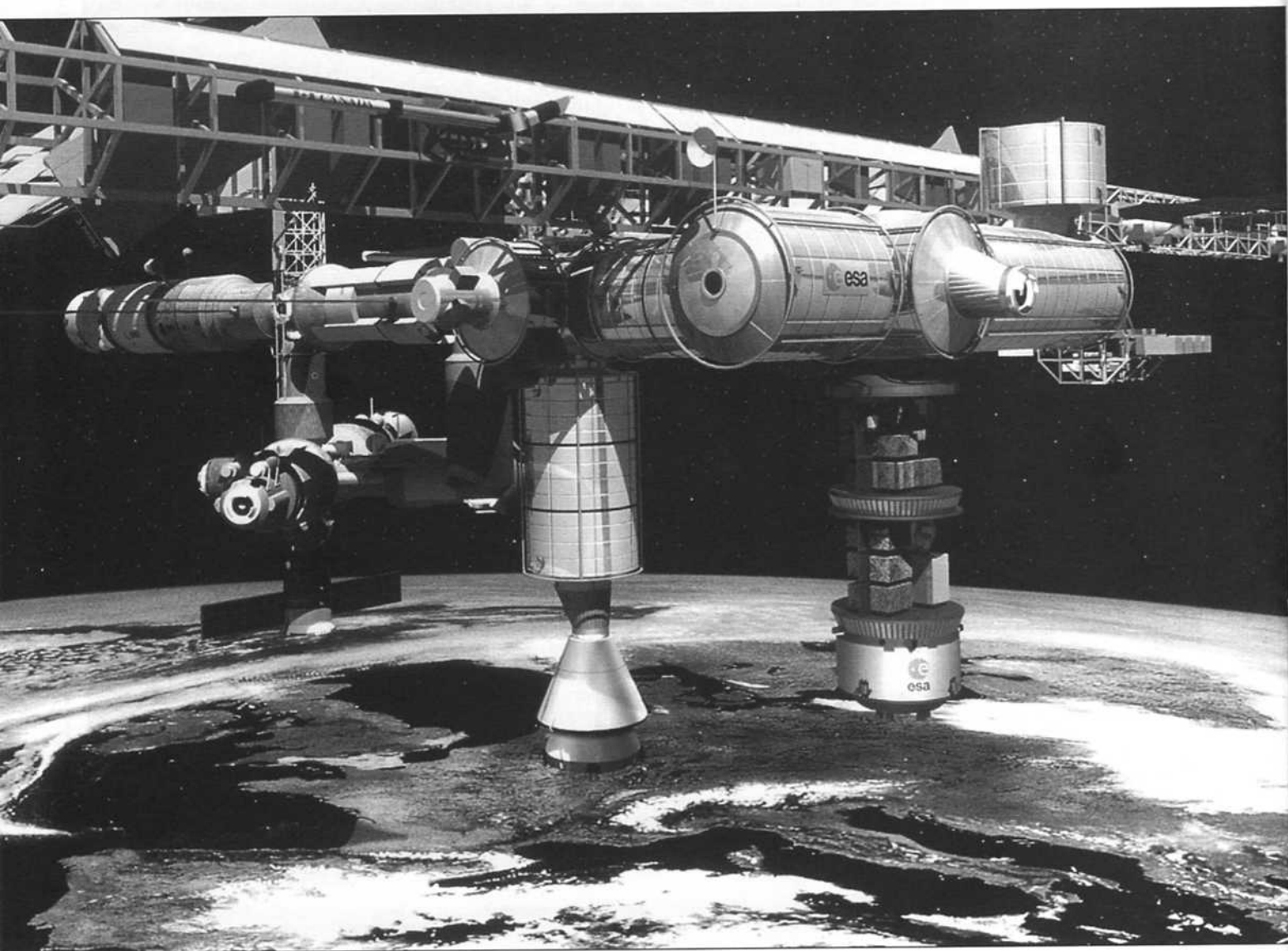


# La station Alpha : un « port de l'espace »

Philippe Jamet



*Un des faits les plus marquants des deux dernières années dans le domaine spatial est, sans conteste, la décision des deux grandes puissances spatiales dominantes, l'américaine et la russe, d'associer leurs compétences dans la construction de la station internationale Alpha, en association avec le Japon, le Canada et l'Europe dont la décision de participation définitive est attendue pour le mois d'octobre. Impensable il y a seulement quelques années, cette décision ne saurait être uniquement considérée comme « politique » car elle offre aussi de réelles perspectives à long terme.*

**A** lors que pour de nombreux spécialistes le débat n'est pas encore clos sur le fait de savoir s'il aurait été préférable de commencer à installer des bases sur la Lune plutôt que la station en orbite basse (en envisageant de construire ultérieurement celle-ci avec une majorité de composants lunaires), le regroupement des forces qui s'est effectué à cette occasion permet néanmoins de remettre à flot un des très grands projets envisagés après le débarquement sur la Lune. Projet de compromis (ce qui explique l'orbite choisie afin que la station Alpha puisse être accessible à l'ensemble des partenaires impliqués par le biais de moyens autonomes), le nouveau concept, appelé International Space Station Alpha (ISSA), implique de la part de ses partenaires un financement rigoureux et élevé pendant 20 ans dont l'effet de retour ne peut être que lointain et, de notre point de vue, offre certainement moins de possibilités que le concept précédent, Freedom, si l'on considère qu'une grande station ne devrait être qu'une simple étape d'un grand programme à long terme. Pourtant l'avantage que constitue un « port de l'espace » en orbite basse pour nombre de domaines actuels et futurs du développement spatial ne saurait être nié, ce qui implique que l'Europe ne doit pas se tenir à l'écart du projet... et doit prendre les bonnes décisions lors de la prochaine conférence d'octobre à Toulouse.

L'examen rétrospectif des idées émises depuis le début du siècle par tous les pionniers de la conquête de l'espace nous montre que le concept de station spatiale en orbite basse ne constituait pas seulement un « rêve » pour eux. Il représentait également une étape indispensable pour la préparation des débarquements interplanétaires et l'extension des activités de l'homme hors de sa biosphère, à cause de nécessités de survie et de perspectives de développement. La conception quelque peu restrictive développée depuis 20 ans, consistant à donner aux stations spatiales des missions correspondant à de seuls objectifs scientifiques, à des études sur le comportement prolongé de l'homme en impesanteur ou à la fabrication de produits dans l'espace

en microgravité ne correspond qu'imparfaitement aux visions de Tsiolkovsky et Korolev, à celles de von Braun, Ehrlicke, Heppenheimer, Connors ou Harrison. Ces derniers notamment insistaient sur le fait que l'étape des stations est indispensable pour maîtriser tous les aspects technologiques, psychologiques et humains des vols habités martiens, ce que semblaient avoir le mieux compris les Soviétiques au niveau de leur politique en matière de séjours et de vols de longue durée. De ce point de vue, il est évident que le concept de station constitue le soutien logistique à l'assemblage des vaisseaux martiens en orbite basse, et même aux vaisseaux lunaires pour débarquer les quantités considérables de matériel en vue de la colonisation de notre satellite. En conséquence, toutes les autres considérations (scientifiques, industrialisation en orbite) ne peuvent être que complémentaires, même si elles reposent aussi sur de solides justifications. Affirmer, par exemple, que « l'industrialisation en microgravité est le seul secteur susceptible de relayer les télécommunications comme moteur d'un futur développement spatial » relève d'un certain aveuglement. La disponibilité d'un « port de l'espace » en orbite basse offre, en effet, des perspectives fabuleuses pour une extension des activités humaines à travers le système solaire, du fait que le  $\Delta V$  propulsif pour partir d'une orbite basse vers une orbite de transfert lunaire n'est que de 3,2 km/s, contre 11,2 à partir de la surface terrestre et n'implique pas l'utilisation de propulseurs extrêmement performants. Dans cette optique la navette interorbitale « TUG », qui faisait partie du programme post-Apollo et à laquelle les Européens auraient pu participer, était conçue de façon évolutive pour pouvoir être reconvertie en vaisseau de débarquement lunaire, après avoir été amenée en orbite basse par la navette bi-étage totalement réutilisable, prévue à la place de la navette spatiale actuelle.

Toutefois, ce fut certainement Krafft Ehrlicke qui comprit le mieux dans quel cadre pouvait s'inscrire une station spatiale importante en orbite basse. Selon son optique, cette station ne devait pas constituer « un but

en soi » mais avoir pour objectif principal de servir de chantier d'assemblage pour de gros cargos lunaires destinés à amener sur notre satellite les premiers éléments pour une industrialisation locale. Cette activité, une fois lancée, aurait pu servir à créer à moindres coûts toute une infrastructure industrielle en orbite basse circumterrestre pour laquelle l'industrie lunaire aurait constitué le vivier essentiel en matière de composants et d'architecture de base.

