

La Station spatiale internationale

ouvre une nouvelle ère

La rencontre entre Zarya et Unity en décembre 1998.

Une présence permanente de l'homme dans l'espace, tel est l'objectif du projet international de station spatiale. Cette formidable aventure qui vient de commencer, ouvre une nouvelle ère tant pour la recherche scientifique que pour l'exploration spatiale.

Si tout va bien, le premier équipage devrait s'envoler avec un vaisseau Soyouz, en janvier 2000, du cosmodrome de Baïkonour. Il passera cinq mois à bord de la station. Il s'agira d'un vol d'essai pour la nouvelle station et les trois membres d'équipage procéderont, à partir de l'intérieur, à d'importantes activités d'assemblage.

Marsha Freeman nous décrit ici ce que l'on peut attendre de ce grand programme spatial ainsi que les différentes étapes d'assemblage de la station.

MARSHA FREEMAN

Le 20 novembre 1998, l'Agence spatiale russe a lancé Zarya, le premier élément de la Station spatiale internationale (ISS). Cet événement marque le début d'un projet scientifique et technique sans précédent, tant au niveau de sa taille, de sa complexité ou du nombre de pays participants. En effet, durant les cinq prochaines années, les Etats-Unis, la Russie, les onze nations de l'Agence spatiale européenne, le Japon, le Canada ainsi que, plus récemment, le Brésil et l'Ukraine travailleront ensemble pour mettre en œuvre ce projet (entre autres la mise en place d'une série de laboratoires et d'installations scientifiques) qui nous ouvrira la voie pour explorer le système solaire au siècle prochain.

Pendant les différentes étapes de cette aventure, l'importance des investissements consentis par chaque pays va nous inciter à développer de

nouvelles technologies ainsi qu'à faire participer de jeunes scientifiques et ingénieurs. Nous devons relever les défis que représente le travail en apesanteur — travail qui est plus commode dans la gravité et l'atmosphère terrestres — en imaginant des solutions créatives aux différents problèmes rencontrés. Toutefois, ces solutions ne resteront pas dans l'espace. Elles trouveront leur application sur Terre et l'industrie ainsi que l'activité économique en général bénéficieront, comme cela a été le cas avec le programme de la Nasa pendant des décennies, des transferts de technologies avancées.

Et en ce qui concerne les nations qui n'ont pas eu les ressources nécessaires pour élaborer leur propre programme spatial, elles auront la possibilité de rejoindre les puissances spatiales et d'obtenir une entrée dans le futur en participant à l'ISS. Si l'on décide, au niveau mondial, de s'engager à nouveau dans une politique d'investissement dans les technologies de pointe et la recherche scientifique — condition nécessaire à la croissance économique —, alors des nations telles que la Chine, l'Inde et beaucoup de pays en développement s'embarqueront dans cette entreprise ambitieuse.

Pourquoi construire une station spatiale ?

Les douze années d'expérience que le programme spatial russe a acquises avec la station Mir nous laissent entrevoir ce qui serait possible avec la nouvelle station spatiale.

D'abord, Mir a permis aux cosmonautes ainsi qu'à leurs équipes d'encadrements scientifique et médical de savoir si l'homme était capable de vivre en milieu spatial. Et, dans l'affirmative, comment. Les vols des années 60 de Gagarine, Shepard, Glenn et d'autres pionniers, ont prouvé que l'homme pouvait supporter un vol dans l'espace avec son retour sur Terre, ainsi que de courts séjours en microgravité.

Avec les résultats provenant des différentes stations spatiales russes, à commencer avec Saliout 1 en 1971, et ceux de Skylab lancé en 1973 par les Etats-Unis, il était évident que le corps humain pouvait résister, du

moins pendant quelques mois, au milieu spatial.

Néanmoins, Mir, avec ses aménagements plus spacieux et sa flotte de cargos automatiques pour approvisionner en permanence les équipages, a permis à des spécialistes médicaux d'observer les effets d'une année ou plus de vie en apesanteur sur l'équipage, ainsi que de concevoir des types d'exercices spécifiques pour neutraliser les effets nuisibles du vol, parmi lesquels la déminéralisation des os et le déconditionnement des muscles.

