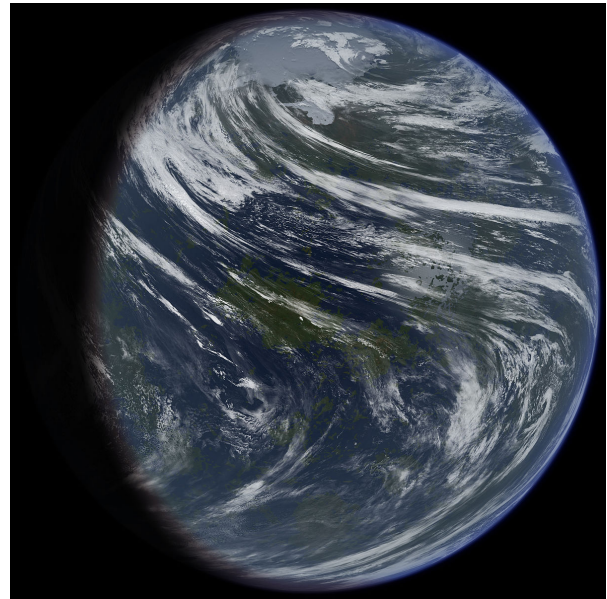


Terraformation de Vénus

La **terraformation de Vénus** pour l'adapter à nos besoins est sujet à débat quant à sa faisabilité. En effet ce projet entrainerait plusieurs changements radicaux :

- Réduire la température à la surface de Vénus qui est de l'ordre de 500°C (770 K).
- Éliminer les 9 MPa (~90 atm) de pression de l'atmosphère, composée surtout de dioxyde de carbone, via une transformation sous une autre forme.
- Établir un cycle jour/nuit plus court que l'actuel, qui est de 116,75 jours terrestres.

Ces 3 éléments sont interconnectés, puisque l'extrême température de Vénus est due à l'effet de serre causé par la densité de son atmosphère et que la rotation très lente est due aux effets de marées solaires sur l'épaisse atmosphère.



Vue d'artiste de Vénus terraformée.

Boucliers solaires

Boucliers spatiaux

Des boucliers solaires pourraient être utilisés pour réduire l'ensoleillement de Vénus, rafraîchissant légèrement la planète^[1]. Un bouclier placé sur le point L_1 entre le Soleil et Vénus servirait aussi à bloquer le vent solaire, réduisant l'exposition de Vénus aux radiations.

La construction de boucliers solaires suffisamment grands est une tâche difficile. La taille du bouclier devra être d'environ 4 fois le diamètre de Vénus elle-même au point L_1 . Une telle taille nécessitera une construction directement dans l'espace. Beaucoup de difficultés seraient rencontrées lors de l'équilibrage du bouclier de sorte à ce qu'il soit perpendiculaire aux rayons solaires en L_1 tout en prenant en compte la pression de radiation, ce qui transformerait le bouclier solaire en une gigantesque voile solaire. Ce problème pourrait être réglé en rapprochant le bouclier du Soleil mais ceci entraînerait nécessairement une augmentation de la taille de celui-ci.

Des modifications de la forme des boucliers ont été suggérées pour résoudre le problème de la voile. Une des méthodes proposées consiste à utiliser sur l'orbite polaire de Vénus, des miroirs solaires synchrones réfléchissant la lumière vers l'arrière du bouclier, du côté non-éclairé de Vénus. La pression des photons déplacerait toutefois les miroirs de soutien sur un angle de 30 degrés^[2].

Paul Birch proposa^[3] un système de miroirs en lamelles disposé au point L_1 entre Vénus et le Soleil. Ces panneaux ne seraient pas perpendiculaires aux rayons solaires, mais disposés avec un angle de 30 degrés pour annuler la pression des photons. Chaque panneau successif serait agencé avec +/- 1 degré par rapport au 30° initiaux.

Les boucliers solaires pourraient aussi servir de panneaux photovoltaïques. De tels boucliers sont évidemment hautement spéculatifs et au delà de nos capacités actuelles. La taille requise pour les boucliers est très nettement supérieure à ce qui peut être transporté dans l'espace.

Une autre solution est de créer un anneau planétaire artificiel. L'anneau, composé de débris, pourrait réduire l'exposition de Vénus au Soleil, mais à un degré moindre.