## La rivalité américano-soviétique

Il se peut, comme le pensent certains, que la rivalité américano-soviétique et la disposition préalable d'une technologie militaire (dont les acquis en matière de missiles ont été transférés au secteur civil), aient considérablement contribué à accélérer les programmes spatiaux dans les années 60. Cependant, on ne peut douter que les considérations relatives aux implications profondes de la conquête de l'espace aient également guidé, à l'Est comme à l'Ouest, les promoteurs de concepts de stations spatiales circumterrestres. Les stations dites de première génération ne constituaient, pour eux, que des étapes dans l'acquisition indispensable du savoir-faire et du travail de l'homme dans l'espace pour induire avec plus de chances de succès les processus ultérieurs. Notons, toutefois, qu'au niveau des justifications, celles-ci ont été souvent « biaisées » par l'introduction de considérations à court terme pour les faire accepter par les décideurs, même si des considérations de prestige ont été, à l'Est, la motivation essentielle du pouvoir politique. Il est vrai aussi que la disposition d'un port de l'espace permettrait de renforcer la maintenance des moteurs de développement spatiaux traditionnels : récupération et réparation de satellites par un vaisseau interorbital robotisé amarré à une station, mise en place de palettes multimissions ou adaptables à des objectifs très divers, possibilité de développer des expériences dont l'effet de retour est lointain mais pour lesquelles la présence de l'homme est

indispensable, mise à poste et maintenance de très gros satellites astrophysiques ou de plates-formes de télédétection. Si, parallèlement à une station, sont développés les remorqueurs interorbitaux nécessaires (type OTV ou Orbital Transfer Vehicle), les vaisseaux de maintenance et de remorquage (type OMV) et des systèmes robotiques sophistiqués, il va de soi que nombre d'activités spatiales banalisées verront leur mise en œuvre considérablement facilitée et que cette situation peut créer un *impact* industriel aussi bien sur Terre que dans l'espace.

Toutefois, les étapes qui ont conduit aux premières stations restaient bien timides au regard des perspectives potentielles : il y manquait en effet l'acquisition du savoir-faire, les données nécessaires aux longs séjours humains en orbite, l'expérience en matière de sorties extra-véhiculaires et de partage du travail entre hommes et robots, même si, dans le cadre de la préparation du programme Apollo, les Américains avaient développé les capsules Mercury et Gemini et qu'en outre, les Soviétiques disposaient d'un important programme de vols habités. Rétrospectivement, et à la lueur des problèmes que pose le travail humain en orbite et qui ont été révélés par le programme soviétique Saliout et la navette spatiale américaine, on se rend compte combien était grand le fossé à combler pour être à même de faire face aux défis.

Ce sont les Soviétiques qui ont en quelque sorte « ouvert la voie » avec leur programme Saliout qui ne comporta pas moins de sept stations différentes, les cinq premières devant plutôt être considérées comme des « bancs d'essai en orbite ». Seules les stations Saliout 6 et 7 méritent réellement leur titre de station et marquent une réelle rupture par rapport à la première génération, en permettant une véritable occupation quasi-permanente de l'espace par l'homme. L'acquis des Soviétiques, lors de ces missions montées avec du matériel en apparence « rustique », est inestimable et explique aussi pourquoi les Américains n'ont pas eu trop à se laisser forcer la main pour en faire leurs partenaires privilégiés sur la



nouvelle station ISSA. Parallèlement, les Américains développèrent le programme Skylab, consistant en une importante station placée tout d'un bloc par un lanceur Saturn 5. Toutefois, il faut remarquer que les projets américains de l'époque apparaissent particulièrement « évanescents » par rapport au projet de grande station orbitale défendu par von Braun (et dont le coût, estimé à 6 milliards de dollars, fut jugé « excessif »), et même par rapport au programme post-Apollo de la NASA qui prévoyait de développer une *station évolutive* capable de faire travailler en permanence 12 hommes dans l'espace dans un premier temps avant que, par adjonctions successives de modules, celle-ci puisse constituer une véritable base spatiale permettant le séjour d'une centaine « d'ouvriers spatiaux » !

Simultanément à ce programme, devaient être développés une navette bi-étage totalement récupérable (qui sera dévoyée vers un concept complexe aux coûts fixes incompressibles), un remorqueur interorbital dénommé « Space Tug » et une navette en permanence amarrée dans l'espace et utilisant un moteur nucléaire dérivé du Nerva, un des moteurs expérimentaux les plus connus

*Lancé tout d'un bloc, le 14 mai 1973, par une fusée du programme Apollo, le laboratoire Skylab, qui retomba en 1979 dans les hautes couches de l'atmosphère et dont certains débris atteignirent l'Océan Indien et l'Australie, est resté jusqu'à présent la seule « île » américaine de l'espace.*

du programme Rover abandonné en 1973. En complément de la station spatiale, il était également prévu un Module de recherche et d'application (RAM) pour la microgravité et comparable dans son esprit au défunt module européen MTFF/CFFL. Ce module aurait dû être lancé en 1979, soit un an après le premier vol expérimental de la navette bi-étage et un an avant l'architecture évolutive de base de la grande station proprement dite. A cette époque, les milieux « avertis » parlaient même de la possibilité d'un voyage martien pour les années 1984-1985 !

Les années 1971-1973, avec la station soviétique Saliout-1 et la station américaine Skylab, vont ouvrir, non comme le déclarait prématurément avec enthousiasme Albert Ducrocq, « l'ère des maisons et des ports de l'espace », mais plutôt l'ère des premières tentatives d'établissement et de travail de longue durée de cosmonautes à partir de structures de première génération. Ce sont, nous l'avons déjà signalé, les Soviétiques qui vont les premiers « ouvrir le bal cosmique » avec la petite station Saliout-1, d'une masse de 18,9 tonnes, qui recevra, au cours de sa vie éphémère, la visite de 6 cosmonautes, qui cumule-

ront à l'intérieur de celle-ci 77,3 jours de séjour et de travail dans l'espace tandis que Saliout-1 recevait au total 32,5 tonnes comprenant à la fois les équipements, les charges utiles scientifiques, les astronautes et leurs équipements de survie. Les Russes récidivèrent en 1973 avec Saliout-2, qui ressemblait comme une sœur à la précédente, mais la vision objective de ce qu'a été réellement la progression en matière d'acquis et de séjour dans l'espace effectuée par les Soviétiques, à cette époque, nous fut momentanément masquée par le succès spectaculaire du Skylab américain lancé le 14 mai 1973 et qui recevra, en 1973-1974, trois équipages de trois astronautes chacun pour des durées respectives de 28, 59 et 84 jours. Personne n'oubliera la mission Skylab-2 (astronautes Conrad, Kerwin et Weitz) au cours de laquelle une protection thermique du laboratoire spatial américain fut arrachée, créant une situation totalement imprévue, remettant en cause non seulement le bon déroulement d'un grand nombre d'expériences du programme, mais également le séjour même des astronautes, à cause de l'intense chaleur solaire ! Ce fait historique spatial est souvent cité comme exemple de la supériorité de l'homme sur le robot dans l'espace, dès lors que l'imprévu l'emporte sur le répétitif. Alors que dans un tel cas un robot n'aurait pu que « constater la situation » sans pouvoir intervenir, l'intelligence et la capacité d'imagination humaine permirent de mettre au point une parade efficace. Après qu'ait été lancée vers Skylab une cabine Apollo emportant une grande tente épaisse et dotée de couches de protection contre les micrométéorites, les astronautes Conrad et Kerwin fixèrent celle-ci sur le toit du Skylab au cours d'une sortie extra-véhiculaire qui, avec la première sortie de Bruce Mac Candless avec le fauteuil spatial MMU (1984) et la réparation en orbite du télescope spatial Hubble (1993), restera un des faits les plus marquants de l'histoire des activités américaines en orbite.

Les premières stations soviétiques faisaient pâles figures en comparaison du laboratoire spatial américain. Qu'on en juge : alors que Saliout-1,

pour 20 mètres de long, ne pesait en tout que 18,9 tonnes, notre Skylab représentait à lui seul une masse de 89 tonnes, et en fait pratiquement 100 tonnes si l'on tient compte de la cabine de type Apollo qui était en permanence amarrée à la structure MDA (Multiple Docking Adapter), dotée de deux colliers d'amarrage. Alors que sur Saliout-1 le volume disponible pour la charge utile scientifique, les équipements et les astronautes ne dépassait 100 m<sup>3</sup>, les 36 mètres de long de Skylab offraient une possibilité de 357 m<sup>3</sup> de structures habitables parmi lesquelles l'OWS (de plus de 38 tonnes à lui seul), qui était en fait un étage de Saturn 5 restructuré en module habitable et l'Airlock Module (22 tonnes), un sas extrêmement vaste permettant la préparation des sorties extra-véhiculaires des astronautes dans l'espace et le stockage préventif du matériel adéquat. A cela il fallait ajouter un laboratoire astrophysique ATM (Apollo Telescope Mount), d'un peu plus de 11 tonnes et comportant 7 instruments qui permirent l'observation du Soleil dans les plages X et UV. Environ 180.000 photographies inédites du Soleil furent prises grâce à l'ATM, contribuant par là même à l'élaboration des missions scientifiques ultérieures.

