



Stations et laboratoires de l'espace



L'ESPACE COLONISÉ

À peine l'homme avait-il réussi à faire quelques bonds hors de l'atmosphère terrestre qu'il se voyait déjà coloniser l'espace. Dès le début des années 1960, on a cherché à mettre en place des vaisseaux capables d'accueillir un équipage et de rester de longues périodes en orbite. Ainsi sont nées les premières stations spatiales ou orbitales. Les stations orbitales sont des véhicules spatiaux habitables non récupérables : une fois placées en orbite, elles ne peuvent revenir sur Terre. En effet, elles ne disposent pas de leurs propres moyens de propulsion, à l'exception parfois de moteurs de faible puissance qui permettent uniquement des « ajustements » d'orbite. Les stations spatiales séjournent pendant plusieurs années sur leurs orbites basses, de 200 à 500 km d'altitude. Lancées sans occupant, les stations sont desservies par des vaisseaux-cargo automatiques ou des navettes permettant aux équipages d'accéder à bord. Ces mêmes « taxis » de l'espace ravitaillent les stations en carburant, nourriture, et autres provisions.

DES LABORATOIRES EN ORBITE

Véritables « laboratoires de l'espace », les stations orbitales sont destinées à la conduite d'expériences en apesanteur sur de longues durées, mais aussi à



l'observation de la Terre et de l'Univers. Leur présence dans l'espace présente de nombreux

avantages en ce qui concerne l'observation des phénomènes astronomiques : elle permet en effet de s'affranchir de toutes les absorptions de lumière et des perturbations liées à la traversée des rayons lumineux dans l'atmosphère terrestre. Leur point de vue incomparable rend possible l'observation de la Terre, par exemple, pour l'étude de l'atmosphère ou des phénomènes météorologiques.

Pour le moment, les stations spatiales ne sont exploitées qu'à des fins scientifiques. Des ingénieurs ont bien envisagé la possibilité de placer en orbite des installations industrielles qui auraient permis de réaliser certains procédés possibles uniquement dans les conditions d'apesanteur d'une station spatiale. Mais cette idée fut vite abandonnée en raison des coûts gigantesques qu'elle aurait entraînés...

Seuls des hommes et des femmes triés sur le volet ont aujourd'hui accès à l'espace. Une exception a été faite à l'américain Denis Tito qui, pour 20 millions de dollars, a séjourné 7 jours à bord de la station spatiale internationale en mai 2001. Mais, comme l'ont imaginé les précurseurs de la conquête spatiale, il sera sans doute une époque où tous les hommes pourront voyager dans l'espace. Cela reste à l'heure actuelle de la pure science-fiction.

LES STATIONS EN FIN DE VIE

Lorsque l'exploitation d'une station spatiale est terminée, celle-ci doit être détruite afin de préserver la périphérie de la Terre des nombreux véhicules à l'abandon (qui présenteraient un danger pour les autres missions). Pour détruire une station, on ne la fait pas exploser car, là encore, les milliers de débris qui seraient projetés dans l'espace pourraient entrer en collision avec d'autres vols habités, ou avec les satellites qui se trouvent en orbite basse ! La solution adoptée consiste à faire « tomber » la station jusque

dans l'atmosphère, où elle se désintègre par échauffement avec



les molécules de l'air. C'est ainsi que **Mir a été détruite** en mars 2001.

LES PREMIÈRES STATIONS ORBITALES

Dans la course à l'espace, deux nations se sont particulièrement illustrées : les États-Unis et l'URSS. Dès 1961, les vols habités se succèdent tandis que les séjours deviennent de plus en plus longs. Commence alors la conquête de la Lune qui, on le sait, sera remportée par les États-Unis. Vaincus dans cette bataille, les soviétiques n'abdiquent pas pour autant. Décidés à conserver leur prestige spatial, ils se lancent dans la mise au point de vaisseaux spécialement conçus pour stationner dans l'espace. Un temps imités par les Américains, les Soviétiques, puis les Russes, vont acquérir en 30 ans une expérience sans équivalent en matière de séjour longue durée dans l'espace. Expérience qui fera d'eux des partenaires incontournables pour la mise en place de la station spatiale internationale.