Avec la participation dès 1995 d'astronautes américains emportant avec eux d'importants équipements médicaux de haute-technologie, des études plus détaillées des effets de la microgravité ont été menées pour étudier les modifications des systèmes immunitaires, cardio-vasculaires, etc., en milieu spatial. De plus, des études à long terme sur des plantes, des poissons, etc., ont permis de mieux cerner les effets du milieu spatial sur des formes de vie plus simples. Ces dernières études ont été très utiles aux chercheurs pour comprendre les mécanismes de base qui s'appliquent aussi à la physiologie humaine.

L'ISS possédera les technologies les plus avancées afin de poursuivre les recherches médicales ainsi que des moyens entièrement nouveaux pour rendre le système solaire plus accessible à l'homme.

Un équipement de nouvelle génération capable de faire croître des tissus humains dans l'espace prolongera les expériences préliminaires déjà menées sur la navette spatiale et Mir. L'objectif serait d'arriver à remplacer des tissus endommagés ou malades par des tissus sains que l'on aura fait croître dans l'espace. Il serait même possible de produire dans l'espace des organes entiers afin de les transplanter sur des patients en attente sur Terre.

Des études, comme celles réalisées avec John Glenn lors de la mission récente de la navette, visent à mettre en parallèle les effets du milieu spatial sur des astronautes sains avec les symptômes de l'âge et de la maladie. Il est clair que le résultat de ces études aura un impact important dans les centres médicaux et hospitaliers sur Terre.

De plus, la station spatiale commencera à fournir des réponses au

problème embarrassant qui est soulevé dès qu'il s'agit d'envoyer des personnes vivre dans d'autres parties du système solaire : qu'arrivera-t-il à ceux qui vivront non pas avec une gravité proche de zéro, comme en orbite terrestre, mais avec la gravité de la Lune qui est un septième de celle de la Terre ? Les personnes qui vivront sur Mars avec une gravité de 38 % de celle de la Terre, pourront-elles revenir chez elles après un long séjour ? Leur adaptation à la gravité martienne sera-t-elle irréversible ? Et *quid* des enfants nés sur la Lune ou sur Mars ? Seront-ils capables de supporter la gravité terrestre, et pourront-ils rendre visite à des amis ou des parents ici ?

Pour répondre à ces questions, le Japon, en contrat avec la Nasa, construira une centrifugeuse pour l'ISS qui, grâce à différentes vitesses de rotation, pourra simuler les faibles gravités d'autres planètes. Il sera possible de placer des plantes et des animaux dans la centrifugeuse tout en simulant des niveaux de gravité de 0,01 g à 2 g.

Il sera possible d'effectuer des investigations de longues durées dans la centrifugeuse, et d'analyser des phénomènes sur plusieurs générations. Les échantillons n'auront pas à être rapportés sur Terre mais pourront être étudiés en orbite dans le Centrifuge Accommodation Module contenant l'unité. Ce module sera localisé près du module laboratoire américain.

L'ISS sera une plate-forme magnifique à partir de laquelle nous regarderons dans deux directions : vers la Terre et vers l'Univers. Dans le futur, la station disposera en charge utile d'instruments d'observation qui examineront notre planète. Avec une inclinaison orbitale de 51°, la station orbitale pourra observer 75 % de la surface de la Terre où se trouve 95 % de la population.

Les membres d'équipage auront l'opportunité d'effectuer de précieuses observations à partir des hublots, en utilisant une grande variété d'instruments, y compris l'œil humain. On pourra recueillir de nombreuses informations utiles en dirigeant notre regard sur des événements particuliers, tels que des feux, des éruptions volcaniques ou des phénomènes météorologiques graves.

D'autres charges, comme des télescopes, seront automatiques mais

fixées à l'ISS. Ces instruments permettront d'explorer l'espace lointain dans chaque tranche du spectre électromagnétique, et des scientifiques pourront exposer directement des matériaux ou des instruments à l'espace afin de mesurer les particules et les radiations dans l'environnement terrestre proche.