On sait, hélas, comment Skylab termina son existence abandonné à son sort. Le niveau exceptionnel de radiations solaires qui se produisit à cette époque avait contribué à faire remonter des basses couches de l'atmosphère des molécules d'air dense qui, une fois dans l'espace, freinèrent le déplacement de la station sur son orbite et contribuèrent à la faire progressivement plonger en direction des hautes couches atmosphériques. De plus, les crédits de la NASA avaient chuté aux alentours de 3,2 milliards de dollars annuels (contre 5,1 à 5,2 dans les années les plus favorables du programme Apollo, à savoir 1963, 1964 et 1965) et le retard pris par le programme navette et le manque de préparation des deux derniers lanceurs lourds inemployés du programme Apollo (qui auraient pu envoyer en direction de la station tout d'abord une capsule habitée puis une charge utile de maintenance technique), ne

permet pas d'utiliser un système extraordinaire pourtant déjà disponible, à savoir le TRS (Teleoperator Retrieval System) doté à la fois d'un système robotique et d'un système propulsif relativement puissant pour un rendez-vous avec le Skylab afin de remonter progressivement celui-ci vers des orbites plus favorables à sa pérennité. En 1979, Skylab se volatilisa en de multiples morceaux au-dessus de l'Océan Indien mais des morceaux de masse conséquente (plusieurs dizaines de kilogrammes) furent retrouvés dans le désert australien. La fin quelque peu honteuse du laboratoire orbital américain est toutefois révélatrice du manque de grand dessein qui caractérise l'Amérique depuis la mort du Président Kennedy. Le Skylab ne devait en fait son existence qu'à la *disponibilité inemployée* de lanceurs et de structures issues du programme Apollo (Saturn 5 pour le lancement du module proprement dit et Saturn 1B pour les équipages), programme dont il n'est qu'une *retombée* résiduelle, non intégrée dans une volonté bien établie d'une installation permanente de l'homme dans des « ports de l'espace ».

Cette option restrictive ne fut pas partagée par les Soviétiques qui firent « flèche de tous bois » en progressant lentement, lançant de 1974 à 1976 les stations Saliout 3, 4 et 5, même s'ils échouèrent parfois dans leurs tentatives d'amarrage de leurs vaisseaux Soyouz avec les Saliout (cas des missions Soyouz 15 et 23). Cependant, ils accumulèrent expérience et heures de vol dans l'espace, sorties extra-véhiculaires, travail, maintenance et réparation en milieu spatial... bien avant l'arrivée de la navette spatiale américaine. Cette dernière introduit effectivement une rupture en matière de systèmes orbitaux en permettant non seulement des conditions de travail et de vie inégalées auparavant, mais aussi des travaux étonnants hors d'un vaisseau spatial grâce au système EMU/MMU. Toutefois, elle donne seulement l'*illusion* que les Américains étaient « les gagnants de la course à l'espace ».

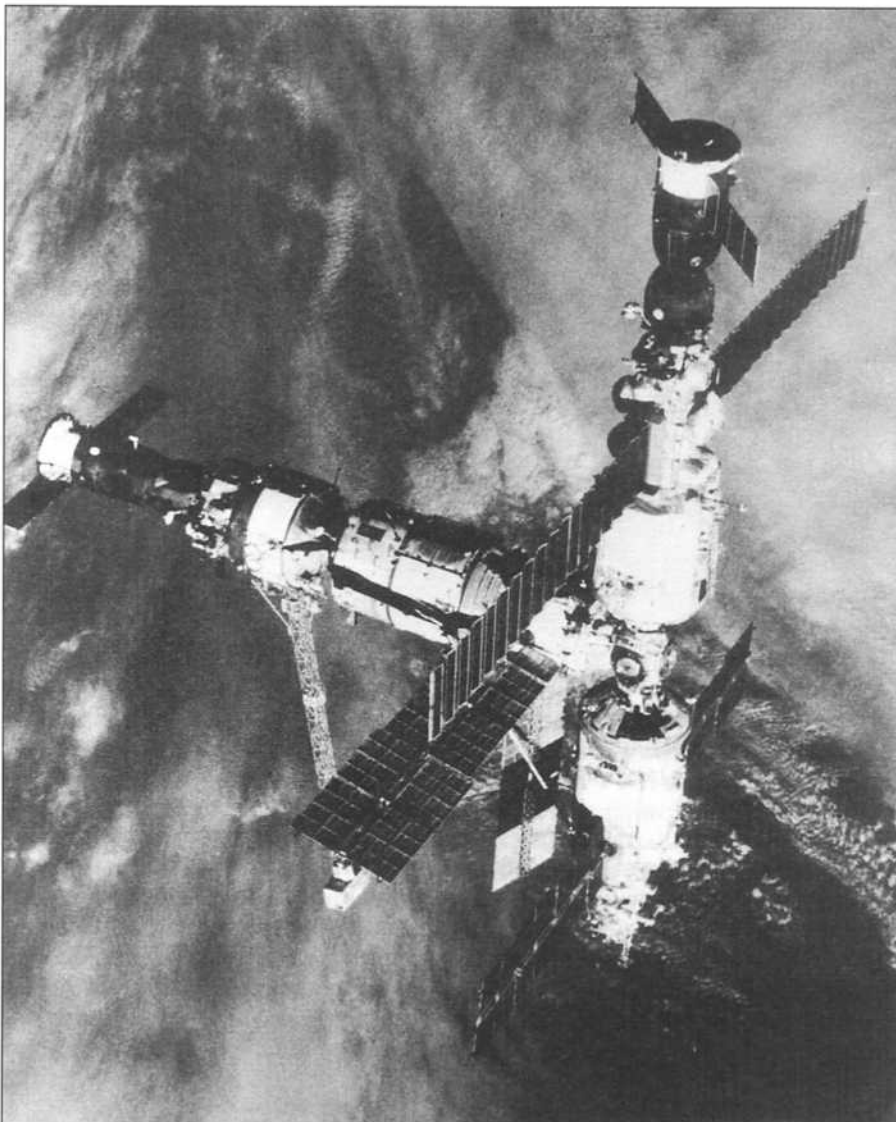
Il ne faut pas oublier que toutes les opportunités offertes par la navette américaine ne permettent guère plus

que des missions de deux à trois semaines et que, pendant ce temps, les Soviétiques, alors que les Américains ne disposaient plus de stations dans l'espace, développèrent à vitesse accélérée leur programme, en dotant tout d'abord leurs stations de multiples buses d'amarrage (permettant des raccords avec de nouveaux modules, des vaisseaux et des cargos). Cette évolution est particulièrement marquée à partir de 1977 (Saliout-6) et de 1982 (Saliout-7) qui voit à la fois le passage à un niveau supérieur des développements passés et la mise en service de l'extraordinaire cargo automatique Progress, toujours en service, et dont nul n'ignore qu'il sera, en version améliorée, un des instruments de desserte de la future station spatiale Alpha.

Dès 1975, alors qu'ils n'en sont encore qu'au stade de stations de première génération, les Soviétiques accumulent plus de 185 jours/station avec seulement 4 astronautes, puis, avec l'arrivée en orbite de la station Saliout 6 en 1977, accélèrent leurs missions de séjour dans l'espace : de 1978 à 1985, et avec 60 astronautes travaillant dans les stations Saliout 6 et 7, et parfois hors de celles-ci, les Soviétiques réaliseront respectivement 487, 350, 463, 181, 470, 304, 770 et 419 jours de vol habités (vaisseaux Soyouz plus séjours en stations) ! Quelques faits marquants sont à signaler au cours de ces « années obscures » mais au bilan impressionnant : en 1983, sur Saliout 7, lors du séjour de cinq mois des cosmonautes Alexandrov et Liakhov, les Soviétiques réussissent l'amarrage avec la station du gros satellite lourd « 1443 Cosmos » afin d'obtenir la certitude de leur capacité à arrimer deux vaisseaux lourds, ce qui permettra de constituer un complexe spatial temporaire de 35 mètres de long pour un poids de 47 tonnes, soit deux fois moins que le Skylab mais au prix d'une technique marquant indubitablement l'acquisition d'une maîtrise que ne possèdent pas encore les Occidentaux. Cette expérience sera ultérieurement d'une grande utilité lorsque, plus de 12 ans après, la navette américaine Atlantis effectuera un rendez-vous et une symbiose avec la station russe Mir.

C'est à partir de 1984 que les Russes vont progresser considérablement dans le domaine du travail de l'homme dans l'espace : dans le même temps où Bruce Mac Candless devient le premier astronaute à voler librement dans l'espace sans aucune attache avec son vaisseau et où les astronautes Leesma, Sullivan, Allen et Gardner effectuent de spectaculaires récupérations ou réparations de satellites en orbite, les cosmonautes russes Kizim et Soloviev totalisent les heures de sortie extra-véhiculaires et de réparation dans l'espace, amarrés à une petite plate-forme robotique pour monter sur la station de nouveaux panneaux solaires et effectuer des travaux de réparation sur le système de propulsion de Saliout 7. Tout ceci demandera six sorties de ces astronautes hors de la station. A cette époque où les Soviétiques surpassent largement leurs concurrents en matière de vols de longue durée, les cosmonautes russes sont également les pionniers en matière d'assemblage, vissage, brasage et découpe des métaux dans l'espace grâce aux expériences effectuées par des hommes comme Djanibekov, Savinykh, Igor Volk (qui aurait dû, en principe, être le premier pilote de la navette Bourane) et Svetlana Savitskaia (première femme à avoir effectué une sortie extra-véhiculaire). Ils valideront ainsi tout un arsenal de concepts d'outillage, de micro et macro-machines bien souvent issus d'une approche différente de celle des Occidentaux.

