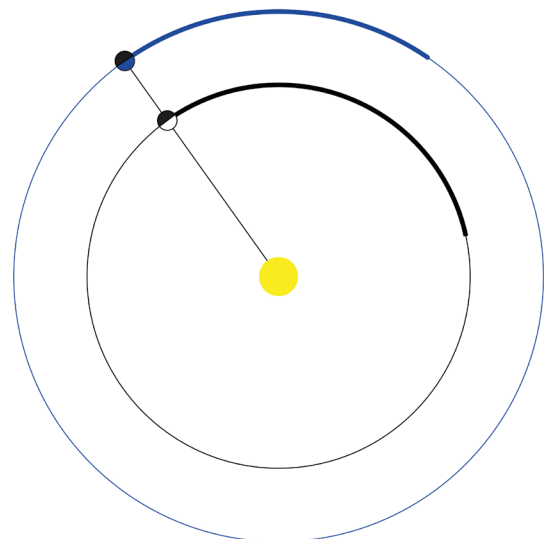


Vénus continue de prendre de l'avance sur notre planète. L'instant où l'angle Soleil – Vénus – Terre vaut à nouveau  $90^\circ$  marque le passage de Vénus à sa **plus grande élongation orientale** : Vénus atteint alors sa plus grande distance angulaire à l'est du Soleil. **Elle est visible en soirée et en début de nuit**. La dernière plus grande élongation orientale de Vénus a eu lieu le 24 mars 2020 et l'angle  $\beta$  valait  $46^\circ 5'$  (la prochaine : 29 octobre 2021).

Tu peux remarquer que cette valeur diffère légèrement de la plus grande élongation occidentale ( $46^\circ 57'$ ) du 6 janvier 2019. En effet, les orbites des planètes autour du Soleil ne sont pas des cercles parfaits mais des ellipses très légèrement aplaties. De plus, le Soleil n'en occupe pas le centre, il en est un peu décalé.

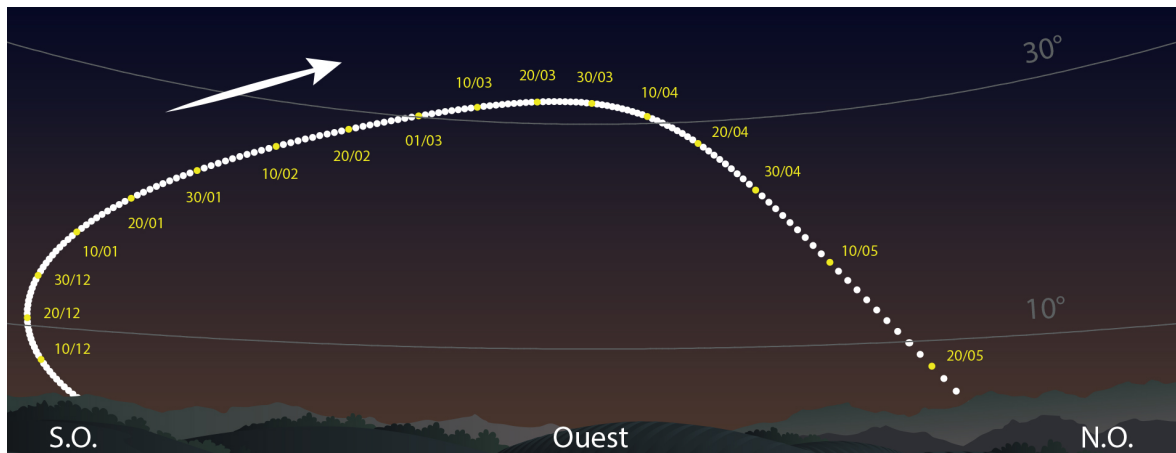
## Conjonction inférieure

Retour à la case départ ! **Le Soleil, Vénus et la Terre sont à nouveau alignés, dans cet ordre**. Vénus se trouve en **conjonction inférieure**. La prochaine prendra place le 3 juin 2020. En moyenne, il s'écoule 583,9 jours entre deux conjonctions inférieures de Vénus.



