

les contrôleurs de mission doivent tourner suffisamment la ligne des apsides (la ligne joignant le point de l'orbite le plus éloigné du Soleil à celui le plus proche) de l'orbite de l'astrobus de sorte que la trajectoire coïncide avec la position de Mars lors de la rencontre suivante. Ce décalage peut s'obtenir presque uniquement par assistance gravitationnelle de la Terre.

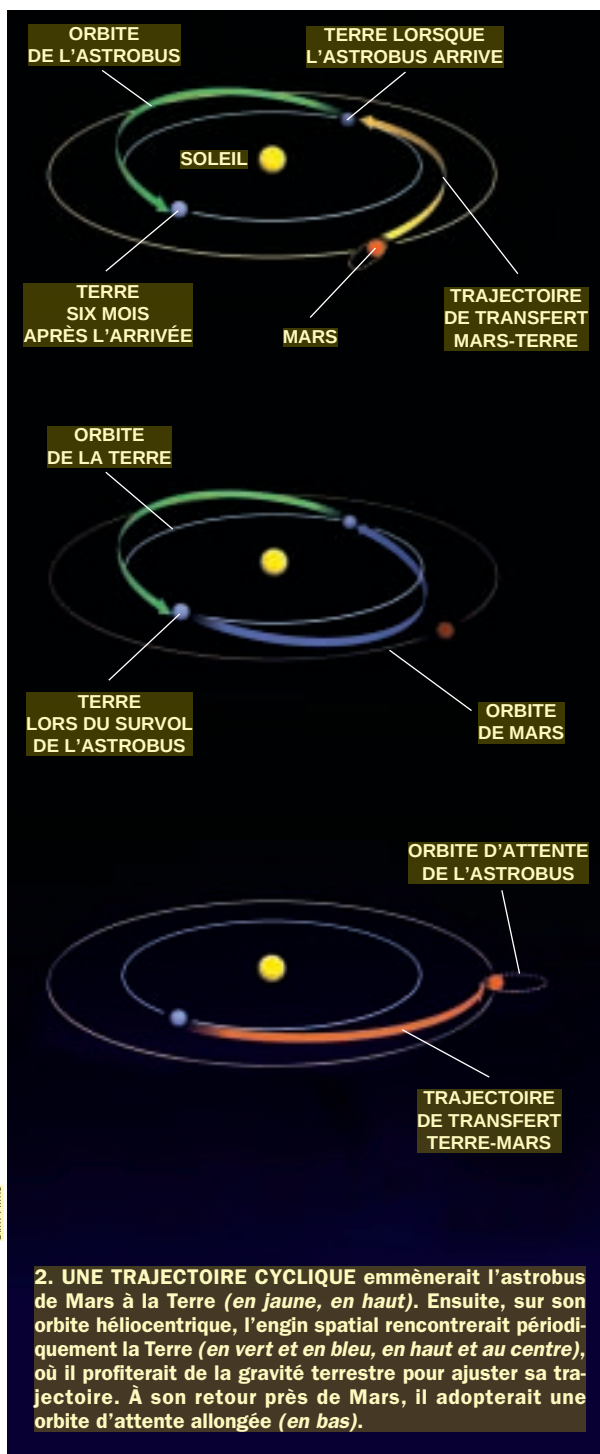
En raison de son orbite allongée, l'astrobus croise la Terre et, surtout, Mars à vitesse relativement élevée. Ce serait gênant si l'on devait freiner l'astrobus massif en vue d'une rentrée atmosphérique. L'utilisation de taxis légers pour aller vers les planètes supprime ce problème.

Quel serait le coût d'une mission fondée sur l'emploi d'astrobus? Les missions de ce genre nécessiteront de nombreuses infrastructures en orbite. Cependant, une fois en place, un astrobus pourra conduire des dizaines, voire des centaines d'astronautes vers Mars.

Des astrobus améliorés

B. Aldrin a affiné ses idées sur les astrobus et sur l'exploration de Mars. Dans son dernier projet, les astrobus suivent des trajectoires qui croisent les planètes à des vitesses inférieures, accordant plus de temps et de flexibilité aux voyages entre l'astrobus et les planètes. Au lieu d'une simple séquence de rencontres alternées Terre-Mars-Terre-Mars, il prévoit un «temps de repos» près de Mars et de la Terre.