Les évolutions constatées lors du programme Saliout de seconde génération allaient être amplifiées avec le lancement en 1986 de la station Mir (toujours en service) pour laquelle l'adjonction de modules successifs (Kvant-1, Kristall, Kvant-2 et Spectre) est révélatrice de l'acquis en matière de techniques de rendez-vous, de montage et de construction en milieu spatial. Parallèlement, les Soviétiques accumulaient un savoir-faire extraordinaire en matière de microgravité notamment pour tout ce qui concerne la production d'alliages et de matériaux semi-conducteurs. Plus étonnant encore, les Russes allaient établir records sur records en matière de séjours de longue durée dans l'es-



La station Mir, issue de l'adjonction progressive de modules et de l'expérience acquise par les Soviétiques sur les stations Saliout, est une illustration convaincante de la supériorité russe actuelle en matière d'assemblage de grandes structures dans l'espace.

pace et les 366 jours établis en 1987-1988 sur Mir par Manarov allaient être ultérieurement battus par le Docteur Poliakov, lequel, avec pratiquement 480 jours passés sur la station russe, détient le privilège d'avoir été « l'Homo Spatialis le plus obstiné ». Ce n'est certainement pas un hasard si Américains et Européens paient désormais des séjours dans Mir à leurs astronautes (Euromir 94 pour l'astronaute de l'ESA Ulf Merbold, Euromir 95 pour Thomas Reiter). Car si l'argent, la sophistication, les compétences en électronique et en informatique donnent un certain avantage à l'Ouest, l'expérience des longs séjours dans l'espace, des gros travaux en orbite, de l'arrimage et de l'assembla-

ge de grandes structures se trouve plutôt à l'Est. En associant les Russes comme leurs partenaires principaux pour la station Alpha, les Américains de la NASA ne s'y sont pas trompés.

On ne peut, en effet, négliger un partenaire qui, encore au début de la décennie 80, consacrait 5 à 6% de son PNB à l'espace et a été ultérieurement capable de construire un lanceur lourd, Energya, de capacité en orbite basse supérieure à la Saturn 5 américaine (100 tonnes contre un peu plus de 90 pour la fusée lunaire américaine). Energya aurait pu mettre en orbite 200 à 250 tonnes avec des propulseurs d'appoint et était déjà capable de mettre en orbite une navette pas-

sive de type Bourane, de surface alaire pratiquement identique à la navette américaine mais d'une capacité en charge utile probablement supérieure de 25%. Plus étonnant, alors que trois fusées Energya et deux navettes Bourane inachevées dorment peut-être *ad vitam aeternam* dans les entrepôts du Centre spatial de Baïkonour, il paraît de plus en plus vraisemblable que les Soviétiques, dans la suite de Mir-2 (dont on sait que certains des éléments seront des composants de base de la station Alpha), n'envisageaient ni plus ni moins que l'assemblage d'une grande station pour le début du siècle prochain. Alors que la future station internationale ISSA ne dépassera pas 415 tonnes lorsqu'elle sera terminée, le mastodonte soviétique, dont les éléments auraient été mis en orbite par des dérivés d'Energya et assemblés par des spécialistes amenés par des navettes Bourane, aurait atteint entre 1200 et 1500 tonnes. Si les finances défont encore plus à l'Est qu'à l'Ouest, les capacités spatiales y restent pour l'instant très considérables et il n'est de l'intérêt de personne de les laisser partir en fumée !

## De la rivalité à la collaboration

Il n'est pas exagéré de dire que l'enlèvement du programme de station internationale Freedom (dans le contexte de l'effondrement du rideau de fer), lancé en 1984 par Ronald Reagan pour répondre à des ambitions soviétiques de plus en plus apparentes, est le déterminant numéro un de cette coopération Est-Ouest inattendue. Nombre d'experts particulièrement clairvoyants estimaient, à l'époque du lancement de Freedom, que la décision du Président américain « arrivait un peu tard », et qu'aucun facteur de progrès technologique assez important en matière de capacités de construction de stations ne pourrait émerger suffisamment tôt à l'Ouest pour empêcher les Soviétiques de dominer la conquête de l'espace, dès le début du siècle prochain.

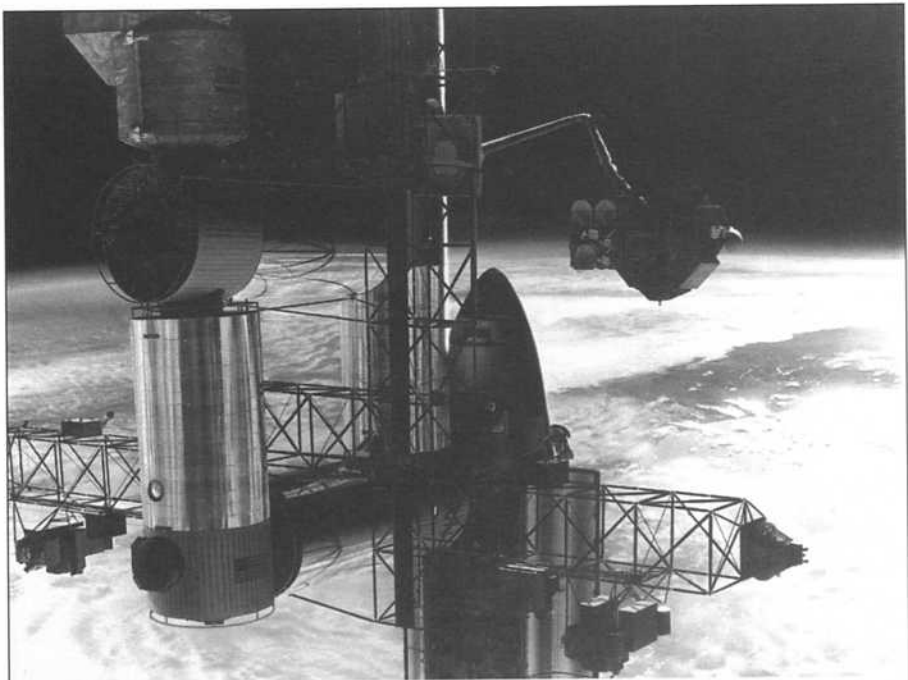
L'invitation faite aux Européens, aux Canadiens et aux Japonais de se

joindre au projet n'était d'ailleurs en aucun cas une assurance pour les premiers de pouvoir jouer un rôle de premier plan sur Freedom à égalité de droits avec le maître d'œuvre américain. En effet, les garanties données par les Américains apparaissaient floues ou même restrictives et le « principe d'annualité des budgets », qui prédomine aux Etats-Unis, se révèle bien souvent un handicap pour la mise en œuvre de grands programmes.

Ainsi le succès du programme Apollo apparaît surtout dû à des circonstances exceptionnelles et à la perception d'une menace soviétique, pour ce qui concerne l'espace, plutôt qu'à l'application des recettes américaines traditionnelles en matière de politique de la science et de la technologie. Il faut y ajouter également l'équation personnelle des individus ayant inspiré le programme qui fit que jamais il n'y eut autant d'adéquations entre le pouvoir politique américain et l'élite de sa communauté d'ingénieurs spatiaux, où l'influence des anciens de Peenemünde constitua le facteur prépondérant.

Bien avant la fin du programme Apollo, on ne retrouve plus ce facteur décisif dans un programme spatial américain qui ne possède plus de véritable ligne de conduite claire et nette, et dont les objectifs sont poursuivis en fonction d'une politique « à géométrie variable » et de justifications mal définies. Les décideurs, confrontés à la fois à un mouvement anti-spatial et à une opinion de moins en moins mobilisée par des réussites spectaculaires, se révèlent incapables de trancher, laissant l'incohérence devenir le dénominateur commun d'une addition de programmes technologiques élaborés sans le liant indispensable pour fédérer, dans le cadre d'un grand dessein à long terme, les compétences acquises grâce aux grands programmes passés.

On laisse ainsi se diluer les programmes de lanceurs lourds et de moteurs nucléaires spatiaux sans assurer la formation des indispensables nouveaux ingénieurs, les archives sont dispersées, voire passées à la trappe, les spécialistes les plus compétents vieillissent, partent à la re-



*La station spatiale Freedom. Les projets américains de stations spatiales antérieurs à ISSA incluait l'amarrage à celles-ci de vaisseaux de transfert interorbitaux ou de servitudes (OTV et OMV). On voit ici un OMV ramenant un satellite à fins de réparation, amarré au bras télémanipulateur de la station.*

traite ou découragés et démobilisés rejoignent l'industrie privée. Von Braun claque la porte de la NASA en 1972 pour consacrer désormais l'essentiel de ses activités aux sciences de l'éducation à l'espace, Krafft Ehrlicke contribue à fonder la compagnie Space Global et devient, lui aussi, conférencier.

Pour les partenaires étrangers qui seront invités à participer au programme Freedom, les Américains se révèlent bien souvent des interlocuteurs incohérents, changeant leurs plans de semaine en semaine, modifiant sans arrêt leur concept « définitif » et donnant parfois l'impression que l'appel d'offres qu'ils ont effectué à leur égard n'a essentiellement pour but que de les inviter à « partager les frais » et à justifier, vis-à-vis d'un pouvoir législatif réticent aux grands projets, le caractère « international » de la station. S'y ajoutent également les interventions du Département de la Défense américain qui veut bien soutenir le projet à condition qu'une partie des activités américaines sur Freedom lui soit réservée exclusivement. Enfin, on assiste à l'opposition virulente d'une partie importante de la communauté

scientifique américaine (Van Allen, Gold) qui estime qu'un tel projet, constituant « une pompe à finances excessive », ne peut qu'entraîner la remise aux calendes grecques de nombre de projets de satellites et de sondes scientifiques concoctés par les astrophysiciens et dont le principe, pourtant acquis par la NASA, peut être remis en cause chaque année par le Congrès après la publication du rapport de la Cour des comptes américaine. D'année en année, celle-ci égratignera toujours plus le projet de station...