## Vénus, de décembre 2019 à mai 2020

La figure suivante donne l'aspect du ciel une heure après le coucher du Soleil. Dans nos contrées, ce dernier se trouve alors une dizaine de degrés sous l'horizon. Il ne fait pas encore totalement nuit mais le ciel est déjà bien assombri.



Aspect du ciel occidental 1 h après le coucher du Soleil, du début du mois de décembre 2019 à la fin du mois de mai 2020. Après un déplacement quotidien plutôt lent, vois comme Vénus semble plonger vers le Soleil couchant en mai !

## Les phases de Vénus

Lorsque Vénus est en conjonction inférieure, elle nous présente son côté « nuit ». Lorsqu'elle passe en conjonction supérieure, elle nous présente son disque entièrement éclairé. Entre ces deux configurations, elle doit donc exhiber des phases intermédiaires. En fait, Vénus se comporte comme la Lune ! Armé d'une lunette qu'il avait perfectionnée, Galilée (1564 – 1642) fut le premier à observer un cycle complet des phases de Vénus. Il en a déduit, à juste titre, que Vénus tournait autour du Soleil.

Le montage photographique en page suivante te montre les phases de la planète entre le 27 février et le 8 juin 2004, date de sa conjonction inférieure en cette année.



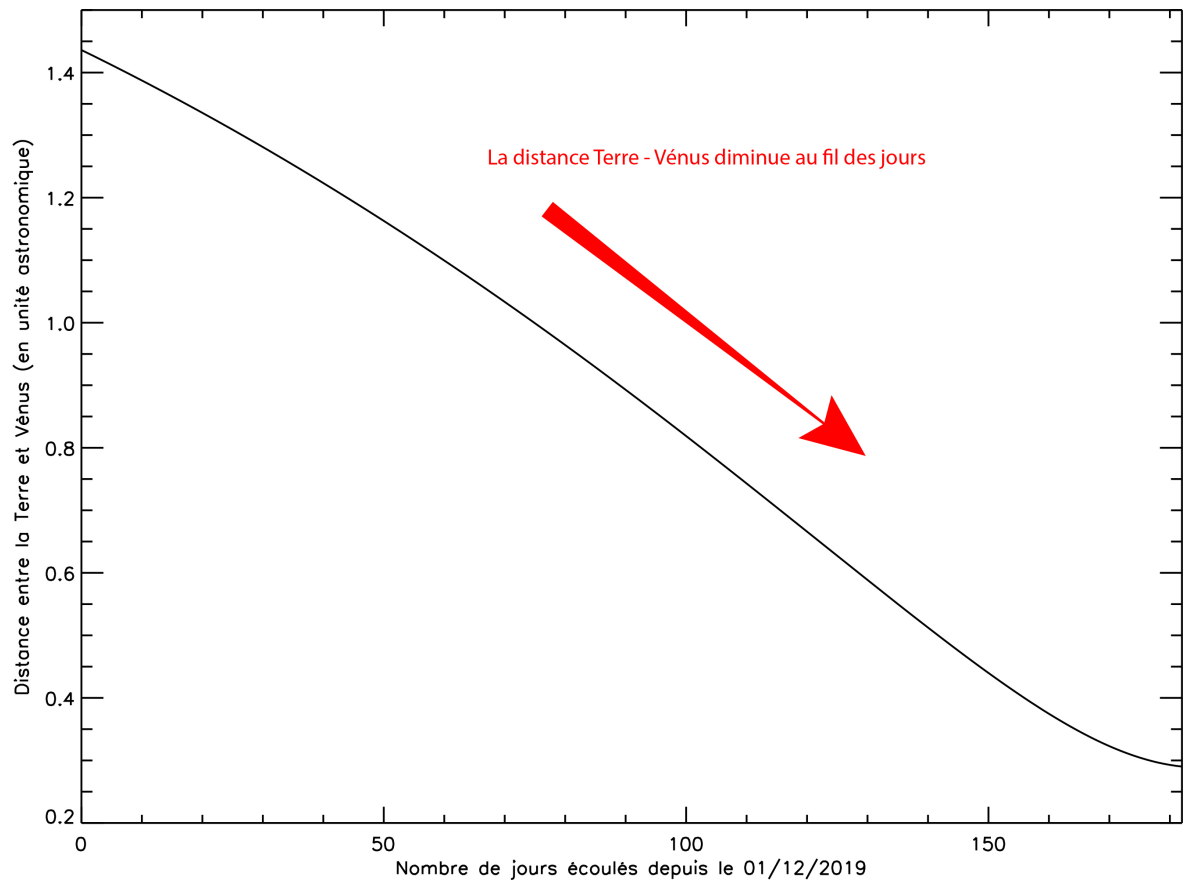
Les phases de Vénus entre le 27 février 2004 et le 8 juin 2004. Ne te semble-t-il pas étrange que la planète ait été photographiée lors de sa conjonction inférieure du 8 juin, alors qu'elle n'aurait pas dû être visible ? En fait, ce jour, l'alignement Terre – Vénus – Soleil était si parfait que Vénus est passée devant le Soleil ! Sa petite silhouette sombre se découpait devant le disque solaire, la rendant aisément perceptible avec un instrument d'optique muni des protections adéquates. Le prochain transit de Vénus aura lieu... le 11 décembre 2117. Crédit : Stasis Kalyvas (Thessalonique, Grèce).

