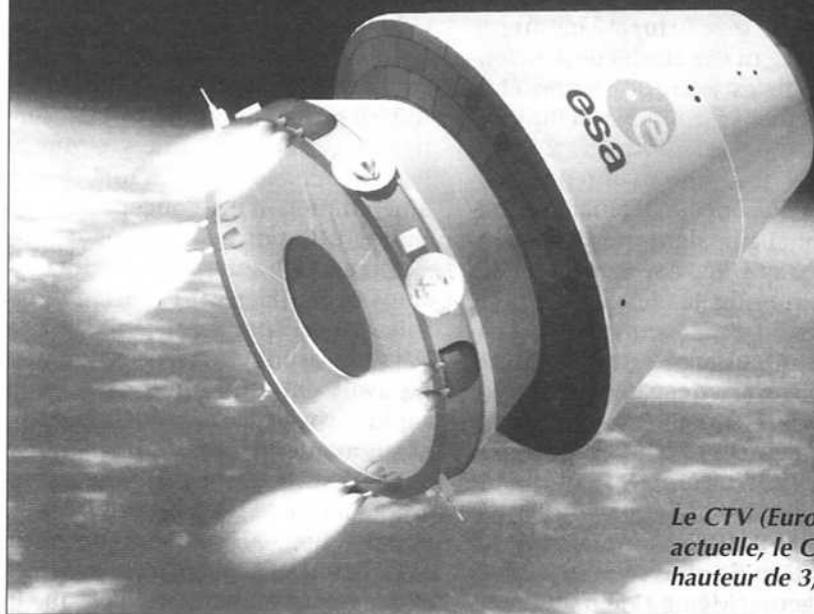
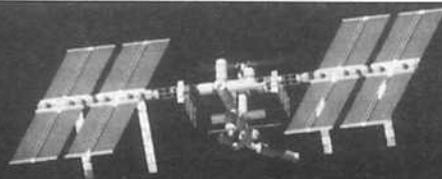


# Ariane 5 et le vol habité



Le CTV (European Crew Transport). Dans sa configuration actuelle, le CTV mesure 5 mètres de diamètre pour une hauteur de 3,8 mètres et une masse de 5 tonnes.

**PHILIPPE JAMET**

**Malgré l'échec du premier vol d'essai du lanceur Ariane 5, les Européens travaillent à la préparation du deuxième tir prévu pour emporter, entre autres, le démonstrateur de rentrée atmosphérique ARD. Les enseignements de cette mission seront essentiels pour la mise au point d'un possible véhicule de transport habité dénommé CTV. Mais les crédits sont parcimonieusement attribués...**

**L**e lanceur lourd Ariane 5 a été optimisé pour l'orbite de transfert géostationnaire, afin principalement de renforcer les chances des Européens sur le marché mondial du lancement des satellites commerciaux, dont ils détiennent déjà environ 50% ! Ce lanceur intègre également, dans ses capacités actuelles, la mise en place et la desserte de nombreuses fonctions en orbite basse : lancement de structures à assembler, de mini-stations, de cargos et même de vaisseaux spatiaux pouvant atteindre 15 à 22 tonnes. Plus intéressant encore, pour répondre au défi américain qui se précise avec la navette mono-étage Venture Star et un possible lanceur lourd de type ALS ou Starlifter, Ariane 5 constitue la colonne vertébrale d'autres développements évolutifs envisagés pour l'instant comme suit :

- soit un lanceur classique opérationnel pour les années 2015 à 2020 et conçu autour d'un système de quatre boosters et d'un étage cryotechnique principal équipé cette fois de quatre moteurs de quatrième génération dérivés du HM-60. Cette solu-

tion, pouvant être encore améliorée par l'introduction de moteurs à méthane, fut présentée au Congrès astronautique international IAF de 1989 par l'ingénieur Johnson du CNES et Jean-François Lieberherr de l'ESA. Elle rejoint, sur certains points, la solution souhaitée par Roger Vignelles, actuel PDG de la SEP, et nous ferait entrer dans la gamme des lanceurs de la classe 40 à 60 tonnes... avec la possibilité de mise en orbite basse d'une grosse navette à décollage vertical.