Comme bien souvent par le passé, lorsque des choix aux implications importantes furent effectués aux Etats-Unis en matière spatiale, ce fut la perception d'un défi venu de l'extérieur (en l'occurrence soviétique) qui mit un terme au laxisme américain en vigueur depuis la fin du programme Skylab. Bien que n'ayant été rendue publique qu'en 1984, la décision de principe de construire la station spatiale, et de l'élargir à une participation d'autres partenaires, fut en fait prise au printemps 1982 avec pour conséquence que James Beggs, alors administrateur de la NASA, constitua une Space Station Task Force

dans le but de définir le concept initial le plus performant et le plus évolutif et de coordonner les travaux effectués par le passé ou en cours, aussi bien dans les centres de recherche de l'agence américaine que chez les industriels.

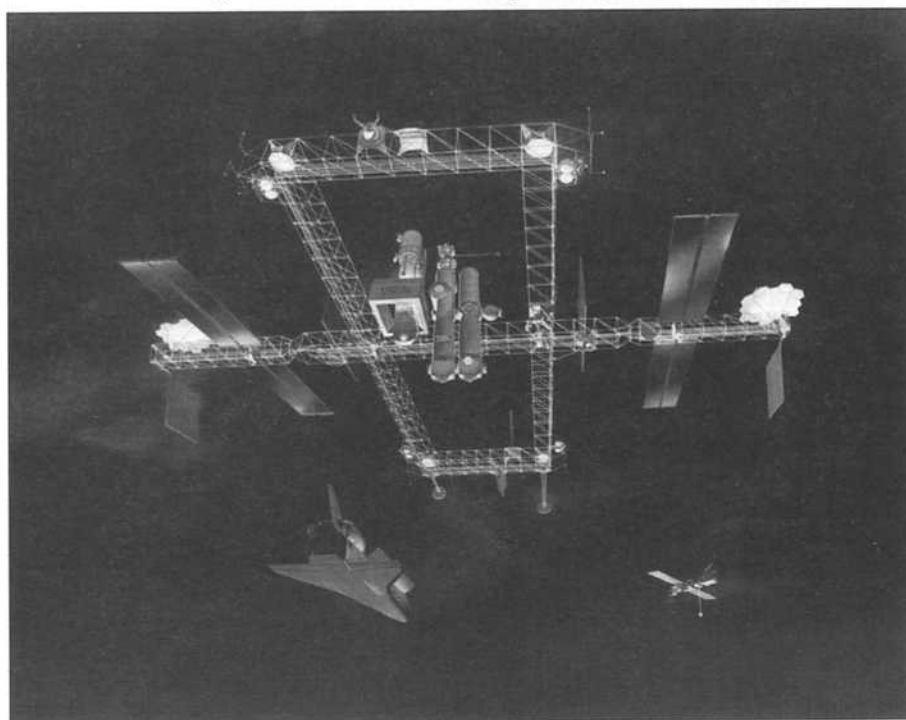
Sur le plan des études, il faut noter que les Américains ne partaient pas de rien, puisque les divisions « Projets avancés » des grandes sociétés aérospatiales américaines avaient été associées par le passé aux projets présentés par von Braun, et avaient bénéficié des contrats post-Apollo de la NASA. Ceux-ci avaient contribué à faire avancer les recherches sur les matériaux utilisables dans l'espace, les techniques d'assemblage, la détermination des paramètres environnementaux et des meilleurs systèmes de survie pour habitats de grande taille, l'utilisation de macro et micro-machines dans l'espace, l'extension des activités humaines par téléopérateurs et robots où s'illustrèrent particulièrement des firmes comme Martin Marietta ou Grumman. A la même époque les Américains donnèrent un coup d'accélérateur considérable aux travaux permettant à des astronautes d'effectuer de longues sorties extra-

véhiculaires et de travailler au minimum cinq à six heures dans l'espace. La NASA finança des contrats importants qui aboutirent à la mise au point de machines capables à débiter des poutrelles pour la construction de stations ou bien encore au développement de structures déployables ou assemblables en milieu spatial (Access, Ease). Ces techniques étaient déjà en partie maîtrisées bien avant que le principe de construire la station spatiale ait été définitivement décidé et furent expérimentées ultérieurement, dans le cadre du programme navette, à titre de « réservoir d'acquis technologique », mis en jachère pour des programmes futurs. En matière de techniques d'assemblage, d'importants travaux de simulation furent effectués au centre de recherche de Clearwater, en Floride, en incluant comme scénario la pose des premiers éléments d'une potentielle station au moyen de la navette, du bras télémanipulateur canadien et de sorties extra-véhiculaires effectuées au moyen du scaphandre EMU et du scooter spatial MMU. Toutefois, ces études révélèrent des déficiences américaines en matière de techniques de fixation et d'outillages adaptés, ce qui entraîna de nouvelles

recherches dont bénéficiera la future station Alpha.

D'autres études furent lancées, avec la coopération de consultants privés, sur les justifications et utilisations potentielles d'une grande station, incluant à la fois des centres d'observation et d'expérimentations scientifiques, des chantiers de réparation et de maintenance de satellites ou de plates-formes, des concepts de véhicules adaptés à des missions diverses (OTV et OMV), une base de lancement de plates-formes à utilisations diverses qui auraient pu être amenées par la navette.

Plus intéressant encore, et du fait que les études sur les programmes à long terme n'ont jamais totalement cessé aux Etats-Unis, le concept de station spatiale était ouvertement posé comme une *étape* de préparation aux débarquements lunaires et martiens, avec des développements sur des véhicules adaptés : lanceurs lourds avec une structure de base dérivée de la navette, détermination des masses de matériel de première génération à transférer de la station à la surface lunaire, lesquelles étaient évaluées de 800 à 900 tonnes en incluant le système de transit. Deux concepts possibles, à lancer à partir de la station, furent définis, à savoir le SLTV (Small Lunar Transfer Vehicle) et le LLTV (Large Lunar Transfer Vehicle), ce dernier pouvant théoriquement déposer 81 tonnes à la surface de la Lune. Reprenant les études qui avaient été entreprises dans le cadre du programme post-Apollo, la société Martin Marietta proposait également à la NASA une version reconfigurée de l'OTV en Lunar Tug avec la possibilité de déposer 25 astronautes à la surface de notre satellite ! Dans le même temps, la société Boeing, dans une optique d'utilisation de première génération, effectuait sur fonds NASA une étude sur les opportunités offertes par la station spatiale comme base de soutien à des éléments d'infrastructure orbitale capables de missions autonomes : assemblage de grands télescopes et radiotélescopes, infrastructures de protection pour vaisseaux interorbitaux et lunaires, fabrication de panneaux solaires pour satellites et pla-



Concept de référence de station américaine SBC. Ce projet, qui offrait le plus de possibilités comme « port de l'espace », fut revu sans cesse à la baisse et déboucha sur le concept « Freedom », lui-même abandonné.

tes-formes à partir d'éléments de base apportés par la navette, petits modules pour la microgravité dont la maintenance aurait pu être assurée par un OMV (si placés auparavant sur une orbite proche de la station), maintenance de la station spatiale proprement dite et intervention sur celle-ci. En fait, bien avant l'appel d'offres effectué par la NASA, l'industrie spatiale américaine possédait déjà dans ses cartons nombre d'études de concepts correspondant plus ou moins aux justifications précédentes, et près d'une dizaine de projets différents furent présentés par des sociétés comme Lockheed, Boeing Aerospace, Rockwell, TRW ou Martin Marietta, le dernier apparaissant le plus intéressant car offrant les plus grandes possibilités d'extension après qu'une « revue critique » de la NASA ait été effectuée sur chacun d'eux.

Il semble bien que, dès le lancement du projet, il y ait eu déjà divergence entre les industriels, plus pragmatiques et qui ne veulent pas se retrouver dans une impasse après avoir brûlé les étapes, et la NASA qui veut « frapper fort » en élaborant une grande station évolutive en profitant du soutien du gouvernement républicain de l'époque : l'heure est en effet aux grands projets comme l'Initiative de défense stratégique, sans hélas que soient posés de façon adéquate les concepts économiques permettant leur mise en œuvre, et ultérieurement la Space Exploration Initiative. La NASA escompte bénéficier de leur effet d'entraînement pour redonner aux Etats-Unis la supériorité acquise au temps du programme Apollo.