Dans ce projet, le passage unique près de la Terre devient une série de rencontres Mars-Terre-Terre-Terre-Terre-Mars (voir la figure 2). Durant la portion terrestre de la trajectoire, l'astrobus demeure sur une orbite héliocentrique, comme la Terre, mais, tous les six mois, il survole la Terre en utilisant le champ gravitationnel de la planète pour ajuster son orbite en vue de la rencontre suivante. Le survol de Mars comporte aussi une période durant laquelle l'astrobus attend que la Terre soit en bonne posi-



tion pour le retour. La trajectoire se répète tous les 52 mois, laps de temps pendant lequel la Terre et Mars sont deux fois en conjonction.

Pour accomplir les manœuvres de survol bisannuel de la Terre, les contrôleurs profiteraient de la gravité terrestre afin de décaler le plan orbital du vaisseau spatial autour du Soleil vers un autre plan incliné de plus de dix degrés par rapport à celui de la Terre, mais avec la même période orbitale que la Terre (un an). Cette stratégie utilise trois

manœuvres consécutives (ou une rencontre de six mois suivie ou précédée d'une autre rencontre de 12 mois), suivies d'une assistance gravitationnelle vers la partie martienne du trajet. La NASA prévoit d'utiliser la trajectoire de rencontre Terre-Terre de six mois pour la mission *Mars Sample Return* prévue pour 2005 et pour la mission scientifique *CONTOUR* du programme *Discovery*.

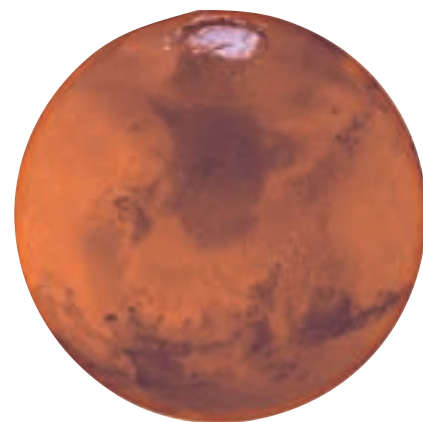
L'introduction d'un temps de repos près de Mars présente de nombreuses difficultés. Avec un astrobus de la masse envisagée et avec les vitesses d'approche prévues, Mars n'est pas suffisamment massive pour dévier la trajectoire de l'astrobus ne serait-ce que de dix degrés. Probablement les contrôleurs devront-ils utiliser l'assistance gravitationnelle de Mars, plus une petite phase propulsive, afin de tourner le vaisseau spatial vers le Système solaire interne. Le véhicule rencontrera alors Vénus et exploitera la gravité de cette planète, semblable à celle de la Terre, pour se rediriger en vue d'une nouvelle rencontre avec Mars.

Dennis Byrnes, du Laboratoire de propulsion spatiale de Pasadena, a récemment analysé des options de trajectoire similaires. Il a vérifié la faisabilité d'un système fondé sur trois astrobus qui suivent une trajectoire couvrant trois périodes synodiques (environ 78 mois) avec cinq survols de la Terre, espacés d'un an, entre rencontres martiennes. Un tel système permettrait de faire un voyage de la terre à Mars, ou vice versa, tous les 26 mois.

Les études de l'opportunité de l'astrobus par les spécialistes des missions spatiales ne font que commencer. Grâce à leurs idées, constamment améliorées, il devient probable qu'un jour l'humanité utilisera ce concept remarquablement flexible et robuste pour atteindre la planète rouge, non pas pour un voyage, mais pour une multitude de voyages.

James OBERG et Buzz ALDRIN ont travaillé à la NASA.

Un moral jusqu'au ciel



SARAH SIMPSON

Suffit-il d'avoir l'«étoffe des héros» pour garder le moral durant les longs voyages interplanétaires ?

Quand il arriva dans le sas d'entrée de la station *Mir*, l'astronaute australien Andy Thomas comprit que ce serait dur. Il avait l'impression d'entrer dans un puits de mine sombre. Le boyau s'ouvrit finalement sur un compartiment

exigu, dont le plafond et les murs étaient maculés de taches de café, là où ils n'étaient pas déjà couverts de boîtes métalliques, de livres et de tuyaux enchevêtrés. Avec deux autres astronautes, A. Thomas resterait confiné dans ce réduit cinq mois durant.

Ces cinq mois ne sont rien en comparaison d'une mission aller et retour sur Mars ; les astronautes seraient cloîtrés dans une capsule jusqu'à huit mois d'affilée et isolés du reste du monde pendant deux ans et demi. Voir les mêmes visages jour après jour,



NASA

DES ASTRONAUTES CLOÎTRÉS, comme cette équipe à bord de la navette spatiale *Atlantis* en janvier 1997, risquent de ne pas être aussi joyeux durant un voyage de six mois vers Mars.

subir les malaises et la désorientation de l'impesanteur, ne jamais avoir un moment seul... Nombre de familles se défont pour moins que cela. Le voyage vers Mars, qui devrait être une immense aventure humaine, se transformerait en échec cuisant si les concepteurs de missions ne trouvaient pas des moyens d'empêcher les explorateurs de l'espace de s'entre-déchirer.