## Un diamètre apparent et une luminosité variables

Nos schémas des pages 4 à 6 impliquent que la distance de la Terre à Vénus n'est pas constante. Le montage photographique ci-dessus en fournit la preuve : lorsque l'on se dirige vers une conjonction inférieure, Vénus se rapproche de la Terre et voit son diamètre apparent augmenter.

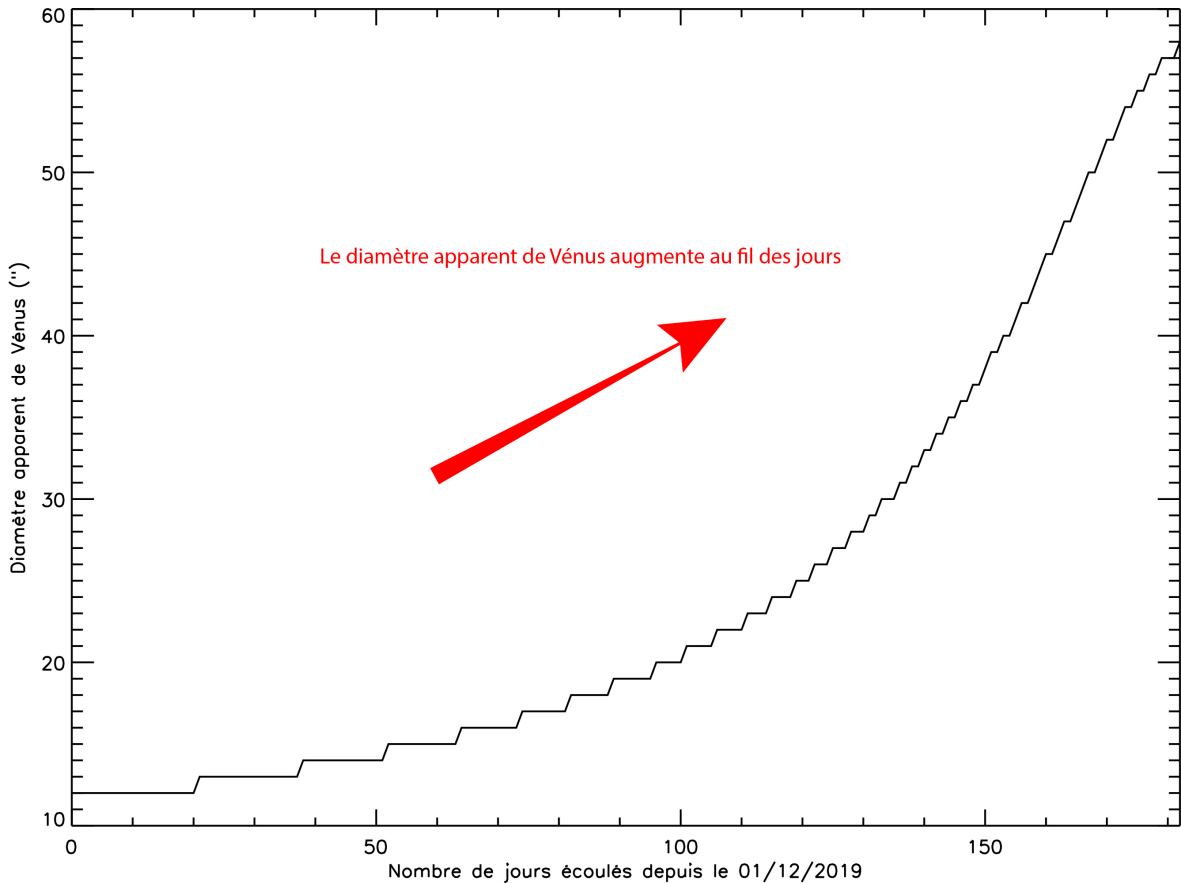


Le schéma suivant<sup>i</sup> donne la distance Terre – Vénus du 1<sup>er</sup> décembre 2019 au 31 mai 2020, exprimée en unité astronomique. Une unité astronomique vaut approximativement 150 millions de kilomètres. C'est la distance « moyenne » Terre – Soleil.



Si on la poursuivait vers la droite, la courbe présenterait un minimum le 3 juin qui coïnciderait presque exactement avec le passage de Vénus en conjonction inférieure.

Le rapprochement de Vénus durant cette période conduit, bien sûr, à une augmentation de son diamètre apparent, comme le montre le schéma ci-dessous. Pour le réaliser, on a arrondi le diamètre apparent de Vénus à la valeur entière la plus proche : cela explique l'aspect en « escalier » de la courbe. Rappelle-toi que  $60'' = 1'$  et que  $60' = 1^\circ$ .



Entre le 1<sup>er</sup> décembre 2019 et le 31 mai 2020, le diamètre apparent de Vénus croît de 12'' à 58''. Tu peux donc t'attendre à ce que l'éclat de la planète croît en parallèle. Pas si simple...

Avant d'entrer dans les détails, disons un mot sur le système utilisé par les astronomes pour évaluer l'éclat d'un astre.

Pour quantifier l'éclat apparent d'un astre, on utilise l'échelle des **magnitudes**. Elle s'inspire des travaux d'Hipparque, un grand astronome grec du II<sup>e</sup> siècle avant notre ère. Celui-ci classait les étoiles en « grandeur ». Les étoiles les plus brillantes étaient de 1<sup>re</sup> grandeur. Celles qui l'étaient un peu moins étaient qualifiées de 2<sup>e</sup> grandeur, etc. Les étoiles de 6<sup>e</sup> grandeur étaient à la limite de visibilité. Les astronomes modernes ont repris le système de classement d'Hipparque en y intégrant la transcription mathématique de la perception de l'œil.