Boucliers atmosphériques ou de surface

Voir aussi : Habitats aérostats et cités flottantes

Le rafraîchissement de l'atmosphère peut être fait à l'aide de réflecteurs placés à la surface. Des ballons réflecteurs dans la haute atmosphère peuvent créer de l'ombre. Le nombre ou la taille des ballons devra nécessairement être importante. Geoffrey A. Landis a suggéré^[4] que si suffisamment d'habitats flottants étaient construits, ils pourraient former un bouclier solaire autour de la planète, et pourraient être utilisés simultanément pour transformer l'atmosphère. Ainsi combinées, la théorie des boucliers solaires et celle de la transformation atmosphérique pourraient, à l'aide des technologies adaptées, fournir des espaces vivables dans l'atmosphère vénusienne. L'utilisation du carbone contenu dans l'atmosphère pourrait permettre la fabrication de matériaux majeurs tel que des nanotubes de carbone (récemment fabriqués en forme de feuille) ou de graphène, une forme allotropique de carbone. Le carbone amorphe récemment synthétisé devrait fournir un matériau structurel utile, il pourrait être mélangé avec des silicates pour créer un verre très dur et résistant. D'après les analyses de Birch, de tels colonies et matériaux fourniraient immédiatement des retours économiques de la colonisation de Vénus, qui serviraient de fonds pour une terraformation plus poussée.

L'augmentation de l'albédo de la planète, l'utilisation de couleurs claires ou de réflecteurs sur la surface pourraient permettre le maintien de la fraîcheur de l'atmosphère. La quantité devra être grande et devrait être mise en place après que l'atmosphère aura été modifiée, puisque la surface de Vénus est actuellement enveloppée dans les nuages.

Un des avantages du refroidissement de la surface et de l'atmosphère est qu'il peut être fait à l'aide de technologies existantes. Un des inconvénients est que Vénus a déjà des nuages très réflecteurs (avec un albédo de 0,65), donc ce qui sera fait devra surpasser de façon significative la réflexion des nuages pour faire une différence.

Élimination de la dense atmosphère de dioxyde de carbone

Convertir l'atmosphère

L'atmosphère de Vénus pourrait être convertie in situ par l'ajout d'éléments extérieurs.

Une méthode proposée en 1961 par Carl Sagan concerne l'utilisation de bactéries modifiées pour fixer le carbone en matière organique^[5]. Bien que cette méthode soit encore abordée dans des discussions concernant la terraformation de Vénus, des découvertes ultérieures montrèrent qu'elle ne marcherait pas. La production de molécules organiques à partir de dioxyde de carbone nécessite un apport important d'hydrogène, qui, sur Terre, est puisé dans l'eau mais qui est non-existant sur Vénus. Ce manque d'hydrogène est dû à l'absence de couche à ozone, le peu de vapeur d'eau étant décomposé par les rayons ultraviolets du Soleil, ainsi que l'absence d'un champ magnétique sur Vénus qui augmente l'exposition de la haute atmosphère au vent solaire qui l'érode, entraînant la perte de la plupart de l'hydrogène dans l'espace. Carl Sagan a avoué 30 ans plus tard^[6], dans son livre *Pale Blue Dot*, que ce qu'il avait prévu pour terraformer Vénus ne pourrait pas marcher parce que l'atmosphère de Vénus est plus dense qu'on ne le pensait à l'époque.

Bombarder Vénus avec de l'hydrogène, probablement avec des sources provenant du système solaire externe, permettrait une réaction avec le dioxyde de carbone qui produirait du graphite et de l'eau par la réaction de Bosch. Près de 4×10^{19} kg d'hydrogène seraient nécessaires à une conversion totale. La perte d'hydrogène due au vent solaire est susceptible de ne pas être significative durant le calendrier de la terraformation.

Birch suggère de déplacer une lune glacée de Saturne et de bombarder Vénus avec ses fragments pour fournir de l'eau. Celle-ci couvrirait près de 80 % de la surface, comparable aux 70 % terrestres, bien que la quantité d'eau totale ne s'élèverait qu'à 10 % de l'eau disponible sur Terre à cause du peu de profondeur des océans vénusiens ainsi obtenus qui occuperaient les basses plaines^[3].

Le bombardement de Vénus avec du métal, du magnésium et du calcium provenant de Mercure ou d'ailleurs, pourrait permettre de capturer le dioxyde de carbone sous la forme de carbonate de calcium ou de carbonate de magnésium.

