



Propulseurs électriques : un concept pour les satellites actuels et le transport aérien futur

Technologie de propulsion jusqu'alors uniquement destinée à l'espace dans un milieu à zéro gravité, les récentes améliorations sur la puissance des propulseurs électriques laissent apercevoir de prochains bouleversements dans le développement des satellites en orbite, et l'ampleur des progrès pourrait conduire à des applications dans la propulsion atmosphérique.

Une technologie montante de pilotage des engins spatiaux

Le pilotage des satellites et des sondes spatiales est à l'origine des nombreuses technologies de propulsion électrique, apparues dès les débuts de la course à l'espace entre Soviétiques et Américains. En 1964, le satellite expérimental américain *SERT 1* est le premier engin à utiliser un propulseur de la sorte. Après une longue période de gestation, ces innovations s'imposent peu à peu face à la propulsion chimique qui nécessite plus de combustibles pour un rendement moindre. La finalité principale demeure toujours l'optimisation de la charge utile lors de la mise en orbite de l'engin spatial.

La propulsion électrique spatiale la plus commune repose sur des moteurs ioniques dont le principe consiste à éjecter un gaz ionisé en utilisant la répulsion électrique des charges des particules de gaz et de la grille d'éjection. L'avantage sur les moteurs chimiques reste que la propulsion se fait sans comburant, remplacé par une source d'alimentation électrique, ce qui accroît considérablement la charge utile. À poussée équivalente, un moteur ionique emporte en moyenne 300 fois moins de masse propulsive (masse de combustible) qu'un propulseur chimique classique.

Des améliorations technologiques vers davantage de puissance

Ce type de propulsion a une impulsion spécifique (ou efficacité du moteur) bien supérieure aux moteurs-fusées traditionnels, jusqu'à 55 fois plus de force éjectée pour la même quantité de combustible. Toutefois, contrairement à ces derniers, les propulseurs ioniques ne génèrent encore qu'une poussée extrêmement faible, cumulable uniquement dans le vide spatial dépourvu de force gravitationnelle. Cette technique est donc adaptée aux déplacements dans l'espace mais inapplicable en l'état à des engins atmosphériques.

Des études sur un autre type de propulsion électrique, la propulsion plasmique ou magnétoplasmodynamique (MPD), ont pour objectif un décollage au sol grâce à un moteur qui combinerait à la fois une forte poussée et une forte impulsion spécifique. Le fonctionnement des moteurs MPD consiste à éjecter un plasma grâce à son interaction avec un champ magnétique induit. Né dans l'Union soviétique dès les années 1970 comme simple propulseur de guidage, le concept s'est développé en Occident à partir des années 1990. En 1998, la sonde américaine *Deep Space 1* est le premier engin à utiliser un moteur MPD comme propulsion principale. Le moteur *PPS-1350* développé par *Safran* pour la sonde *SMART-1* lancée en 2003 est, quant à lui, le premier en Europe. Le programme américain *VASIMR* travaille actuellement sur l'augmentation de la puissance des moteurs MPD pour des voyages interplanétaires d'engins massifs.

Des recherches pour une utilisation atmosphérique

C'est sans doute l'équipe de recherche de Berkant Göksel à l'Université technique de Berlin qui est la plus avancée sur la performance des moteurs MPD. En 2017, le laboratoire est le premier à produire des jets de plasma rapides et puissants au niveau du sol, ces jets pouvant atteindre une vitesse de 20 km par seconde en atmosphère 1, soit 5 fois plus qu'un moteur *Vulcain* de lanceur *Ariane*¹.

Un inconvénient majeur subsiste pourtant : le ratio poids-poussée beaucoup trop élevé. La très faible alimentation électrique nécessaire dans l'espace, et fournie par les panneaux solaires, doit être remplacée en milieu atmosphérique par des batteries très performantes, voire par des mini-centrales électriques ; des dispositifs encore bien trop lourds pour des lancements spatiaux. Berkant Göksel estime que cette technologie pourrait d'ores et déjà être applicable pour la propulsion de petits avions, ou couplée à des moteurs à réaction, dans l'attente d'une miniaturisation de l'alimentation électrique.

Considérée comme une des alternatives à la fois rentables et durables aux hydrocarbures, la propulsion électrique reste toujours au stade théorique pour les lancements spatiaux, du fait de contraintes physiques difficilement solvables. La recherche sur cette technologie est encore largement limitée au pilotage et à la propulsion satellitaire mais pourrait faire son apparition dans le milieu aéronautique dans un futur proche.

Ces propos ne reflètent que l'opinion de l'auteur.

1 La poussée reste toutefois plus faible.