

Space Access

Date de lancement prévue : 2003

Estimation du coût : 25 à 40 milliards de francs

Source de propulsion : statoréacteurs à éjecteurs, fusées



Space Access

4. CET AVION SPATIAL LOURD est en cours de mise au point par la Société Space Access. Grâce à d'innovants statoréacteurs à éjecteurs, ce véhicule atteindra Mach 6 (six fois la vitesse du son, soit 7 000 kilomètres par heure), avant de mettre à feu ses moteurs fusées. Les étages séparés atterriront sur la piste de lancement.

Fusée Kistler réutilisable

Date de lancement prévue : 1999

Estimation du coût : non révélé

Source de propulsion : fusée au kérosène et à l'oxygène liquide

2 Après séparation, le premier étage retourne au site de lancement

3 Mise à feu du second étage

4 La charge utile est larguée

5 Le véhicule se retourne et pénètre l'atmosphère le nez en premier

1 Au décollage, la fusée est propulsée par trois moteurs NK-33

6 L'engin atterrit sur des coussins gonflables, après ralentissement par parachutes

Kistler Aerospace

5. LE PREMIER VAISSEAU SPATIAL ENTIÈREMENT RÉUTILISABLE sera l'engin K-1 de la Société Kistler Aerospace. Il devrait voler à la fin de 1999. Cette fusée à deux étages utilise des moteurs russes qui fonctionnent au kérosène et à l'oxygène liquide. Les étages séparés retourneront sur Terre par parachute.

a atteint les environs de Jupiter en 1995, et la sonde *Cassini-Huygens*, en route vers Saturne, ont toutes deux des générateurs nucléaires qui utilisent la chaleur de la désintégration de plutonium 238 pour engendrer de petites quantités d'électricité. Toutefois, il serait trop dangereux d'envoyer dans l'espace des systèmes nucléaires plus gros, car un accident au lancement serait catastrophique.

Comment résoudre la difficulté ? Les réacteurs nucléaires produisant des déchets radioactifs, les promoteurs de l'énergie nucléaire spatiale envisagent de les lancer à l'état inactif, à l'aide de fusées classiques, et de les activer à distance de la Terre. Un voyage vers Mars ne durerait que 100 jours à l'aide d'un moteur nucléaire, contre 200 jours pour une fusée chimique. Un réacteur pourrait également fournir de l'énergie pour une base installée sur Mars.

Les réacteurs nucléaires assureraient la propulsion des fusées de diverses manières, par exemple en fournissant une poussée directe et intense pendant un court instant (voir l'encadré de la page 49). Un réacteur nucléaire pourrait aussi produire de la chaleur qui serait ensuite transformée en électricité, laquelle alimenterait des moteurs ioniques, des propulseurs à effet Hall ou un nouveau type de propulseur électrique nommé propulseur magnétoplasmodynamique. Toutefois, les réticences du public limitent les études de ce type.

Poussés par de l'énergie rayonnée

Si les réacteurs nucléaires étaient rejetés, bien d'autres solutions subsisteraient. Par exemple, des ingénieurs ont imaginé des catapultes à lévitation magnétique, où les fusées seraient en sustentation au-dessus d'une piste comme le train allemand *Maglev* ; ces catapultes, construites sur le flanc d'une montagne, accéléreraient une fusée qui quitterait la Terre pour s'élever dans le ciel sous un angle de 30 ou 40 degrés, à la vitesse du son.

Des véhicules pourraient également être propulsés par des micro-ondes (voir l'encadré de la page 44) : une poussée serait assurée par un effet magnétohydrodynamique, créé lorsqu'un fluide ou un gaz conducteur traverse des champs électriques et magnétiques croisés. Avec de tels systèmes, les

Les fusées nucléaires

James Powell

Un jour, on ne se contentera plus d'envoyer des sondes qui survolent rapidement les planètes externes du Système solaire : on voudra les visiter à l'aide de véhicules spatiaux capables de se mettre en orbite autour d'elles, de faire descendre des robots sur leurs lunes et, même, d'en rapporter des échantillons de roches. On voudra envoyer des astronautes vers leurs fascinants satellites, dont on pense que certains contiennent en abondance de l'eau liquide, condition fondamentale pour héberger la vie telle que nous la connaissons.

Pour de telles missions, la fission nucléaire semble mieux adaptée que la combustion chimique. Les fusées chimiques sont utiles, mais la quantité relativement faible d'énergie qu'elles fournissent pour une masse donnée de carburant est limitant. Avec la propulsion chimique, seul un vaisseau spatial léger qui utilise plusieurs «assistances» gravitationnelles de planètes peut atteindre les planètes lointaines. Pour profiter de ces manœuvres gravitationnelles d'appoint, les concepteurs de missions doivent attendre des «fenêtres» de lancement, de courtes périodes durant lesquelles on peut lancer un engin spatial vers des planètes positionnées de telle façon qu'elles accélèrent sa course de proche en proche vers des corps célestes éloignés.