Près de 8×10^{20} kg de calcium ou 5×10^{20} kg de magnésium seraient requis, ce qui nécessiterait beaucoup de minage et de raffinage^[7]. 8×10^{20} kg correspondent à plusieurs fois la masse de l'astéroïde (4) Vesta (plus de 500 km de diamètre). Autrement dit, la terraformation de Vénus en suivant ce plan correspondrait pour l'humanité à être capable de miner l'ensemble des matériaux de l'état d'Alabama, de la surface au centre de la Terre, de l'envoyer dans l'espace, puis de le faire atterrir sur une autre planète.

Une des idées de Birch^[3] concernait l'utilisation de boucliers solaires de sorte à refroidir suffisamment Vénus pour permettre la liquéfaction, à une température inférieure à 304,18 K et à une pression partielle de CO_2 descendue sous 73,8 bars (point critique du dioxyde de carbone), puis de diminuer la pression sous 5,185 bars et la température sous 216,85 K (point triple du dioxyde de carbone). En dessous de cette température, le dioxyde de carbone se transforme en glace sèche ce qui entraîne sa précipitation sur la surface ; le CO_2 gelé pourrait être maintenu dans cet état par la pression (?) ou envoyé dans l'espace. Après la fin du processus, les boucliers pourraient être déplacés, ce qui permettrait de réchauffer la planète suffisamment pour permettre à une vie terrestre de subsister. Une source d'hydrogène ou d'eau sera encore nécessaire et les 3,5 bars d'azote restant devront être fixés au sol.

Déplacer l'atmosphère

Le déplacement de l'atmosphère de Vénus peut être tenté avec une certaine variété de méthodes, et avec possibilité de combinaisons. Envoyer tous les gaz de Vénus dans l'espace en une seule fois serait quasiment impossible. Pollack et Sagan ont calculé en 1993^[6] que l'impact d'un corps de 700 km de diamètre frappant Vénus à une vitesse supérieure à 20 km/s éjecterait toute l'atmosphère du point d'impact à tout l'horizon mais il s'agirait de moins d'un millième de l'atmosphère totale. Il faudrait donc multiplier les impacts de ce type pour parvenir à un résultat satisfaisant, ce qui est impossible car c'est déjà la taille des plus gros astéroïdes du système solaire. De plus, il est difficile de déplacer de tels corps pour provoquer un impact avec Vénus, sans compter les effets dynamiques consécutifs à de tels impacts.

De petits objets n'auraient de toute façon pas le même résultat et une masse plus importante encore serait requise.

En outre, la majeure partie du gaz éjecté irait dans une orbite proche de Vénus et serait vraisemblablement retenue par le champ gravitationnel puis retournerait dans l'atmosphère dense.

Déplacer l'atmosphère de manière plus contrôlée serait aussi difficile. La faible vitesse de rotation de Vénus rend difficile la réalisation d'ascenseurs spatiaux du fait que son orbite géostationnaire est très éloignée d'elle ; l'épaisse atmosphère empêche l'utilisation de catapultes électromagnétiques pour déplacer la charge depuis la surface. D'autres solutions consistent à placer les catapultes en haute altitude sur des ballons ou de construire des tours, supportées par des ballons et s'étendant au-delà de la limite de l'atmosphère, en utilisant des fontaines spatiales (**en**) ou des roto-vateurs.

Rotation

Vénus accomplit sa rotation en 243 jours, de loin la rotation la plus lente des planètes majeures. Un jour sidéral sur Vénus dure ainsi plus qu'une de ses années (Un jour vénusien : 243 jours terrestres - Une année vénusienne : 224,7 jours terrestres). Toutefois, la durée d'un jour solaire est plus courte qu'un jour sidéral de façon significative : pour un observateur sur la surface de Vénus le temps d'un lever de Soleil au suivant est de 116,75 jours terrestres.

Néanmoins, la rotation extrêmement lente de Vénus avec un rythme jour/nuit très lent, causerait des problèmes d'adaptation pour la majorité des espèces connues végétales ou animales. La faible rotation explique aussi probablement le champ magnétique quasi-inexistant.

Un des systèmes proposés est la création de grands miroirs placés en orbite qui permettrait de fournir de la lumière dans la zone ombragée ou d'ombrager la zone éclairée. En plus de cette proposition de miroirs près du point L_1 entre Vénus et le Soleil, Paul Birch a proposé de placer un miroir en orbite polaire, permettant de produire un cycle de 24 heures^[3].