LA PREMIÈRE GÉNÉRATION DE SALIOUT (1971-1977)

Lancée en 1971, la station russe Saliout 1 fut la première station orbitale de l'histoire. Mais cette première tentative se solda par un échec dramatique : après 23 jours passés à bord de la station, les trois membres de l'équipage de Soyouz 11 trouvèrent la mort au cours du retour sur Terre. Saliout 1 se désintègre dans l'atmosphère, après 170 jours passés en orbite. La deuxième station soviétique Saliout 2, une station militaire, fut placée en orbite le 3 avril 1973 (la tentative de lancement de la station Dos 2 en 1972 fut un échec). Mais elle dut être détruite le 29 avril suivant à cause d'un défaut d'étanchéité qui empêchait son exploitation.

Saliout 3, lancée en 1974, ne fut visitée que par un seul équipage puis abandonnée après que le second équipage n'ait pu s'y amarrer. C'est avec Saliout 4 que l'URSS connaît sa première réussite véritable. La station reste en orbite 774 jours (décembre 1974 - février 1977) et est occupée au total pendant 93 jours. Enfin, Saliout 5, lancée en 1976 et occupée pendant 62 jours, achève l'ère des premières stations spatiales.

LA SECONDE GÉNÉRATION DE SALIOUT (1977-1991)

Une nouvelle génération de stations Saliout voit le jour à la fin des années 1970. Aménagée plus confortablement (on y trouve par exemple une douche), la station peut accueillir simultanément le vaisseau Soyouz de l'équipage et un vaisseau Progress pour son ravitaillement.

Saliout 6, lancée le 29 décembre 1977, restera en orbite jusqu'en juillet 1982, soit près de 5 ans. Occupée pendant 617 jours, elle permit le premier séjour d'un homme ni américain, ni soviétique : le tchèque Vladimir Remek qui y resta pendant 8 jours. C'est à bord de Saliout 7 que le premier spationaute français



séjourna dans l'espace : **Jean-Loup Chrétien** y passa 7 jours en juin 1982.

Caractéristiques de la station Saliout 7

Diamètre maximal	4,15 m
Masse	36 t
Volume habitable	93 m ³
Appareillage scientifique	2,5 t
Altitude orbitale	470 km

LA STATION SKYLAB (1973-1979)

Après l'arrêt prématuré du programme lunaire Apollo, les États-Unis disposaient de lanceurs Saturn V et de capsules Apollo inutilisés. La station Skylab fut construite à partir du troisième étage d'un Saturn V et mise en orbite en mai 1973. Bien plus vaste que ses homologues soviétiques, Skylab fut occupée par trois équipages, pour une durée totale de 171 jours. Le programme de la station avait deux objectifs principaux : prouver avant tout que les hommes pouvaient vivre



et travailler dans l'espace et permettre l'étude du soleil. Ce sont en fait plus de 300 expériences scientifiques et techniques qui furent réalisées. En juillet 1979, **Skylab** s'est abîmée dans l'atmosphère.

Caractéristiques de la station Skylab

Longueur	40 m
Diamètre maximale	6,6 m
Masse	77 t
Volume habitable	295 m ³
Altitude orbitale	430 km

UNE STATION CONTRE DES NAVETTES

Forts de leurs premières tentatives, les soviétiques se lancent dans la réalisation de Mir, une station d'un nouveau genre dont les différents éléments sont assemblés dans l'espace de 1986 à 1996. Aux États-Unis, l'expérience Skylab n'est pas reconduite car les américains ont une autre ambition : développer un avion spatial réutilisable afin de diminuer les coûts de lancements. La première navette, Columbia, décolle en avril 1981.