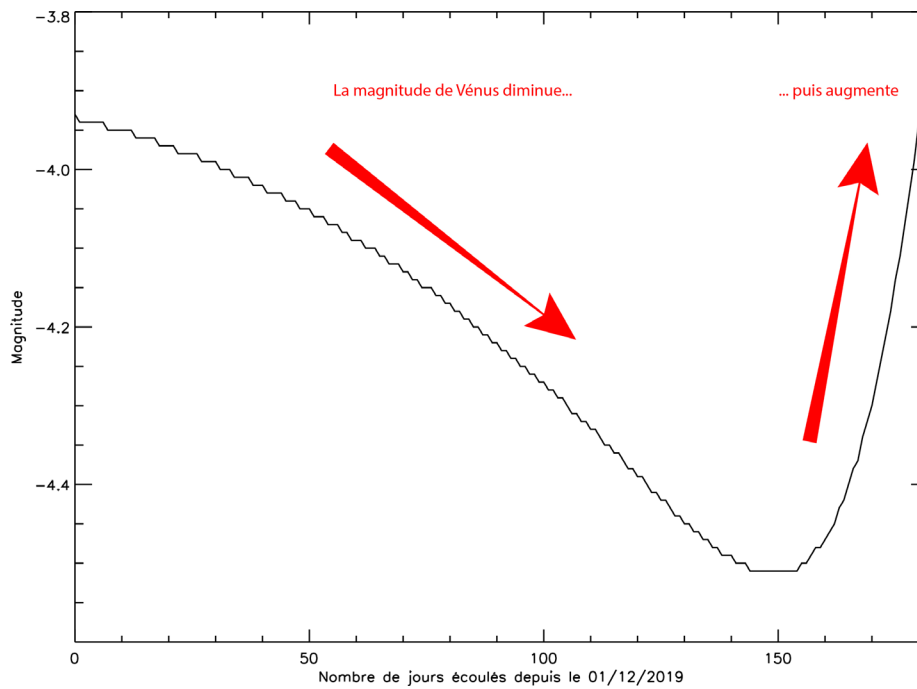
Le système des magnitudes est beaucoup plus étendu que celui d'Hipparque : des objets très brillants auront une magnitude négative (comme Vénus) et les magnitudes supérieures à 6 caractériseront les objets nécessitant un instrument d'optique pour être détectés. Retiens que **plus la magnitude d'un astre est élevée, moins il est brillant.**

Le tableau suivant recense les magnitudes de quelques astres d'intérêt.

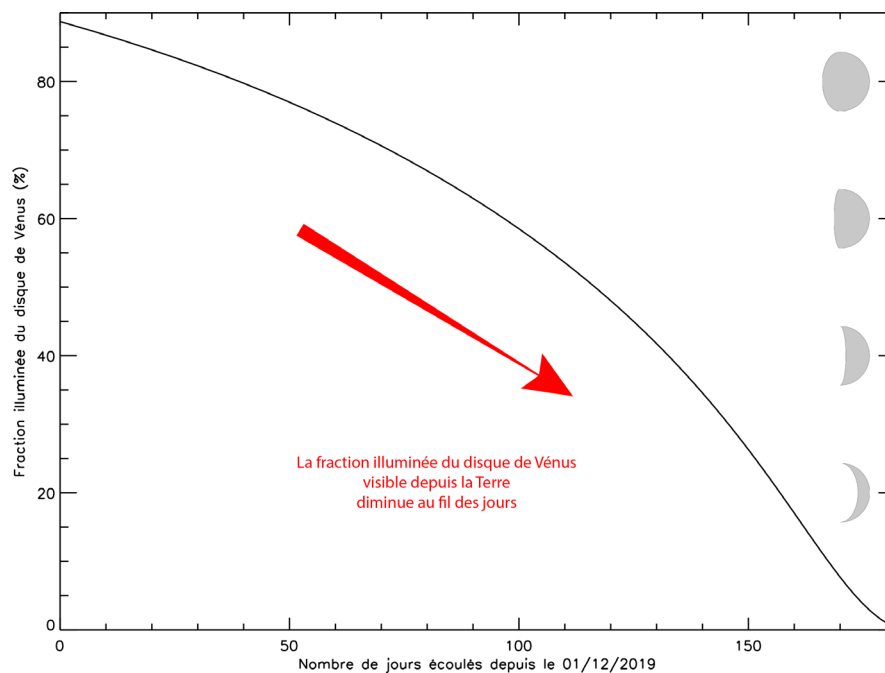
Astre	Magnitude
Le Soleil, vu depuis la Terre	-26,7
Pleine lune	-12,7
<b>Vénus</b>	<b>-4,9 à -3,9</b>
Jupiter	-2,9 à -1,6
Mars	-2,9 à +1,8
Sirius (étoile la plus brillante du ciel nocturne)	-1,5
Canopus (2 <sup>e</sup> étoile la plus brillante du ciel nocturne)	-0,7
Saturne	-0,5 à 1,3
Véga (étoile principale de la constellation de la Lyre)	0,0
Étoile polaire	2,0
Étoiles les plus faibles visibles à Paris	≈ 3
Uranus	5,3 à 5,9
<b>Limite de l'œil, sous un ciel bien sombre</b>	<b>≈ 6,5</b>
Neptune	7,8 à 7,9
Avec une paire de jumelles de 50 mm de diamètre	≈ 9 – 10
Avec un télescope de 200 mm de diamètre	≈ 13 – 14
Pluton (planète naine)	13,6 à 16,0
Avec un télescope de 600 mm de diamètre et 30 minutes de temps de pose <sup>ii</sup>	≈ 22
Avec le télescope spatial <i>Hubble</i> (miroir de 2,4 m de diamètre) et 23 jours de temps de pose	31,5
Avec le futur télescope spatial <i>James Webb</i> (miroir de 6,5 m de diamètre, lancement prévu en mars 2021)	≈ 34

