

L'énergie solaire spatiale, un enjeu scientifique et stratégique

Le 12 novembre 2022, les essais du programme Photovoltaic Radio-frequency Antenna Module (PRAM) de l'US Navy Research Laboratory, ont été présentés comme concluants¹ après le retour sur Terre du drone spatial militaire X-37B, mis en orbite en mai 2020. Cet événement illustre l'intérêt croissant porté au Space-Based Solar Power (SBSP), une technologie de production énergétique spatiale destinée à un usage terrestre. Par la baisse des coûts de production qu'il laisse entrevoir, le SBSP est désormais un nouvel enjeu, tant scientifique que militaire.

Fonctionnement et avantages du SBSP

Le SBSP, conçu dès 1968 par Peter Glaser², permettrait la collecte de l'énergie solaire en s'affranchissant de la couverture nuageuse et des périodes nocturnes connues à la surface du globe. Des satellites dotés de panneaux photovoltaïques, constituant ainsi des centrales solaires spatiales (CSS), seraient placés en orbite géostationnaire. L'énergie solaire collectée (rayonnement dont la longueur d'onde est comprise entre l'ultra-violet et le proche infrarouge lointain, soit entre 0,2 et 2,5 μm) serait ensuite convertie en micro-ondes (longueur d'onde allant de 1 cm à 1m) ou en faisceaux lasers (dont le spectre de longueur d'onde peut varier du visible au proche-infra-rouge, entre 0,4 et 1,6 μm). Les ondes converties à bord des CSS seraient ensuite émises et dirigées vers les infrastructures terrestres de réceptions, des antennes redresseuses (*rectenna*) puis à nouveau converties en courant continu. La distribution de l'électricité produite par cette technologie SBSP serait ensuite assurée grâce à l'intégration des segments terrestres aux réseaux existants.

Cette ressource spatiale répondrait aux besoins croissants en électricité tout en réduisant son coût de production – en effet, à l'horizon 2050, le coût d'un MWh produit par SBSP varierait entre 37 et 58 € contre 91 € estimé à cette date pour la production nucléaire³. La distribution sur la Terre de l'énergie collectée par une seule CSS en orbite serait envisageable à l'échelle continentale grâce à l'orientation des satellites émetteurs. Malgré des pollutions dues aux lancements spatiaux et à la formation de débris spatiaux, le SBSP favoriserait la progression vers la neutralité carbone.

Un nouvel enjeu industriel et scientifique à l'échelle mondiale

Des projets sont développés à l'échelle nationale et en coopération régionale⁴. L'agence spatiale japonaise (JAXA) a mis en œuvre un projet SBSP dès 1998, encore en cours de développement. Le projet Solaris de l'agence spatiale européenne (ESA) mené conjointement avec Airbus et Emrod a été présenté en juin 2022. Ayant exprimé en 2021 sa volonté d'acquérir un système SBSP, le Royaume-Uni cherche à établir des partenariats avec l'Australie et l'Arabie Saoudite. La Russie mène elle aussi des recherches dans ce domaine depuis 2022.

Le développement d'un système SBSP américain est pris en charge tant par les entités de recherche de l'US Air Force et de l'US Navy. En parallèle du programme PRAM décrit précédemment, l'Air Force Research Laboratory (AFRL) et le Naval Research Laboratory (NRL) ont développé avec Northrop Grumman le Space Solar Power Incremental Demonstration and Research Project (SSPIDR) dont le volet satellitaire ARACHNE devrait être mis en orbite basse en 2025. L'université Caltech développe par ailleurs un projet civil de SBSP dont un prototype a été mis en orbite le 3 janvier 2023, visant la mise au point d'un certain nombre de composants du projet.

La Chine a annoncé en juin 2022 être la première nation à avoir mis en œuvre avec succès un système SPSB expérimental complet⁵. Associée au Chongqing Collaborative Innovation Research Institute for Civil-Military Integration in China et à la China Academy of Space Technology, l'université de Xidian espère mettre en orbite basse un satellite de collecte des rayonnements solaires en 2025 puis développer un segment spatial en orbite géostationnaire à partir de 2035.

Source d'énergie prometteuse, un système SBSP constitue un atout important pour la résilience énergétique d'une nation et par-là même pour son autonomie stratégique. L'avance prise par la Chine et les États-Unis devrait leur permettre d'exercer une certaine hégémonie concernant cette technologie, malgré les efforts fournis par d'autres acteurs.

1 « X-37B orbital test vehicle concludes sixth successful mission », U.S. Space Force, 12/11/2022.

2 ONGARO, Franco, SUMMERER, « Peter Glaser lecture : Space and a sustainable 21st century energy system », ESA, 10/2006.

3 Ibid, p. 19.

4 « Space Based Solar Power. De-risking the pathway to Net Zero », p.24, Frasher-Nash Consultancy, 09/2021.

5 « China looks set to build space solar power station », XinhuaNet News, 06/2022.