

Propulseurs plasmiques à forte poussée

Sous l'impulsion de l'ESA, l'Ecole polytechnique explore de nouveaux propulseurs électriques.

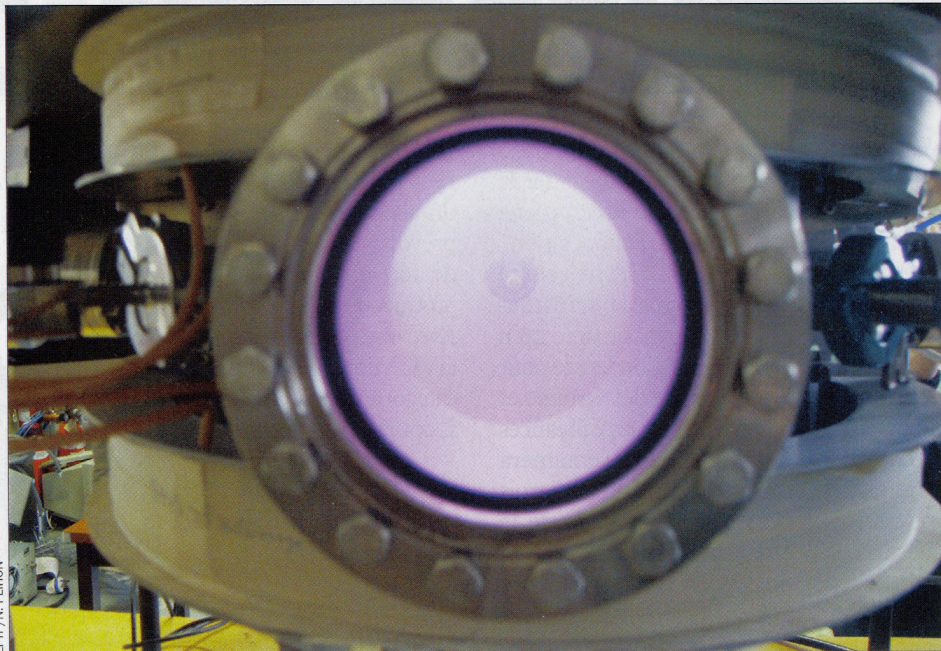
Tandis que la propulsion spatiale électrique gagne en maturité, l'agence spatiale européenne (ESA) supporte le développement de procédés innovants. En ligne de mire, des missions longues d'exploration du système solaire avec des systèmes à forte puissance.

Les propulseurs plasmiques (cf. A&C n° 1896), basés sur l'accélération électrostatique d'un plasma, permettent de lever certaines contraintes de la propulsion chimique traditionnelle, qui impose d'emporter une masse d'ergols chimiques représentant environ la moitié de la masse totale du satellite, et limite leur durée de fonctionnement. En réponse à un appel d'offres de l'ESA, le LPTP (Laboratoire de physique et technologies des plasmas) de Polytechnique a récemment validé les résultats d'une équipe australienne proposant un nouveau concept plus robuste.

Double couche. Le principe est basé sur l'accélération du plasma par une double couche électrique. Pour produire cette double couche, le LPTP a produit un plasma dans un tube entouré par une antenne radio, à l'intérieur duquel du gaz argon est pompé puis ionisé. A la sortie du tube, un champ magnétique divergent force l'extension du plasma; cette extension peut produire une brusque chute de potentiel, qui serait l'équivalent électrostatique d'une chute d'eau, entre deux couches électriques – en amont dans le tube et en aval à la sortie. Cette chute de potentiel se traduit par une grande accélération des ions.

Pascal Chabert, chercheur au LPTP, pointe l'avantage de la fiabilité : "Le concept australien est robuste et simple; par exemple, il se passe de grille d'accélération [contrairement à certains propulseurs électriques dits "ioniques" développés aux Etats-Unis, Ndlr] et nécessiterait donc peu d'entretien. On pourrait ainsi explorer les confins du système solaire sur des missions de plusieurs décennies." Malheureusement, l'amplitude de la double couche est faible, et donc "la poussée est plus faible que sur un propulseur plasmique de type Hall, constate-t-il. La tension d'accélération sera d'un facteur 4 à 5 inférieure..."

La poussée est encore difficilement quantifiable mais, "dans l'état actuel du prototype, on espère quelques dizaines de millinewtons", avance Pascal Chabert. Aussi,



Dispositif expérimental de double couche électrique.

L'ESA accueillera des essais plus approfondis du nouveau propulseur.

l'application à des missions d'exploration planétaire est-elle peu probable dans l'état actuel des recherches. Les chercheurs australiens gardent l'espoir de lever ces limites et d'extrapoler à des poussées supérieures quand des puissances de 100 kW seront disponibles. Car, pour Pascal Chabert, si les procédés innovants n'offrent pas encore d'avantage majeur, leur atout réside dans leur potentiel de croissance par rapport à certains propulseurs plasmiques traditionnels déjà matures et "contraints dans leur définition et leur dimensionnement".

Brevet français. En cherchant à former la double couche sans champ magnétique divergent, le LPTP a en outre entrevu les possibilités offertes par de nouveaux gaz de propulsion dits "électronégatifs". Ils pourraient produire des ions positifs et négatifs qui seraient extraits simultanément et se neutraliseraient eux-mêmes en aval de la propulsion. Ce qui évite d'avoir recours au lourd dispositif de neutralisation par éjection d'électrons. Le procédé sera en premier lieu développé en marge de l'application "double couche", trop faible en amplitude. Reste bien sûr à défricher les problèmes critiques de la création et l'organisation du plasma d'ions positifs et négatifs, de leur extraction et de leur filtration.

Un prototype dans 3 ans. "Le premier prototype est breveté. Nous allons recevoir un contrat de l'agence spatiale européenne pour le développer; dans les 3 ans, il devrait être testé à l'ESA", assure Pascal Chabert. Le meilleur candidat semble être l'iode (I_2), essentiellement pour des raisons de conditionnement, car l'iode est solide à température ambiante. Mais elle présente aussi de gros problèmes d'érosion... Une grille d'extraction est prévue initialement pour l'accélération des ions. "Avec 1 kV sur grille, on obtient une Isp (impulsion spécifique) de 4.000 s et une poussée de 250 mN, mais selon la puissance disponible, des poussées plus grandes sont envisagées." Pour s'affranchir notamment des problèmes d'érosion inhérents à la grille, Pascal Chabert réfléchit aussi à des principes d'accélération par chauffage cyclotronique et tuyère magnétique, comme déjà étudié sur le système Vasimr de la Nasa.

En attendant la maturation de ces dispositifs innovants, des propulseurs électriques existants ont déjà montré leur capacité à réaliser des missions interplanétaires, qu'il s'agisse du PPS1350 sur Smart-1 ou du propulseur ionique Nstar sur Deep Space-1. Et ceux-là mêmes n'ont pas fini d'évoluer... ANNE MUSQUÈRE