LA STATION MIR (1986-2001)

Le premier élément de la station spatiale Mir a été placé en orbite par les Soviétiques en février 1986. Construite pour durer 5 ans, elle restera en orbite plus de 15 années. Et si **Mir** fut conçue pour afficher la



suprême de l'URSS sur les États-Unis dans les vols spatiaux longue durée, elle fut en réalité le symbole du rapprochement des grandes puissances spatiales : d'abord avec les pays proches de l'URSS, puis avec l'Europe (Jean-Loup Chrétien séjournait dans Mir fin 1988) et enfin avec l'ancien ennemi juré que sont les États-Unis. En effet, dans le cadre des travaux préparatoires à la future station spatiale internationale, Russes et Américains conduisent entre 1995 et 1998 une dizaine de missions communes.

Caractéristiques de la station Mir

Longueur	30 m
Diamètre maximale	4,35 m
Masse	140 t
Volume habitable	380 m ³
Altitude orbitale	380 - 410 km

Chiffres spatiaux

5 511 jours

C'est le temps que Mir est restée en orbite. Cela représente 15 ans un mois et 4 jours pour plus de 13 ans d'occupation.

10

C'est le nombre de stations orbitales qui ont séjourné dans l'espace.

7

C'est le nombre de spationautes français qui ont séjourné à bord de stations spatiales.

STS60/Discovery

Première mission d'un cosmonaute russe à bord d'une navette (Sergueï Krikaliev du 3 au 11 février 1994).

20 novembre 1998



Date du lancement de Zarya, le premier module de la station spatiale internationale.

8

C'est le nombre d'expéditions qui ont eu lieu à bord de la station spatiale internationale.

La station spatiale internationale



Volume habitable de **1 200 m³**

L'utilisation plus que prolongée de Mir entraîna peu à peu des problèmes techniques, allant de la simple panne à la mise en danger de ses occupants. Ainsi, à partir de 1997 les pannes et autres problèmes vont se succéder de plus en plus fréquemment : feux, fuites, problèmes d'amarrage, dépressurisation, pannes... crise économique en Russie. Mir semble de plus en plus condamnée. En juin 1999, il est décidé de ne pas remplacer l'équipage dont fait partie Jean-Pierre Haigneré. Après une reprise de son exploitation au début 2000, Mir est envoyée le 23 mars 2001 sur les hautes couches de l'atmosphère et se consume au dessus du Pacifique Sud.

LES VASSEAUX SOYOUZ ET PROGRESS

Les vaisseaux **Soyouz** sont en activité depuis bientôt 40 ans. Le premier



Soyouz est lancé en 1967. Depuis, quatre générations se sont succédées : Soyouz, Soyouz-T, Soyouz-TM et Soyouz-TMA. Ce sont les Soyouz-TMA qui assurent les voyages aller et retour des expéditions vers la station spatiale internationale.



En janvier 1978, les vaisseaux **Progress**, une version non habitable du Soyouz, sont entrés en service. Ils furent mis au point pour permettre le ravitaillement des stations et corriger leur trajectoire (les stations perdent régulièrement de l'altitude). Depuis le 1^{er} février 2003, date de l'accident de la navette Columbia, ils assurent seuls le ravitaillement de la station spatiale internationale.

LES NAVETTES ET LES LABORATOIRES SPATIAUX

Le choix des États-Unis de développer un lanceur réutilisable a eu une grande importance dans le partage de l'espace. Après une lutte pour la conquête de la Lune, les deux grandes puissances spatiales allaient se côtoyer autour de la Terre, mais chacune dans sa propre direction. D'un côté les Russes et leurs stations spatiales, de l'autre les États-



Unis avec les navettes. Pour pallier l'absence de station permanente, les **soutes des navettes** ont régulièrement hébergé des laboratoires scientifiques spécialement aménagés.

Le premier laboratoire embarqué dans une navette est **Spacelab-1**. Lancé en novembre 1983 à bord de la navette



Columbia, le Spacelab-1 est le fruit de la coopération entre la NASA et l'ESA (Agence Spatiale Européenne). Composé de deux parties principales, un laboratoire et une plate-forme d'observation, les sujets de recherches qui y furent étudiés concernaient l'astronomie, la physique, l'observation de la Terre et l'étude de l'atmosphère, la physique des matériaux.