Le milieu de la microgravité deviendra également accessible pour des compagnies privées et des instituts de recherche intéressés à produire dans l'espace de nouveaux matériaux, produits pharmaceutiques, etc.

L'installation des aménagements pour toutes ces activités demandera un effort titanesque : l'ISS sera assemblée sur plus de cinquante vols, transportant un total d'environ cent pièces d'équipement. Lorsqu'elle sera terminée en 2004, elle pèsera plus de 460 tonnes. Pour accomplir toutes les tâches nécessaires à l'assemblage, on estime que plus de 800 heures d'activités extravéhiculaires seront réalisées par les astronautes et les cosmonautes.

Les Etats-Unis fourniront environ la moitié de l'équipement de la station spatiale, la Russie, maintenant avec l'Ukraine, environ un tiers. Ce sont les Russes qui ont, et de loin, la plus grande expérience avec les missions spatiales habitées de longue durée. Ils ont déjà construit une infrastructure en orbite. Ils l'ont desservie, réparée et ils ont entraîné des générations d'équipage à vivre ainsi qu'à travailler dans ce milieu pendant des mois.

En plus d'une technologie spatiale de premier ordre (comprenant la navette spatiale réutilisable) et quarante années d'expérience, les Etats-Unis contribuent à maintenir, grâce à un partenariat, la Russie impliquée dans le vol spatial humain.

Le projet commun Navette-Mir, mené sur les trois dernières années, a permis aux deux seuls programmes spatiaux habités d'apprendre à travailler ensemble, à réunir leurs moyens, à comprendre et concilier leurs différences culturelles ainsi qu'à poser les bases de ce nouveau grand projet qui commence maintenant.

Assembler la station

La première phase d'assemblage de l'ISS, qui se terminera environ

dans le courant de l'an 2000, demandera sept vols de navette et trois vols russes, le premier de chacun de ceux-ci ayant eu lieu récemment.

A la fin de la première phase, la station sera capable de recevoir trois membres d'équipage et l'on pourra commencer des activités scientifiques et technologiques dans le laboratoire américain. Lorsque le montage sera terminé, la station recevra alors sept personnes qui accéderont à différents laboratoires internationaux.

Le lancement, le 20 novembre 1998, du module russe Zarya a permis d'installer le premier élément de la station en orbite. Zarya (« lever du Soleil » en russe) fournira les moyens de base nécessaires pour fixer les prochains éléments. Bien qu'il n'y ait pas d'atmosphère là où se trouvera la station, l'oxygène atomique produit une résistance sur un véhicule en orbite. Zarya dispose donc de moteurs avec des réserves de carburant qui seront utilisés afin de maintenir l'ISS sur l'orbite appropriée.

Les deux panneaux solaires de Zarya alimenteront en électricité les premiers éléments de la station, que ce soit pour les communications, le chauffage ou la lumière. Les ports d'accostage de Zarya seront utilisés comme points d'attache pour de futurs modules russes.

Le 4 décembre 1998, la navette a placé en orbite Unity. C'est un élément de connexion à six faces qui sera également utilisé comme point d'attache pour de futurs modules américains. L'installation d'antennes sur Unity par l'équipe d'activité extravéhiculaire de la navette durant la mission STS-88, la deuxième semaine de décembre, a permis au réseau de communications par satellites américains d'avoir une liaison continue avec l'ISS, ce qui était impossible en utilisant uniquement les stations au sol russes. Le module Unity ajoute aussi une capacité de calcul à la composante russe.

Le troisième et prochain élément majeur de la station, maintenant prévu pour être lancé cet été, est le module de service russe. Différent des deux premiers, il fournira les premières installations nécessaires pour avoir des équipages au travail dans la station. Il s'arrimera par télécommande à Zarya.

Ce module de service, qui est similaire en plan d'ensemble à celui de la

partie centrale de la station Mir, pèse 19 tonnes et a une longueur de 13 mètres. Il contiendra les quartiers d'habitation pendant la première phase de construction de la station, ainsi que les systèmes d'alimentation en oxygène, la distribution d'électricité, le système de contrôle de vol et de propulsion.