Revenons à notre cas vénusien.

Jusqu'à la fin du mois d'avril 2020, la magnitude de Vénus diminue régulièrement. Autrement dit, elle devient de plus en plus brillante comme on s'y attendait, gagnant 70 % en éclat en quatre mois<sup>iii</sup>. Un phénomène inattendu se manifeste ensuite : la magnitude de Vénus augmente rapidement – sa luminosité diminue – bien que la planète continue à se rapprocher de nous (schéma en page suivante) !



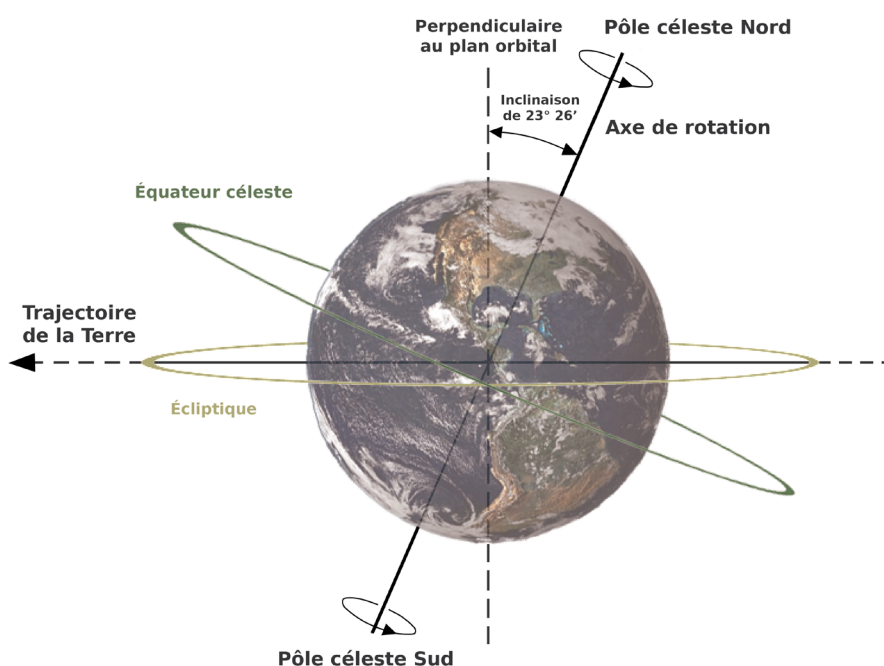
L'explication à ce paradoxe apparent réside dans la phase toujours plus petite de Vénus (schéma ci-dessous) : elle se présente à nous sous la forme d'un croissant de plus en plus fin. L'augmentation lente du diamètre apparent ne parvient plus à compenser la diminution de la fraction éclairée du disque de Vénus visible depuis la Terre. La luminosité de Vénus chute !