Par la suite, de nombreuses missions embarquèrent des laboratoires pressurisés ou non. Fruits de la collaboration de la NASA avec d'autres pays, beaucoup de ces laboratoires ont permis de mener des études sur des organismes vivants (plantes, champignons, embryons de poulet, poissons, méduses, singes...) et sur les



membres d'équipages qui servent à la fois de spécialistes et de **cobayes**.

LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE

Depuis la mise en place de la station spatiale internationale, les navettes n'emportent plus de laboratoires. Le dernier vol d'un tel laboratoire fut celui de la mission STS-90 / Columbia en avril et mai 1998. Désormais, les palettes d'expériences scientifiques et techniques sont acheminées jusqu'à la station spatiale internationale.

En 1964, le président américain **Ronald Reagan** lance officiellement le projet d'une nouvelle station spatiale, appelée



Freedom (Liberté). L'envergure du projet contraind rapidement la NASA à faire appel à des partenaires. En 1988, un accord est signé avec le Japon, le Canada et l'Europe (Belgique, Danemark, France, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Norvège, Suède, Espagne, Suisse). En 1993, la jeune Russie apporte son expérience aux associés déjà en place. Enfin, le Brésil est le dernier pays à prendre part à cette nouvelle aventure en 1997. La future station spatiale devient le plus grand projet spatial jamais entrepris. D'abord désignée sous le nom de Freedom, puis d'Alpha, la station est simplement baptisée Station Spatiale Internationale (SSI ou ISS en anglais). L'assemblage de l'ISS a commencé en novembre 1998 avec le lancement du module Zarya (« l'aube ») par une fusée russe Proton.

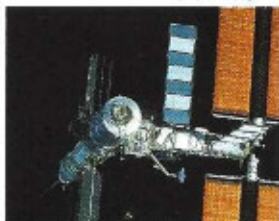
Ce lancement fut suivi en décembre 1998 par le vol de la navette Endeavour et par la mise en orbite du deuxième **module Unity**. C'est avec le module d'habitation russe Zvezda,



« greffé » aux deux précédents éléments le 26 juillet 2000, que la station est devenue habitable. Ses premiers occupants, encore désignés sous l'appellation d'Expédition 1, s'y sont installés le 2 novembre 2000. Un quatrième module, le laboratoire américain Destiny, a été installé le 10 février 2001 (avec la participation de la spationaute française **Claudie Haigneré**). À terme, l'ISS pourra



accueillir jusqu'à 7 occupants pour des séjours de 3 à 6 mois. Afin d'assurer la sécurité de l'équipage, un véhicule de secours est amarré en permanence à la station. L'assemblage de l'ISS devait se terminer en 2006,



mais suite à la perte de Columbia un retard important a été pris sur le programme initial.

Caractéristiques de la station spatiale internationale

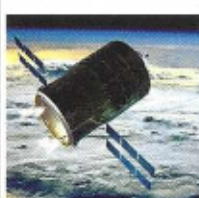
Longueur	108 m
Largeur	74 m
Masse	415 t
Volume habitable	1200 m ³
Altitude orbitale	335 - 460 km

UNE PARTICIPATION EUROPÉENNE ESSENTIELLE

La contribution européenne au projet concerne essentiellement la réalisation d'un vaisseau-cargo entièrement automatique (l'ATV), destiné à ravitailler la station, et la construction du laboratoire Columbus. S'ajoutent à ces deux principaux projets un bras robotique secondaire, des nœuds de raccordement et un dôme d'observation. Pour sa part, la France assure une participation à hauteur de 27,6% dans le programme européen de la station.

L'ATV

Le véhicule de transfert automatique ou **ATV** (pour Automated Transfer Vehicle) se chargera d'approvisionner l'ISS en carburant, en nourriture, en eau potable et en oxygène. La mission de chaque ATV durera 6 mois. Au terme de cette période, l'ATV évacuera jusqu'à



6,5 tonnes de déchets issus de la station et se consumera dans l'atmosphère terrestre. Parallèlement à cette mission de ravitaillement, l'ATV est muni de propulseurs qui assureront les corrections orbitales nécessitées par la perte d'altitude régulière de la station. Le premier ATV devrait être envoyé dans l'espace depuis Kourou en Guyane par le lanceur Ariane 5 courant avril 2005. Ensuite, un nouvel ATV sera lancé tous les 12 ou 15 mois.