Ce troisième élément comprend quatre ports d'accostage pour les cargos automatiques Progress ou des vaisseaux Soyouz qui conduiront des équipages à la station. Le module service se divise en trois compartiments pressurisés : à l'avant, une petite chambre de transfert ; puis, un long compartiment de travail principal ; à l'arrière, une seconde chambre de transfert. Il y aura un compartiment technique non pressurisé entourant l'extérieur d'une des chambres de transfert, qui sera utilisé pour stocker du carburant dans des réservoirs, entreposer des moteurs et des antennes de communications.

Les logements des membres d'équipage dans ce module de service comprennent des cabines de couchage individuelles, des toilettes, des installations d'hygiène, ainsi qu'une cuisine avec une table pour les repas. Le module disposera aussi de quatorze hublots nécessaires pour visualiser les activités d'accostage pour des observations intramodules, un dans chaque compartiment équipage et d'autres supplémentaires pour les études d'observation de la Terre.

L'équipage utilisera du matériel d'exercice physique afin de pallier aux effets d'apesanteur, et il effectuera des activités extravéhiculaires à partir du module de service en empruntant l'une des chambres de transfert fonctionnant comme un sas. Le module permettra les liaisons de commandes et de contrôles avec les centres de mission à Houston et en Russie jusqu'à ce que le module laboratoire américain arrive à la station.

Mais d'autres installations devront être ajoutées à l'ISS avant que le premier équipage puisse, pour une longue durée, vivre et travailler dans la station.

Avant même que le module de service arrive cet été, il est prévu qu'une navette spatiale transporte, en mai 1999, un chargement de ravitaillement et de fournitures à la jeune station. En effet, les modules sont lancés pratiquement vides pour leur séjour en orbite. La navette disposera

également une grue russe qui sera montée à l'extérieur de la partie russe de la station ; elle servira pour les activités extravéhiculaires d'entretien.

Dès que le module de service sera connecté à Zarya et Unity, un autre vol de la navette délivrera un approvisionnement supplémentaire et, à l'automne prochain, la Nasa prévoit de lancer une mission pour apporter une partie de la structure extérieure, ou armature, permettant aux premiers panneaux solaires américains d'être temporairement installés sur Unity, et cela afin d'augmenter la puissance électrique disponible sur la station.

On estime que des batteries et le panneau solaire seront emmenés sur un vol en décembre 1999. Cette mission fournira et installera aussi deux radiateurs pour le refroidissement ainsi qu'un meilleur système de communication audio et télémétrique.

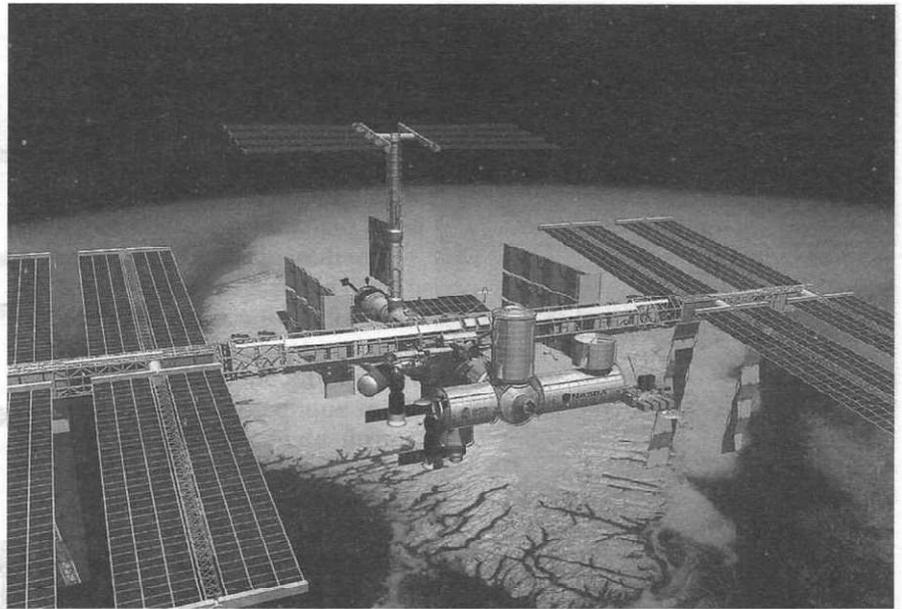
C'est alors que viendra le moment de l'installation du premier équipage à bord de la station.