## Des conditions d'observation plus ou moins favorables

Tu as appris à l'école que la Terre est animée de plusieurs mouvements. Les deux principaux sont sa **rotation d'ouest en est autour de l'axe des pôles** en 23 h 56 min 4 s (*grosso modo* une journée) et sa **révolution autour du Soleil** en 365 j 6 h 9 min 10 s si on la mesure par rapport aux étoiles (*grosso modo* un an). Le premier mouvement a pour conséquence le **mouvement diurne**, qui emporte la voûte céleste dans une rotation d'est en ouest autour d'un axe passant près de l'étoile Polaire et fait faire à cette voûte un tour complet en 23 h 56 min 4 s... Soleil compris. Le second a pour conséquence le **mouvement annuel**, un léger glissement quotidien du Soleil vers l'est, à hauteur de 1° par jour. En un an, la trajectoire du Soleil définit un grand cercle sur la sphère céleste que les astronomes appellent **l'écliptique**.

Tu sais aussi que la Terre ne tourne pas « droite » autour du Soleil. Son axe de rotation est incliné d'environ 23,5° par rapport à la perpendiculaire au plan de son orbite. En d'autres termes, l'écliptique et la projection du plan de l'équateur sur la sphère céleste – **l'équateur céleste** – forment un angle de 23,5°. Tous deux sont emportés par le mouvement diurne mais, à la différence de l'équateur céleste qui est invariant par cette transformation, l'écliptique, lui, voit sa position modifiée en permanence. Conséquence : il est plus ou moins incliné sur l'horizon. Ceci est d'une importance primordiale pour qui souhaite observer les planètes et de la Lune quand elles ne sont pas très éloignées de la direction du Soleil.



La projection sur la sphère céleste du plan dans lequel la Terre tourne autour du Soleil s'appelle l'écliptique. De même, la projection sur la sphère céleste du plan qui contient l'équateur terrestre est l'équateur céleste. Écliptique et équateur céleste ne sont pas confondus : ils forment un angle de 23° 26'.

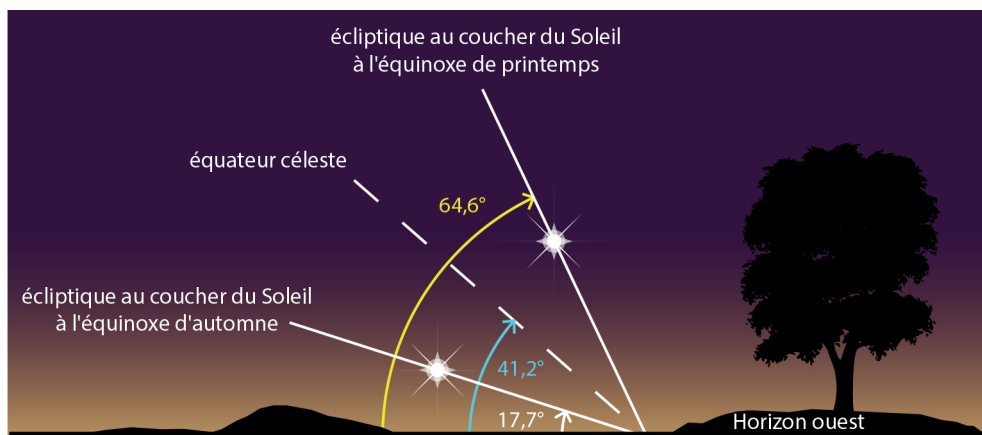
Crédit : D'après une illustration réalisée par [Dna-webmaster](#).

Prenons deux exemples :