LE MODULE COLUMBUS

Le module Columbus représente la plus grosse participation de l'Europe à la station internationale. Ce laboratoire de 75 m² devait être lancé cette année (2004), mais le tragique accident de la navette Columbia retarde largement le programme d'assemblage de la station. Le module pourra abriter près de 7 tonnes de matériel et d'équipement scientifique, placés dans des « racks » interchangeables. Il sera donc possible de les remplacer par d'autres et de procéder à des retours d'expériences sur Terre. Ainsi, plus de 500 expériences devraient être effectuées chaque année.

LA SCIENCE À BORD DE LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE

À l'image du module Columbus, la vocation de la station spatiale internationale est avant tout scientifique. Les six laboratoires de la station permettront de mener des recherches dans des domaines très variés : sciences de la matière, sciences de la vie, observation de la Terre, astronomie, recherches technologiques. La recherche médicale reste l'une des priorités affichées de l'ISS. Ces études doivent permettre de mieux comprendre les difficultés d'adaptation que rencontre l'organisme humain lors de séjours, plus ou moins prolongés, dans l'espace en vue des futurs voyages vers Mars.

Les conditions de **microgravité** ouvrent de nombreuses perspectives à



la recherche appliquée et à la recherche fondamentale. Ainsi, le laboratoire Columbus est destiné à l'étude de quatre grands domaines de la science :



- les **matériaux** (notamment la solidification des métaux et la cristallisation des semi-conducteurs, omniprésents dans l'informatique) ;
- les microorganismes, les cellules animales et humaines, et les petits êtres vivants ;
- le comportement des fluides (dont la connaissance est essentielle en

aéronautique, puisqu'il s'agit de maîtriser au mieux la dynamique de l'air) ;

• la médecine, avec le fonctionnement du système cardiovasculaire et des phénomènes à l'origine des maladies des os ; de plus, les méthodes et les moyens de suivi des astronautes trouvent de plus en plus d'applications dans la médecine de tous les jours. Enfin, l'ISS est un véritable laboratoire d'expérimentation sur l'impact des langues et des cultures sur les relations entre les membres de l'équipage et avec le personnel au sol.



L'étude des comportements humains devrait préparer un voyage vers **Mars**.

L'AVENIR DE LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE

À l'aube du troisième millénaire, les avis sont partagés. Certains pensent que le maintien des stations orbitales est fondamental pour les sciences et technologies comme pour la connaissance de l'homme. D'autres pensent en revanche qu'il est préférable de se focaliser sur les voyages interplanétaires. Mais aujourd'hui, aucune expédition lointaine ne peut être entreprise, les conséquences de la vie en apesanteur sur l'homme n'étant que partiellement connues. Le rôle de l'ISS est précisément d'améliorer ces connaissances. Toutefois, le coût astronomique de la station spatiale internationale, autour de 100 milliards de dollars, grève le budget des principales agences spatiales au point qu'en Europe on s'interroge sur le bien-fondé stratégique d'un tel investissement. Certains soupçonnent même les États-Unis de manœuvrer pour freiner le développement de l'astronautique sur le vieux continent !

Cependant, c'est le président américain lui-même qui, en janvier 2004, a scellé le destin de la station spatiale internationale. Il a annoncé la fin de l'exploitation des navettes une fois l'assemblage de l'ISS terminé.

Comment celle-ci pourra-t-elle survivre au départ de son principal commanditaire ? L'avenir des stations spatiales est aujourd'hui bien sombre. Mais la place de l'homme dans l'espace n'est pas remise en cause. Outre, le retour de l'homme **sur la Lune** pour 2015-2020, les États-Unis doivent mettre au point pour 2014 un nouveau véhicule spatial, le Crew Exploration



Vehicule. Ces deux axes majeurs du programme américain ouvrent une nouvelle ère spatiale, celle de la colonisation de la Lune et du voyage vers Mars. L'homme ne se contentera plus de séjourner dans l'espace, il le visitera !