Vivre et travailler dans l'espace

Selon le planning actuel, un vaisseau Soyouz sera lancé en janvier 2000 du cosmodrome de Baïkonour avec à son bord le commandant de l'ISS Bill Shepherd, le commandant de Soyouz Iouri Gidzenko et l'ingénieur de vol Sergueï Krikalev — la présence humaine permanente dans l'espace commencera.

Le premier équipage de longue durée n'arrivera pas avec la navette spatiale pour des raisons de sécurité. En effet, les opérations demandent qu'il y ait en permanence un véhicule sur le site afin que l'équipage puisse l'utiliser pour revenir en cas d'urgence. Le vaisseau Soyouz restera donc attaché à la station pour répondre à une telle situation, comme il avait déjà rempli ce rôle pour les équipages de Mir.

Ces hommes passeront cinq mois à bord de l'ISS. Il s'agira d'un vol d'essai pour la nouvelle station et ils procéderont, à partir de l'intérieur, à d'importantes activités d'assemblage. Durant leur séjour, trois missions navette sont programmées pour accoster. Elles permettront d'accroître



Vue d'artiste de la Station spatiale internationale quand son assemblage sera terminé, c'est-à-dire en 2004. Elle assurera une présence permanente de l'homme dans l'espace et sera une source de richesses sur Terre, tant en connaissances scientifiques qu'en technologies de pointe.

Il n'y a aucune raison que la station devienne obsolète ou périmée. En utilisant la navette, un nouvel équipement scientifique pourra être livré pour remplacer celui qui est défectueux ou qui a besoin d'être révisé.

les capacités de l'ISS en délivrant le premier grand panneau solaire qui ira sur l'armature, le module laboratoire américain et le bras d'assemblage de la station construit par le Canada.

L'équipage retournera sur Terre avec la navette qui aura livré le bras d'assemblage. C'est également cette navette qui assurera une relève de trois nouveaux membres d'équipage. Le Soyouz qui a conduit le premier équipage restera comme véhicule de retour en cas de problème ; le renouvellement du vaisseau se fera environ tous les six mois afin de maintenir cette capacité de secours.

Un mois après le début de leur séjour, le premier équipage recevra un hôte très attendu : le module laboratoire américain. Le 1er décembre 1998, la Nasa annonçait que le laboratoire avait été nommé « Destiny » en l'honneur de son rôle remarquable dans le plus grand effort mondial en faveur des sciences et technologies. Pendant cette mission, la navette restera arrimée pendant six jours. Le laboratoire sera mis en place et trois sorties dans l'espace seront nécessaires pour compléter son assemblage.

Avec l'installation du premier équi-

page dans l'ISS, les nations autour du monde seront fières de ce qu'elles auront accompli. De nombreuses années ont été nécessaires pour lancer le programme, mais il n'y a aucune raison de penser qu'il sera un jour « fini ».

A partir de ce complexe de premier ordre que doit devenir l'ISS, des modules pourront être ajoutés par la suite, par exemple, pour essayer un équipement nucléaire spatial, pour vérifier et armer des véhicules spatiaux en partance pour des destinations lointaines et les ravitailler en carburant en vue de leurs voyages, pour expérimenter sous surveillance humaine toutes sortes de technologies spatiales qui pourraient être utilisées pour l'exploration de la Lune et de Mars.

Il n'y a aucune raison que la station devienne obsolète ou périmée. En utilisant la navette, un nouvel équipement scientifique pourra être livré pour remplacer celui qui est défectueux ou qui a besoin d'être révisé.

L'ISS est un complexe destiné à croître continuellement en termes physiques, en buts de missions et en nombre d'hommes impliqués dans ce grand projet venant du monde entier. ■