

La distance de diffraction d'un laser, et donc la vitesse maximale du véhicule qu'il propulse, dépend de l'ouverture du laser. Des lasers très puissants consisteraient probablement en une batterie de plusieurs centaines de petits lasers. L'ouverture équivalente est alors à peu près égale au diamètre de la totalité de la batterie de lasers. La puissance maximale est transmise lorsque les lasers forment un ensemble le plus serré possible. Nous avons conçu un arrangement en mosaïque d'une densité voisine de 100 pour cent.

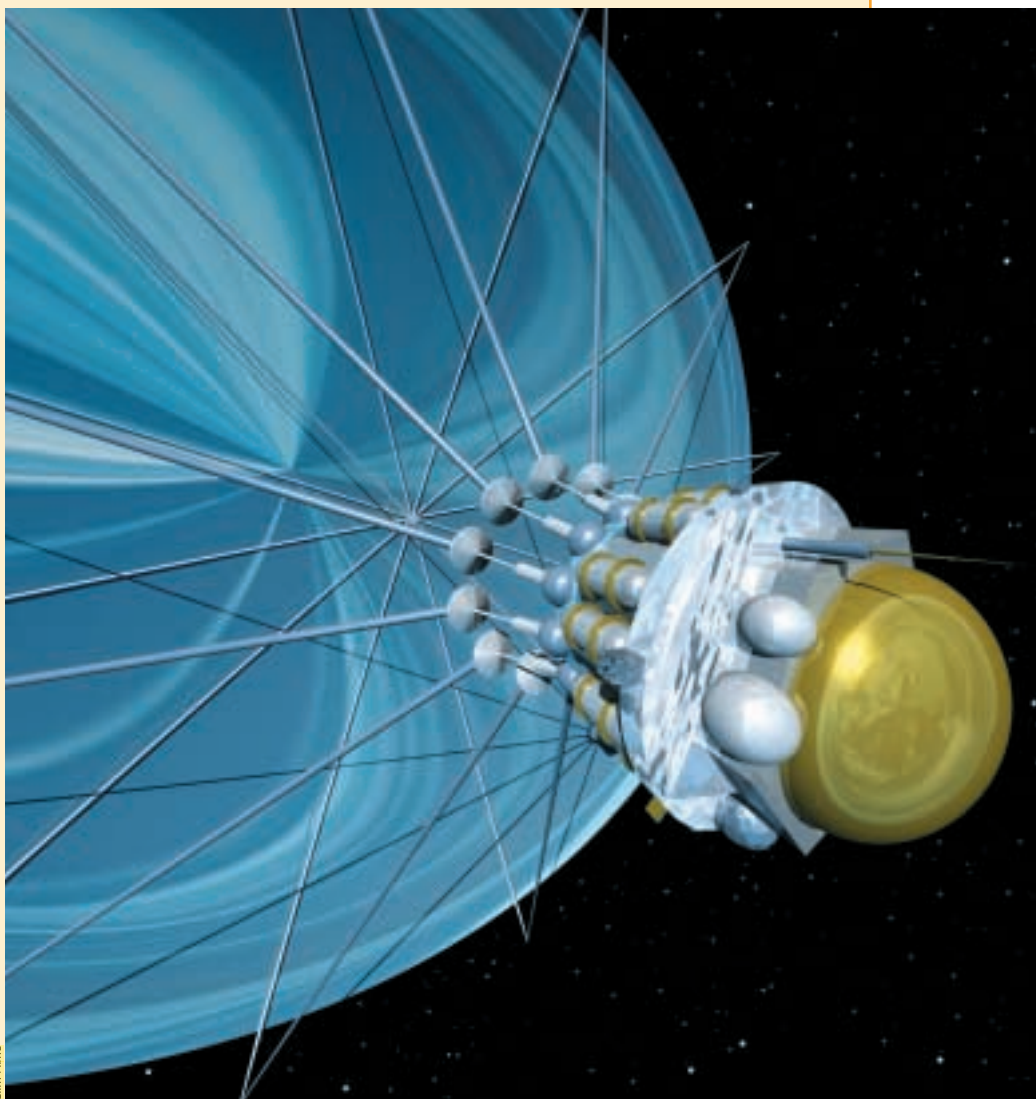
**A**u Laboratoire de propulsion spatiale de Pasadena, nous avons étudié les compromis techniques pour le coût des missions entre la puissance de lasers individuels et la taille d'une batterie de lasers. L'ouverture requise pour une mission interstellaire est énorme. Pour envoyer une sonde en 40 ans vers l'étoile proche Alpha du Centaure, la batterie de lasers devrait avoir un diamètre de 1 000 kilomètres. Heureusement, les missions dans le Système solaire requièrent des ouvertures moindres : l'envoi d'une charge utile de dix kilogrammes vers Mars en dix jours nécessite une ouverture de 15 mètres avec un laser de 46 gigawatts qui éclairerait une voile de 50 mètres de diamètre recouverte d'or. Avec ce mécanisme, on pourrait envoyer une sonde jusqu'à la frontière entre le vent solaire et le milieu interstellaire, aux confins du Système solaire, en trois ou quatre ans.