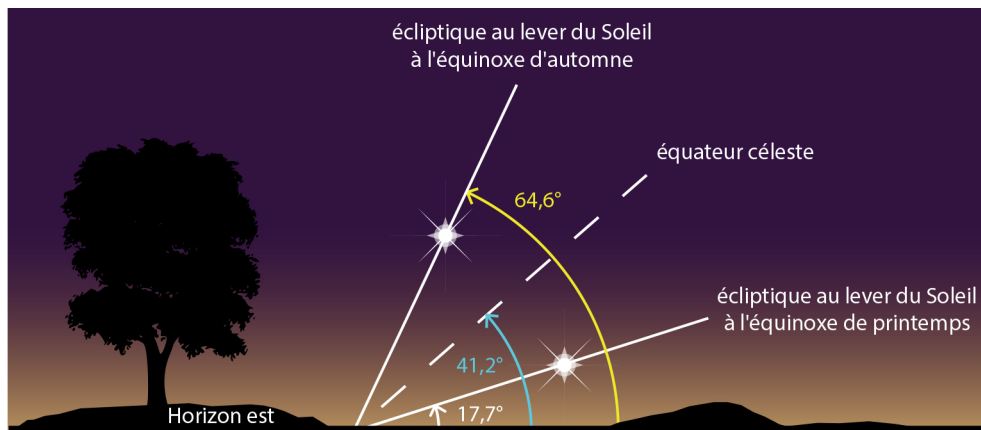
① Nous sommes à Paris, non loin de l'équinoxe de printemps, en soirée. C'est à ce moment que l'écliptique est le plus incliné – *relevé* – sur l'horizon ouest. L'angle formé entre l'écliptique et l'horizon ouest s'élève à près de  $65^\circ$ . Les conditions d'observation sont alors très favorables. Si la planète Vénus atteint son élongation maximale orientale à cette période, nous la verrons trôner à bonne hauteur, immanquable par son éclat. De telles conditions favorables se rencontrent aussi au début de l'automne, le matin vers l'est.

**En 2020, l'équinoxe prit place le 20 mars et la plus grande élongation orientale de Vénus, le 24. La quasi-simultanéité des deux phénomènes explique les conditions idéales dans lesquelles tu peux admirer Vénus en ce début de printemps.**

② Nous sommes toujours à Paris, mais cette fois non loin de l'équinoxe d'automne, en soirée. L'écliptique est alors peu incliné sur l'horizon ouest ; l'angle formé entre les deux cercles n'atteint même pas  $18^\circ$  ! Dans des conditions similaires à celles du premier point, Vénus est basse. Des conditions aussi défavorables se présentent au début du printemps, le matin vers l'est.



Au coucher du Soleil, Vénus se trouve dans les meilleures conditions d'observation au début du printemps. À condition, bien sûr, qu'elle soit alors proche de sa plus grande élongation orientale !



Au lever du Soleil, Vénus se trouve dans les meilleures conditions d'observation au début de l'automne. À condition, bien sûr, qu'elle soit alors proche de sa plus grande élongation occidentale !

## Carte d'identité de la planète Vénus

Distance moyenne au Soleil : 108,2 millions de kilomètres

Temps pour faire un tour du Soleil (période de révolution) : 224,7 jours

Vitesse orbite moyenne : 35,0 km/s

Pas de satellite

Temps pour faire un tour sur elle-même (période de rotation) : -243,0 jours

Le signe « - » signifie que Vénus tourne à l'envers. Le Soleil s'y lève à l'ouest et s'y couche à l'est !

Diamètre : 12 104 km (95 % du diamètre de la Terre)

Masse :  $4,87 \times 10^{24}$  kg (81,5 % de la masse de la Terre)

Gravité de surface :  $8,87 \text{ m/s}^2$  (90,5 % de la gravité terrestre)

Très épaisse atmosphère composée de dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$  (96,5 %) et de diazote  $\text{N}_2$  (3,5 %)

Température moyenne en surface : 460 °C

<sup>i</sup> Les schémas des pages 8, 9 et 11 ont été réalisés à partir des données fournies en ligne par les théories planétaires développées à l'[Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides](#) (Observatoire de Paris) et au [Jet Propulsion Laboratory](#) (California Institute of Technology, États-Unis).

<sup>ii</sup> La pose désigne l'exposition à la lumière de la surface sensible d'une pellicule autrefois, d'un détecteur numérique aujourd'hui. Le temps de pose est la durée de cette exposition.

<sup>iii</sup> Il existe une relation mathématique liant la différence de magnitude entre deux astres et le rapport de leur luminosité, mais cela nous amènerait au-delà de l'ambition affichée par ce document.