Selon A. Thomas, la volonté suffit à conserver une ambiance supportable lors d'une mission de dix jours, mais des missions plus longues deviendront insupportables sans précautions particulières. Tout comme les ingénieurs veillent à ne pas en demander trop au matériel (en intégrant des marges de sécurité et de nombreux systèmes de secours), il ne faut pas en demander trop aux hommes. Il ne suffit pas de dire : les astronautes qui iront sur Mars ont reçu l'entraînement adéquat, donc ils peuvent tout supporter. Le risque est trop grand. Les individus que l'on enverra sur Mars seront certes spéciaux, mais ce ne seront pas des dieux.

Une analyse des missions passées révèle les difficultés possibles. Le surmenage a conduit l'équipage de la station spatiale *Skylab* à la révolte lors de la troisième et dernière rotation de l'équipage, qui a commencé en novembre 1973 : les trois hommes avaient pris du retard sur le programme et ils se sont accordé une journée de repos, désobéissant ainsi aux instructions des contrôleurs au sol. La station spatiale *Mir* fut également le théâtre de tensions, selon des rapports d'astronautes et de cosmonautes qui y séjournèrent. Les différences linguistiques et culturelles amplifient le stress : les Américains se plaignaient du comportement autoritaire des Russes, les Russes se plaignaient de l'ego exacerbé de certains de leurs visiteurs.

Ces difficultés ne surprennent aucun de ceux qui ont connu un confinement similaire dans les sous-marins nucléaires, sur les plates-formes pétrolières off-shore et dans les stations de l'Antarctique. Le psychologue Jack Stuster, qui a fait des études de comportement pour la NASA, cite l'histoire d'un mécanicien d'une petite base de la marine américaine, en Antarctique, qui déprima tant qu'il négligea le seul générateur de l'installation. Si le médecin ne l'avait pas

aidé, son état aurait pu condamner l'ensemble du personnel.

Les conflits interpersonnels sont les problèmes les plus fréquents. Le sentiment d'être exclu d'un groupe ou l'exaspération due à la répétition de la même blague conduisent à de graves conflits en cas de promiscuité. Ces problèmes ont rarement compromis des missions, mais, durant un voyage vers Mars, les dissensions dans un équipage seraient désastreuses.

Les psychologues cherchent des moyens objectifs de détecter le plus tôt possible les défaillances. Les auto-évaluations des astronautes sont peu efficaces : des professionnels entraînés peuvent affirmer qu'ils vont bien alors qu'ils sont incapables de travailler. Il est étonnant de voir à quel point les gens surestiment leur capacité à surmonter ces problèmes ou même oublient de s'y préparer. Parmi les six astronautes qui séjournèrent à bord de *Mir*, certains n'emportèrent pas suffisamment de bagages pour occuper leur temps libre, d'où un ennui qui engendra un traumatisme de réclusion et une irascibilité exacerbée. Pour ne pas être confronté à ces problèmes, A. Thomas emporta des crayons et du papier, de sorte qu'il put s'adonner au dessin. Lors du voyage vers Mars, la sous-occupation et l'ennui seront un problème. Les Russes ont mis au point une batterie de tests visant à surveiller une baisse de performance, signe de problèmes éventuels.

Le succès d'une mission résultera d'une sélection des membres d'équipage. La sélection psychologique n'est pas toujours prise en compte, mais pour des vols longs, elle sera indispensable. Dans un premier temps, l'entretien psychologique permet d'éliminer les problèmes pathologiques, mais rien ne remplace les simulations. Les Européens et les Russes ont déjà procédé à des simulations longues : 60 jours d'isolement pour quatre personnes et 135 jours par une simulation de séjour sur *Mir*. Actuellement, une simulation de séjour dans la Station spatiale internationale s'organise à Moscou. Avant les vols pour Mars, les hivernages en Antarctique seraient un bon test.

Sarah SIMPSON est journaliste à la revue *Scientific American*.

PLANETE MARS l'association



section française de la Mars Society

partez à la découverte
d'un nouveau monde

prenez part
à cette grande
aventure humaine

restez au contact
de l'événement

les missions

les découvertes

les projets...

bulletin

conférences

site et liens internet

forum de discussion

association "Planète Mars"

<http://www.planete-mars.com>

28, rue de la Gaîté 75014-Paris