Les spécifications du concept initial donné par la NASA, Station Baseline Configuration (SBC), apparaissent en effet très ambitieuses, mais offrent aussi les meilleures possibilités évolutives. Le type d'architecture retenu, centré sur une immense poutrelle centrale de 121,9 mètres dotée de chaque côté d'extensions supportant les panneaux solaires, pour l'énergie électrique, et des radiateurs, nécessaires pour évacuer les excédents d'énergie thermique, aboutit en fait à encadrer celle-ci d'un véritable rectangle composé de deux poutrelles

de 94,5 mètres dans le sens vertical et de deux poutrelles de 45,7 mètres dans le sens horizontal. Le concept SBC offre évidemment l'avantage de concentrer les modules de recherche principaux, les modules logistiques et le module d'habitation au centre de la poutrelle centrale (ce qui permet une meilleure stabilisation de l'ensemble de la station), et la taille de la poutrelle centrale permet également des adjonctions de modules entre le noyau de la station et les parties extensibles en fonction des demandes des utilisateurs. A partir d'une certaine masse critique centrale, des études montrent la possibilité d'utiliser certains endroits bien précis des autres poutrelles comme « ports de l'espace ». Il est à remarquer toutefois que l'aspect commercial fait aussi partie intégrante du projet car la NASA, qui espère de cette façon générer une demande importante d'opérateurs privés en leur offrant la possibilité d'effectuer des expériences, compte beaucoup sur cet aspect des choses pour amortir les frais de la station. On sait qu'aux Etats-Unis un grand nombre d'opérateurs privés sont impliqués dans des recherches en microgravité (semi-conducteurs, arséniure de gallium, verres optiques ultra-purs, purification des vaccins et des protéines), lesquelles se traduisent par l'emport d'un grand nombre d'expériences sur la navette. Toutefois, l'accueil des opérateurs commerciaux potentiels au projet, qui allait devenir Freedom, se révèle quelque peu réservé : nombre de spécialistes estiment, en effet, qu'une telle structure n'offre pas des conditions de microgravité idéales, ce qui aboutira à l'élaboration de concepts de petites stations privées de type « ISF » dont il n'est pas exclu qu'elles voient le jour au siècle prochain.

Le concept initial SBC, de même que certaines versions plus restrictives lui ayant succédé, offrait des possibilités certaines comme « port de l'espace » et explique pourquoi les partisans de la Space Exploration Initiative élaborèrent ultérieurement certains scénarios incluant Freedom comme base de départ. Encore faut-il se donner les moyens de ses ambitions et les 8 milliards de dollars

d'investissements annoncés par la NASA n'apparaissent guère sérieux à la plupart des experts. Peu à peu, Freedom sera revu à la baisse dans le même temps où le débat fait rage aux Etats-Unis à la fois sur les justifications et sur les coûts du projet. Alors que le projet de station spatiale évolue de plus en plus vers un programme centré sur une poutrelle unique où viennent s'amarrer progressivement les modules des divers participants, les sénateurs républicains Phil Gramm et Bill Green montent au créneau pour faire arrêter le projet qu'ils considèrent comme « une monstruosité » sur le plan financier. Sujet d'âpres débats devant les sous-comités du Congrès, Freedom reçoit néanmoins l'appui du Département de la Défense, des sénateurs républicains Robert Walker et Jack Garn, et de la représentante démocrate Barbara Mikulski, qui se dépensent sans compter en actions de lobbying auprès de leurs collègues. En 1991, dans le cadre d'une interview à la lettre mensuelle spécialisée Space Exploration Technology, J.R. Thompson, un des responsables de la NASA, stigmatise l'attitude des opposants au projet en soulignant que Freedom outre ses potentialités dans les domaines des applications scientifiques, du secteur commercial et du développement technologique, « comporte un effet d'entraînement sur d'autres projets de la NASA comme l'ASRM (Advanced Solid Rocket Motor, prévu pour remplacer les boosters de la navette), les projets de lanceurs lourds ALS ou NLS, la Space Exploration Initiative et aussi des projets de propulsion avancés pour le siècle prochain ». Ces arguments seront d'ailleurs repris devant le Congrès par l'ex-astronaute William Lenoir qui souligne les potentialités offertes aux industriels et fait remarquer que « les observateurs ont tendance à oublier les réels bénéfices apportés par la station dans nombre de recherches et de nouveaux champs scientifiques comme la microgravité et les sciences de la vie et toutes sortes de choses que, d'une façon générale, on ne peut parfaitement connaître qu'après de longs efforts de recherche. Les probables progrès dans ces domaines pourraient constituer un jour un corpus de connaissances de base suffisamment élaborées pour que celles-ci débouchent sur des applications

industrielles importantes comme cela a été le cas, sur Terre, dans d'autres domaines de la connaissance scientifique ». Quoiqu'il en soit, Freedom va subir, à partir de 1990, toute une série de reconfigurations importantes à la baisse dont les spécifications techniques suffiraient à elles seules à constituer un dossier de plusieurs dizaines de milliers de pages !

En 1993, les décisions de Bill Clinton rendront encore plus restrictif le projet vis-à-vis duquel, par le passé, les autres partenaires impliqués ont souvent été mis devant le fait accompli. Ainsi, en 1991, une reconfiguration décidée par le centre Langley n'aboutissait ni plus ni moins qu'à rendre impossible l'amarrage du module européen APM à la Station !

Le grand tournant se produit en 1993 quand, le déficit des finances aidant, l'idée d'une *internationalisation* se fait peu à peu jour... Cette fois-ci, ce sont les partenaires industriels potentiels qui prennent les devants et, au printemps 1993, les ingénieurs russes de Khrunichev sont accueillis à bras ouverts chez Boeing Aerospace. L'on trouve vite un langage commun malgré la conscience des difficultés à conceptualiser les acquis et les en cours, dans un projet unique à partir de deux types de technologies ayant suivi des chemins différents. Les ingénieurs des deux parties mettront plusieurs mois à élaborer le

nouveau concept, identifiant par là même plus de 1000 points technologiques à régler pour intégrer les travaux des deux parties ! Le 2 septembre 1993, les Etats-Unis et la Russie signent la « Déclaration conjointe sur la coopération dans l'espace » où est décrit, en deux versions potentielles, le concept de « station mondiale ». Dès lors, les autres partenaires impliqués par Freedom savent qu'il leur faut désormais choisir entre deux stratégies : adapter leur programme en fonction du choix américano-russe ou rester simples spectateurs.

## Acquis du passé et innovations

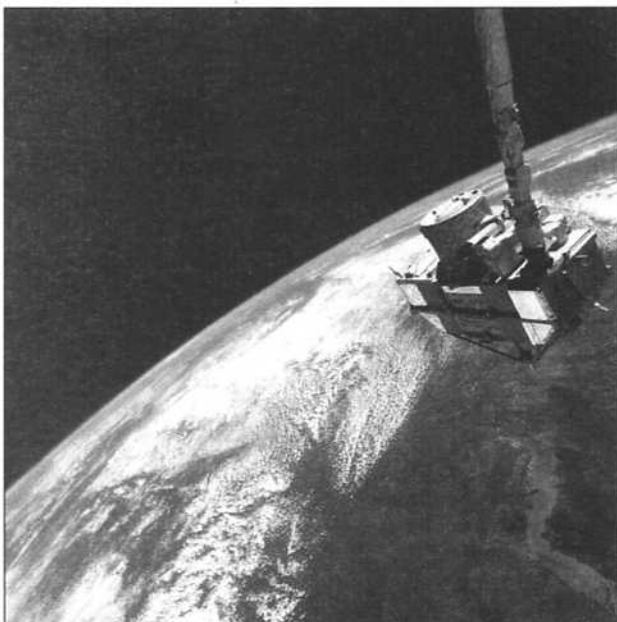
Preuve qu'une des opportunités offertes par le nouveau projet est aussi de sauvegarder certaines compétences d'avant-garde des industries spatiales de l'Ouest et de l'Est, il faut constater combien la mise en œuvre de la station se déroule rapidement. Alors que les reconfigurations successives de Freedom se sont étalées sur pratiquement 10 ans sans qu'aucune décision définitive n'ait jamais été prise, la dynamique américano-russe a agi à la manière d'un rouleau compresseur balayant toutes les résistances puisqu'il faudra moins de 5 ans, après la décision de principe, pour que les premiers éléments soient assemblés dans l'espace ! Nombre d'éléments de la future station sont déjà

disponibles aux Etats-Unis (plus de 20 tonnes) et en Russie (grâce au programme Mir-2) ou bien en cours d'assemblage au centre de recherches de Huntsville ainsi que chez les industriels russes.

Consacrant le fait que l'assemblage d'embryons de stations ne s'apprend pas sur des épures en papier ou devant des consoles d'ordinateurs, mais les deux pieds et les deux mains dans le vide spatial, il n'est pas étonnant de constater que, si le financier principal et le maître d'œuvre sont américains, les poseurs de fondations et les premières équipes de charpentiers viennent de Russie. ISSA vient à point pour sauver le programme spatial ex-soviétique, permettant aux Occidentaux de bénéficier des travaux de conception effectués sur Mir-2 et de certaines idées des ingénieurs qui planchaient auparavant sur le projet de station géante soviétique. Ce n'est donc pas un hasard si les premiers éléments d'Alpha viendront de l'Est.