Augmenter la vitesse de rotation de Vénus requièrerait une quantité phénoménale d'énergie, bien plus que la construction de miroirs solaires, ou plus que le déplacement de l'atmosphère de Vénus ! Des scientifiques ont récemment suggéré que le passage répété et programmé d'un astéroïde d'une taille supérieure à 96 km pourrait être utilisé pour augmenter la vitesse de la rotation^[8]. G. David Nordley a suggéré, en fiction^[9], que Vénus pourrait réduire son rythme jour/nuit à 30 jours terrestres par l'exportation de son atmosphère dans l'espace grâce à des catapultes électromagnétiques. Ce concept a été exploré de façon plus rigoureuse par Birch^[10] : c'est un calcul théorique impliquant l'éjection progressive de toute l'atmosphère, accroissant le moment cinétique de la planète par le principe de l'action et de la réaction.

Dans ce cas-ci, les difficultés sont la présence initiale de l'épaisse atmosphère et des conditions très hostiles de la surface (voir plus haut : déplacer l'atmosphère).

Sources

- **(en)** Cet article est partiellement ou en totalité issu de l'article de Wikipédia en anglais intitulé « *Terraforming of Venus* ^[11] » (voir la liste des auteurs ^[12])

Références

- [1] **(en)** Robert Zubrin, *Entering Space: Creating a Spacefaring Civilization*, 1999
- [2] **(en)** Martyn J. Fogg, *Terraforming: Engineering Planetary Environments*, SAE International, Warrendale, PA, 1995
- [3] Paul Birch, « Terraforming Venus Quickly (<http://www.paulbirch.net/#paper>) », dans *Journal of the British Interplanetary Society*, 1991
- [4] Geoffrey A. Landis, « Colonization of Venus », dans *Conference on Human Space Exploration, Space Technology & Applications International Forum, Albuquerque NM*, Feb. 2-6 2003 [texte intégral (<http://scitation.aip.org/getabs/servlet/GetabsServlet?prog=normal&id=APCPCS000654000001001193000001>)]
- [5] Carl Sagan, « The Planet Venus », dans *Science*, 1961
- [6] Carl Sagan, *Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space*, 1994, ISBN: 0345376595
- [7] **(en)** Stephen L. Gillett, *Islands in the Sky: Bold New Ideas for Colonizing Space*, John Wiley & Sons, 1996, « Inward Ho! », p. 78-84
- [8] Astronomers hatch plan to move Earth's orbit from warming sun (<http://archives.cnn.com/2001/TECH/space/02/05/earth.move/>), CNN.com
- [9] Gerald Nordley, « The Snows of Venus », dans *Analog Science Fiction and Science Fact*, mai 1991
- [10] Paul Birch, « How to Spin a Planet », dans *Journal of the British Interplanetary Society*, 1993
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/En%3Aterraforming_of_venus?oldid=cur
- [12] http://en.wikipedia.org/wiki/En%3Aterraforming_of_venus?action=history

Compléments

Articles connexes

- Colonisation de Vénus

Liens externes

- Terraformers Society du Canada (<http://society.terraformers.ca/>)
- Visualisation les étapes de la terraformation du système solaire (<http://www.hudsonfla.com/spaceviewinner.htm>)
- Pages d'information sur la terraformation (<http://www.users.globalnet.co.uk/~mfogg/>)
- Fiction sur la terraformation de Vénus (<http://www.orionsarm.com/worlds/Venus.html>)
- Venus Unveiled (<http://www.worlddreambank.org/V/VENUS.HTM>) : Une Vénus terraformée, 1000 ans d'ici -- by Chris Wayan, 2003-4.

Sources et contributeurs de l'article

Terraformation de Vénus *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=63131874> *Contributeurs:* Abracadabra, Arnaud.Serander, Biniou, Carligam, Dhatier, Didier Misson, Federix, Jerome234, Long John Silver, Loveless, Mouarfs, Papatt, Paskalo, Pieter Kuiper, Pld, Pymouss, Romanc19s, Rominandreu, Skiff, Tael, Treehill, Zetud, 6 modifications anonymes

Source des images, licences et contributeurs

Image:TerraformedVenus.jpg *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:TerraformedVenus.jpg> *Licence:* GNU Free Documentation License *Contributeurs:* Original uploader was Ittiz at en.wikipedia

Licence

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