Un véhicule spatial à voile photonique suivrait automatiquement un faisceau, de sorte qu'on pourrait le diriger de la Terre. On peut même construire une voile avec un anneau externe réfléchissant qui se détacherait une fois la destination atteinte. L'anneau continuerait sa route, réfléchissant la lumière laser vers la partie centrale, séparée de la voile, la propulsant ainsi sur le trajet de retour vers la Terre.

Une grande partie du travail sur les voiles photoniques a déjà été réalisée. Le ministère américain de la Défense a mis au point des lasers de haute puissance et des systèmes de pointage de précision dans le cadre de sa recherche sur les missiles balistiques et sur les armements antisatellites. Des satellites qui réfléchissent la lumière solaire ont déjà été testés. Les Russes ont fait voler un réflecteur solaire tournant, en polymère, de 20 mètres de diamètre, *Znamya 2*, dans le cadre d'un projet d'éclairage hivernal d'appoint des villes du Nord de la Russie.

Aux États-Unis, l'Agence américaine pour l'océan et l'atmosphère prévoit de lancer dans les quatre ans à venir un véhicule spatial propulsé par une voile solaire. L'engin tournerait sur une orbite instable entre la Terre et le Soleil, d'où il détecterait les particules émanant de tempêtes solaires, une heure avant qu'elles n'atteignent la Terre.

La NASA évalue des projets de voiles photoniques comme d'éventuelles solutions de remplacement à faible coût des fusées classiques. Les missions envisagées vont de la démonstration d'une voile de



**UN VÉHICULE SPATIAL À VOILE PHOTONIQUE (à gauche), poussé de la Terre par un laser, pourrait un jour transporter des sondes vers des destinations lointaines du Système solaire, voire vers d'autres étoiles. L'accélération serait due à la pression de radiation. De telles voiles seraient liées à des charges utiles légères (ci-dessus).**

100 mètres de diamètre en orbite terrestre à un voyage à travers l'onde de choc, aux confins du Système solaire.

Pour le moment, on teste les propriétés de matériaux susceptibles de constituer des voiles à laser pour des missions vers Mars, la ceinture de Kuiper et le milieu interstellaire. Au Nouveau-Mexique, un laser chimique militaire, d'une puissance de l'ordre de un mégawatt, testera les accélérations résultantes sur des voiles déployées à partir de véhicules spatiaux. D'ici à cinq ans, des lasers délivrant une puissance de un mégawatt pourraient propulser des voiles photoniques d'une orbite à une autre. De tels lasers assureraient la propulsion de missions scientifiques vers la Lune au cours de la prochaine décennie.

Si les voiles photoniques font naviguer dans le Système solaire, on envisagera ensuite leur utilisation pour des voyages vers des étoiles lointaines.

Henry HARRIS étudie l'exploration interstellaire au Laboratoire de propulsion spatiale de Pasadena (Californie).

## 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



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