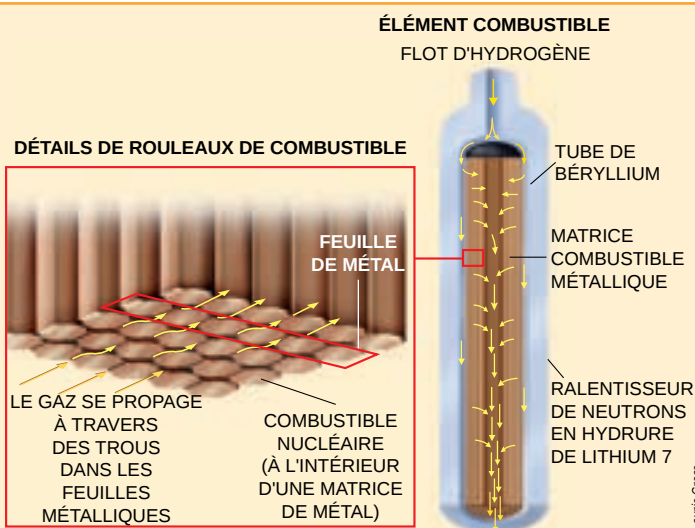
Les vitesses d'éjection des gaz de combustion ne sont pas suffisantes pour accélérer suffisamment les fusées. Les meilleures fusées chimiques, où l'on utilise la réaction entre l'hydrogène et l'oxygène, accélèrent des vaisseaux qui quittent l'orbite terrestre à dix kilomètres par seconde au maximum.

En revanche, des fusées nucléaires communiqueraient des accélérations de 22 kilomètres par seconde. On atteindrait Saturne en trois ans seulement au lieu de sept, et sans assistance gravitationnelle. Les fusées nucléaires seraient sûres et propres : une fusée nucléaire n'a pas besoin d'être très radioactive au moment du lancement. Le véhicule spatial, avec ses réacteurs nucléaires, serait lancé par une fusée chimique classique. Une fois la charge utile à environ 800 kilomètres d'altitude, on mettrait le réacteur nucléaire en route.

La construction d'un moteur de fusée à fission nucléaire est envisageable : avec mes collègues, nous avons dessiné un moteur de fusée nucléaire compact qui pourrait être construit dans six ou sept ans, pour un coût de 3,5 à 5 milliards de francs. Les coûts de mise au point du moteur seraient compensés par les économies réalisées sur les futurs coûts de lancement, car un véhicule spatial nucléaire n'a pas besoin d'emporter une masse importante de propergols chimiques, de sorte qu'on pourrait utiliser de petits lanceurs, tel qu'*Ariane 4*.

Les fusées nucléaires ne sont pas des nouveautés. À la fin des années 1980, le ministère américain de la Défense avait un programme de propulsion thermique nucléaire spatial. Son objectif était la mise au point d'un moteur nucléaire léger et compact, pour des applications de défense, comme l'injection de charges utiles lourdes en orbite terrestre haute. La pierre angulaire de ce projet était un réacteur à lit de particules, où le combustible consistait en de petites particules de carbure d'uranium tassées, recouvertes de carbure de zirconium. Les travaux sur ce réacteur avortèrent avant la construction d'un modèle de vol, mais les ingénieurs avaient montré, sur un modèle de faible puissance que le concept était réalisable.

Dans notre projet, le combustible nucléaire du réacteur serait sous la forme de feuilles métalliques perforées, enroulées comme dans un roulé à la confiture, avec un centre creux (voir la



DANS UN MOTEUR NUCLÉAIRE COMPACT, 37 cellules chaufferaient de l'hydrogène. Circulant dans l'élément, ce dernier se vaporiserait entre les rouleaux de combustible nucléaire (en marron clair). Cinq des feuilles de la matrice métallique du rouleau sont représentées en détail à gauche. Le gaz chauffé s'engouffrerait ensuite dans un canal central et sortirait en bas de l'élément créant la poussée.

figure ci-dessus). Une enveloppe d'hydrure de lithium 7 entourerait le rouleau de combustible et ralentirait les neutrons émis par la fission nucléaire qui se produirait au sein du combustible. Le réfrigérant (l'hydrogène liquide) s'écoulerait de l'extérieur du rouleau vers l'intérieur, se vaporisant rapidement à mesure qu'il s'échaufferait et qu'il coulerait vers le centre. Le gaz chauffé à environ 2 700 degrés passerait à grande vitesse dans un canal le long de l'axe central du rouleau et serait éjecté par une petite tuyère.

Un tel système profiterait de la présence d'hydrogène dans le Système solaire. Ainsi, comme le combustible nucléaire dure longtemps, un véhicule propulsé à l'énergie nucléaire pourrait en théorie faire le tour du Système solaire en 10 ou 15 ans, en se réapprovisionnant en hydrogène si nécessaire. Un vaisseau spatial pourrait évoluer durant des mois dans les atmosphères de Jupiter, de Saturne, d'Uranus ou de Neptune, récoltant des données détaillées sur leur composition ou sur leur climat. Un véhicule pourrait également visiter Europe, Pluton ou Titan en recueillant des échantillons de roches, et il referait le plein d'hydrogène en hydrolysant l'eau de la glace fondue.

Son réacteur n'étant mis en route que loin de la Terre, un véhicule spatial nucléaire serait plus sûr que certaines sondes d'exploration de l'espace lointain, équipées de propulseurs chimiques. Aux confins du Système solaire, les rayons du Soleil sont trop faibles pour fournir l'énergie électrique nécessaire aux instruments des engins spatiaux. C'est pourquoi ils fonctionnent en général au plutonium 238, qui est hautement radioactif même lors du lancement. En revanche, sur une sonde à propulseurs nucléaires, les instruments seraient alimentés par le réacteur qui fournit la poussée. En outre, la quantité de déchets radioactifs produits serait négligeable (de l'ordre de un gramme pour une mission dans l'espace lointain).

Avec uniquement des fusées chimiques, notre capacité d'exploration des planètes externes et de leurs satellites est limitée. Dans le futur proche, seules des fusées nucléaires pourront nous fournir la puissance, la fiabilité et la souplesse nécessaires pour élargir notre connaissance des confins du Système solaire.

James POWELL est président de la Société
P l u s