En fait la nouvelle station n'est ni plus ni moins qu'une synergie de l'expérience soviétique acquise sur les programmes Saliout et Mir et des coûteuses études effectuées sur Freedom par des sociétés comme Boeing Aerospace, Lockheed et McDonnell-Douglas. L'on retrouve également un certain nombre d'astuces ne figurant pas dans les manuels mais acquis lors de sorties extra-véhiculaires, et nombre d'ingrédients qui relèvent de l'expérience en matière de répartition du travail entre hommes et robots, ou de médecine spatiale, domaine sur lequel les Russes peuvent en remonter à tout le monde. Enfin, ISSA bénéficie des meilleurs acquis occidentaux en matière d'électronique, d'informatique, de systèmes de télécommunications, de robotique et de nouveaux matériaux, lesquels toutefois ne sauraient être fédérés sans « l'équation russe ».

Mariage de raison pouvant déboucher sur une liaison solide et durable, la station mondiale est architecturée sur des composantes de base russes et américaines auxquelles seront amarrés les modules des deux pays principaux, puis ceux des autres partici-



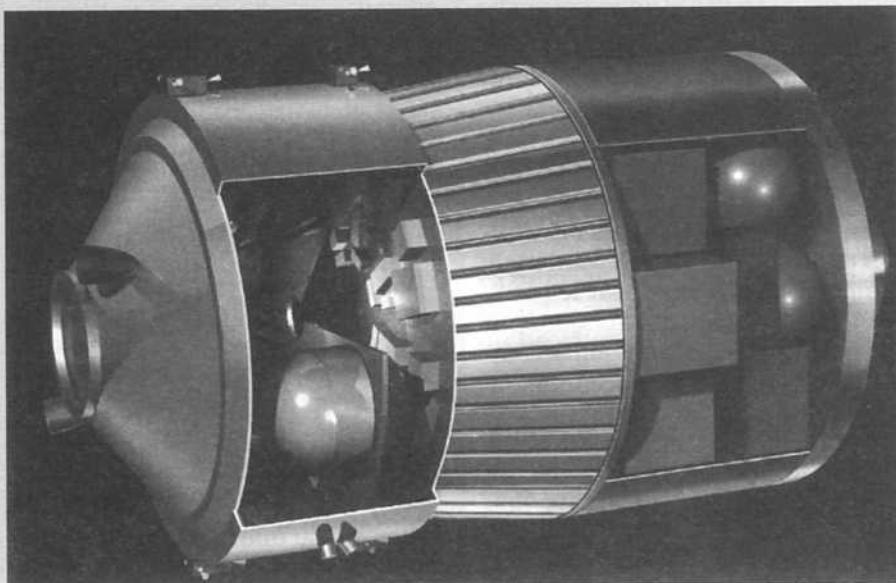
*Palette Astro-Spas. Le projet de station spatiale internationale pourrait contribuer à développer des activités de mise à poste, de maintenance et de réparation de plate-formes multimissions: observations astrophysiques, plate-formes de télédétection et d'étude de l'environnement, fabrications de produits en microgravité, tests pour de nouveaux systèmes de propulsion...*

Lors du dernier Salon du Bourget, Jörg Feust-Büechl, l'un des principaux responsables de la division « transport spatial » de l'Agence spatiale européenne, constatait avec amertume que, pour ce qui concerne la station spatiale ISSA, l'Europe était jusqu'à présent le seul partenaire qui n'ait pas encore pris de décision définitive quant à sa participation.

Si l'on sait que, d'ores et déjà, le maître d'œuvre américain envisage d'autres scénarios dans le cas d'une attitude négative lors du Conseil spatial européen interministériel de Toulouse en octobre prochain, on peut légitimement s'inquiéter des conséquences d'une telle décision même si les capacités évolutives d'Ariane 5 offrent, à long terme, d'autres opportunités aux Européens.

La capacité des Européens à participer à un tel projet est liée en grande partie à l'expérience acquise grâce aux programmes Spacelab et Eureca et aux compétences de leur industrie qui fut, à un certain moment, jugée digne par les Américains de participer au programme post-Apollo. En effet, des sociétés comme Aerospatiale, MBB, Matra, SEP et Hawker-Siddeley ont, par le passé, travaillé sur le concept de navette interorbitale « Soace Tug », conçu pour atteindre des orbites géostationnaires et lunaires. On sait ce qu'il advint du projet, jamais développé aux Etats-Unis, et dont les Européens furent « débarqués » sous la pression du Département de la Défense.

Parallèlement au développement du programme Ariane qui allait connaître le succès que l'on sait, tous les directeurs successifs de l'ESA se sont battus pour la défense d'une industrie stratégique allant bien au-delà d'objectifs à court terme. Ils se sont évertués à mettre en place une maîtrise autonome du vol habité et de l'accès à l'orbite basse, l'objectif étant de posséder une infrastructure orbitale européenne complète, tout en participant aux grands projets mondiaux. Cette optique explique les choix effectués en novembre 1987 à La Haye en faveur de la navette spatiale passive Hermes, du module APM/Columbus et d'un



Le module de transport de fret et de cargaisons européen ATV (Automated Transfer Vehicle), qui sera lancé par Ariane 5, est issu des études effectuées sur le module LOVE auxquelles a participé Aerospatiale.

pants. Il a été pris en compte, pour tous, les problèmes relevant de la fourniture d'énergie, du soutien vie, de l'approvisionnement et du recyclage, de la gestion des données dans le cadre de l'utilisation d'installations multidisciplinaires, des réservoirs et des soutes de matériel, avec un apport considérable de moyens robotiques qui interviennent aussi bien pendant la phase de construction de la station que lors de son fonctionnement opérationnel, à l'intérieur et à l'extérieur d'Alpha. Il est à noter que les deux grandes puissances spatiales ont confié la mise en œuvre des systèmes robotiques aux autres participants puisqu'opéreront, à divers endroits d'Alpha, à la fois le système canadien SSRMS, qui profitera de l'ex-

périence acquise par Spar Aerospace sur le grand télémanipulateur de la navette, et le système européen ERA (European Robotic Arm). Il semble que pour l'instant le rôle du bras télémanipulateur japonais sera circonscrit à des fonctions de soutien du module expérimental JEM et des deux autres structures japonaises reliées au module principal, à savoir l'EF (Expose Facility), conçu pour des expériences astronomiques, d'observation de la Terre et de génération de phénomènes dynamiques, et le module d'ingénierie.

Addition d'ensembles modulaires et d'ajouts, la station ISSA représentera, avant la fin du siècle, la plus grande structure jamais assemblée par

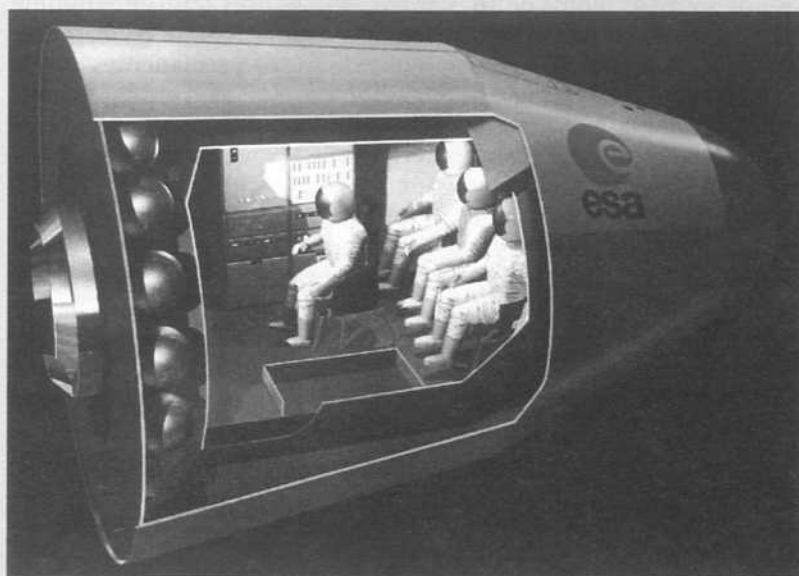
l'homme dans l'espace bien avant qu'en 2003, et une fois totalement assemblée, sa masse ne passe à 415 tonnes, ce qui fera à peu près quatre fois le Skylab mais en réalité un peu plus, si l'on tient compte de l'apport d'un certain nombre de nouveaux matériaux et alliages relativement légers.

Les différents axes de la station seront représentés par deux grandes poutrelles (la Truss américaine assemblée à partir d'éléments de base conçus pour Freedom et légèrement modifiés, et la SPP russe, dite encore « plate-forme scientifique et d'énergie »). Alpha est compartimentée à la fois en quartiers autonomes correspondant aux besoins spécifiques des

## l'ESA face aux incertitudes politiques

module autonome visitable MTFF/CFLL. Les réductions drastiques décidées aux conférences de Munich et de Grenade ont pratiquement tué ces projets dans l'œuf, et l'on peut regretter qu'à cause d'un manque de volonté politique, toutes les opportunités en faveur d'une coopération eurorusse en matière de navettes et de stations n'aient pas été saisies.

En 1993, et devant la montée de plus en plus évidente d'un partenariat américano-russe sur le nouveau concept de station mondiale, l'ESA lança le programme MSTP, lequel, outre le programme de robotique spatiale ERA, fut axé sur trois axes : un module laboratoire pressurisé dérivé de l'ancien APM et dénommé APM-5 pour être compatible avec un lancement Ariane 5



Le véhicule habité CTV (Crew Transfer Vehicle), compatible avec un lancement Ariane 5, permettrait à l'Europe une certaine forme d'indépendance en matière d'accès d'astronautes à la station ISSA.

(ce qui imposa des réductions de taille et de masse), un véhicule de transport d'équipages dénommé CTV (Crew Transport Vehicle), conçu pour emporter quatre astronautes et des cargaisons, grâce toujours à Ariane 5, sur la nouvelle orbite de la station, et un véhicule de transport ATV (Ariane Transfer Vehicle), visiblement inspiré des études sur le véhicule logistique LOVE auxquelles a participé Aerospatiale. L'ATV est capable d'emporter vers la station équipement et fournitures ne nécessitant pas un environnement pressurisé, des modules pressurisés du type du module italien MPLM, ou bien encore d'assurer la fonction de rehaussement d'orbite d'ISSA.

Du fait de réductions budgétaires imposées à l'ESA par la France et l'Allemagne en 1994, le module de recherche APM-5 a été revu à la baisse pour devenir le COF (Columbus Orbital Facility) et le CTV habité purement et simplement remis aux calendes grecques ! Toutefois, selon Jean Broquet de Matra Marconi Space, « la question du CTV n'est pas encore clo-

se » et il n'est pas exclu que, au prix d'une réduction de la participation française sur le COF et l'ATV, le concept de véhicule habité européen puisse être réactualisé dans le cadre d'une coopération franco-russe, après que la France aura participé à la modernisation du vaisseau Soyouz-TM. Il est vital de maintenir les compétences acquises dans le cadre des travaux préparatoires à Hermes et Columbus, programmes dont la dilution a déjà entraîné le transfert de 1500 ingénieurs et techniciens de haut niveau vers d'autres postes ! Réponse en octobre à Toulouse...

divers participants (module laboratoire américain US LAB qui est une adaptation du « Space Station Life Science Laboratory » de Freedom, modules de recherche russes RM1, RM2 et RM3, module d'expérimentation japonais JEM, module européen COF qui est une version réduite de l'ancien module européen APM/Columbus) et aussi en modules de servitudes, modules d'habitation, systèmes de fourniture d'énergie communs. Il faut ajouter à tout cela plusieurs systèmes d'amarrage, soit spécifiques aux divers participants pour leur propre système de transport (port d'accostage de la navette, amarrage du système de servitude russe SM pour les cargos Progress, compartiment d'accostage pour les Soyouz et

module d'accostage universel russe UDM, système européen pour l'ATV), soit communs et compatibles, ce qui permettra, par exemple, l'accostage des modules russes par le cargo européen. Conçus par les Américains, des points de branchement de servitudes (Node 1 et Node 2) dotés de systèmes « lego » permettront le branchement et la fixation des divers modules laboratoires pressurisés, tandis que deux sas russe et américain (DC et Airlock) permettront la préparation et la mise en œuvre des sorties extra-véhiculaires lors de la phase de construction ou lorsqu'il faudra effectuer des réparations. Il y aura également, sur les parties russe et américaine, des systèmes préparant l'extension des poutrelles pour l'ajout ultérieur de grands

panneaux solaires afin de répondre aux besoins d'énergie en augmentation, deux modules d'habitation (russe et américain) capables d'abriter respectivement trois et quatre astronautes, un ou deux modules de sauvetage ACRV amarrés en permanence à la station et qui, à partir de 2002, remplaceront les véhicules Soyouz-TM.

Il n'est pas question, pour l'instant, de véhicules OTV ou OMV car l'orbite choisie pour la station n'est guère favorable à l'utilisation d'un OTV devant opérer entre une orbite basse et une orbite géostationnaire, à moins de doter celui-ci d'un système de propulsion nucléaire. Toutefois, un éventuel OMV pourrait être ulté-

rièvement utilisé, si la disponibilité de la station permet le développement d'un certain nombre de plates-formes à buts scientifiques ou pour la microgravité. La question reste entière du fait qu'il est fortement envisagé par les participants au projet de développer dans l'espace de nouveaux systèmes de propulsion électriques, dans le but de les transférer ensuite sur des satellites et de qualifier et valider un certain nombre d'équipements pour des missions ultérieures vers la Lune et Mars.

C'est en principe, à partir de novembre 1997 que les premiers éléments russes de la station seront placés sur l'orbite adéquate puisque le module russe FGB, sous-produit du programme Mir-2, financé par les Etats-Unis, constituera le noyau de la station évolutive en assurant un certain nombre de fonctions de base, à savoir la navigation, la propulsion, les télécommunications et le système de régulation thermique après un lancement par une fusée Proton.

Peu de temps avant que les Russes aient renouvelé l'opération en amarrant au FGB le module de servitude SM, qui permettra l'habitat des trois premiers occupants d'Alpha et complètera le FGB au niveau des systèmes de propulsion et d'orientation de la station, plusieurs vols de navettes américaines amèneront le point de servitude Node 1 et des adaptateurs pour modules et vaisseaux. Ceci permettra de préparer l'étape ultérieure : l'établissement et la fixation des premiers éléments des poutres américaine et russe sur lesquelles seront fixés les panneaux solaires et les radiateurs destinés à l'évacuation des excédents d'énergie thermique. Au cours de la même phase, qui impliquera beaucoup les systèmes robotiques canadien et européen, sera installé un système de télécommunications très sophistiqué, relié à des satellites de relais de données en orbite.

Dès la fin 1998, le module de recherche américain US LAB et le module scientifique russe RM1 seront amarrés aux structures précédentes tandis que, parallèlement à l'arrivée d'une centrifugeuse, seront progressivement installés entre 2000 et 2001

les deux autres modules de recherche russes RM2 et RM3, le module japonais JEM et ses extensions et le module laboratoire européen COF. C'est en 2002 que la navette américaine amènera le module d'habitat américain US HAB qui permettra de multiplier par plus de deux le nombre permanent des occupants de la station. Outre l'apport massif du vaisseau spatial russe Soyouz-TM et du cargo Progress, ce ne sont pas moins de 18 vols navette qui seront indispensables pour l'acheminement des gros éléments mais, selon W. Trafton un des représentants de la NASA venu exposer la position de son agence au dernier Salon du Bourget, « *il se peut qu'il y ait quelques imprévus* » et, pour ce faire, les Américains ont planifié en fait 21 vols navette réservés à la seule station spatiale !

Il est possible de contester certains aspects de la philosophie qui guide ISSA car l'aspect « port de l'espace », même s'il n'est pas oublié, est quelque peu relégué au second plan par l'option *utilisation scientifique et recherche technologique* qui apparaît prioritaire, avec également une visée de passage au stade industriel dans le domaine des sciences biologiques et pharmaceutiques pour les Etats-Unis, des semi-conducteurs et de la fabrication d'arséniure de gallium pour les Russes et des nouveaux matériaux et alliages pour le Japon. ISSA sera effectivement un banc d'essai spatial pour la physique des fluides et des matériaux, l'étude des phénomènes de combustion, la médecine et les recherches physiologiques, les recherches technologiques et les sciences de l'ingénierie, le test in situ de nouveaux systèmes de propulsion électrique et aussi une opportunité non négligeable pour l'astrophysique et la physique fondamentale spatiale, même si, dans ces derniers domaines, ce rôle peut parfaitement être joué par des sondes et des satellites n'ayant aucun lien avec la station.

Il n'en demeure pas moins que le projet de station mondiale constituera une *étape importante* pour l'humanité dans le domaine de la construction de grandes structures dans l'espace, que les opportunités qu'elle offre peuvent induire l'acquisition

des connaissances nécessaires au développement de nouveaux types d'activités spatiales. Par ailleurs, à cause d'un certain nombre de déficiences qui, de mon point de vue, seront constatées lors des opérations de descente, la situation inattendue pourrait bien entraîner la mise en commun des compétences pour des systèmes de propulsion basés sur des principes physiques nouveaux, renforcer les chances d'un programme spatial mondial visant à l'établissement de bases permanentes sur la Lune et Mars, ou bien encore fournir un poste d'observation de première importance pour parer à la réelle menace que ferait peser sur l'humanité l'arrivée inattendue d'une comète de grande taille. A partir de la station, il sera également possible de développer d'autres structures autonomes conçues pour des besoins spécifiques et le projet, qui implique l'émergence de nouvelles structures de coopération internationale, offre la possibilité d'un certain effet d'entraînement sur nombre d'activités, avec l'avantage non négligeable de contribuer aussi à changer les mentalités. Dès la fin 1998, la station ISSA sera l'objet le plus visible depuis la Terre et, même si elle constitue une forme de « pari », il serait risqué pour les Européens de s'en tenir à l'écart... même si d'autres options sont également possibles. ■

## Bibliographie

1. *The Space Station*, NASA-Office of Space Station, Juin 1986.
2. *JBIS : Space Stations*, Volume 39, n°2, Février 1986.
3. J.L. Greenstein, J.R. Hunter, « Avant-projet de station spatiale habitée », *American Institute of Aeronautics and Astronautics*, Septembre 1966.
4. Ivan Bekey, « Architectural options for Space Stations in the context of Space Infrastructure », *Advanced Planning Office of Space Flight*, NASA, 1982.
5. Paul F. Holloway, *Space Station Technology*, NASA/Langley Research Center, 1982.
6. Christian Lardier, *L'Astronautique Soviétique*, Armand Colin, 1983.
7. « La participation de l'Europe à la station spatiale internationale - Faits et arguments », ESA, Février 1995.