- soit un lanceur bi-étage partiellement récupérable (à l'exception de deux petits réservoirs d'hydrogène liquide flanquant le second étage), inspiré des études sur le concept Taranis effectuées chez Aerospatiale par l'équipe de Patrick Eymar. Les avantages de cette solution seraient d'architecturer ce lanceur autour de plusieurs moteurs Vulcain dérivés du système de propulsion de l'actuelle Ariane 5, de permettre une plus grande flexibilité par rapport à un lanceur classique, et d'offrir des possibilités pour une version habitée. Cette solution de concept « intermédiaire »

semble être la réponse la plus rapide face à l'engin récupérable américain Venture Star, dont deux démonstrateurs, construits par Lockheed-Martin, voleront en principe dès 1999.

La résolution des problèmes de guidage, qui entraîneront la destruction du lanceur Ariane 5 lors de son premier vol d'essai, engage la crédibilité des Européens dans trois domaines autres que le lancement commercial des satellites (dont le marché n'est d'ailleurs pas indéfiniment extensible), à savoir :

- les missions en orbite basse liées à la présence d'une infrastructure orbitale, comme le projet de station internationale Alpha auquel participe l'ESA ;

- la nécessité de l'intervention humaine en orbite pour laquelle l'Europe est actuellement en situation de dépendance, payant au prix fort l'apprentissage de ses astronautes sur des vols de la navette spatiale américaine ou des séjours sur la station Mir (Euro-mir 94 et 95) ;

- à plus long terme, la possibilité de participer, avec des moyens autonomes plus puissants, à la fois à une extension importante des activités en orbite et, en tant qu'associé, à des programmes lunaires et martiens.

Dans les trois cas de figure cités, il est impossible de raisonner sans retenir, pour l'Europe, l'hypothèse de la disposition de moyens de transport habités importants, même si nous devons commencer progressivement avec les moyens à notre disposition.

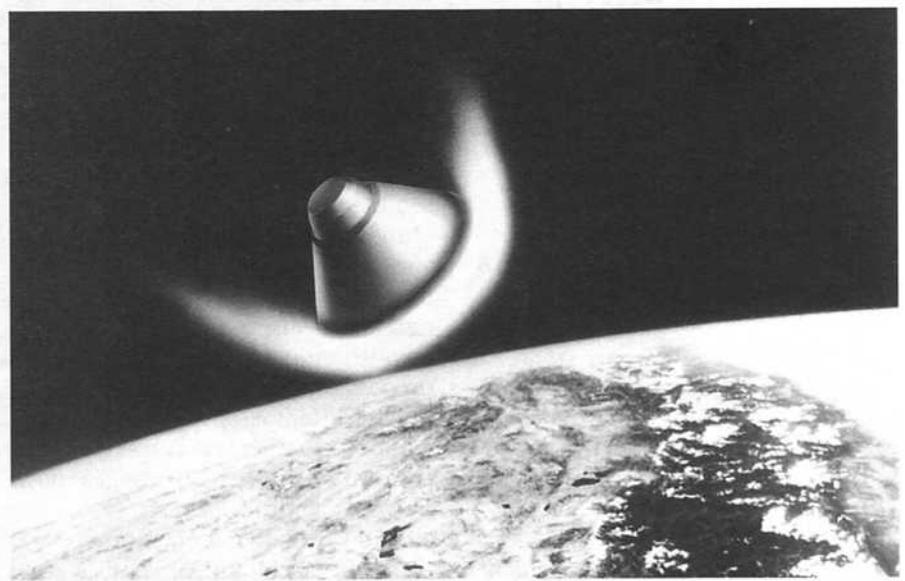
## D'Hermès au CTV

Force est de constater que nombre des perspectives que nous venons d'évoquer ne sont pas encore d'actualité, étant donné la réduction des ressources financières allouées au programme spatial européen, depuis l'abandon du programme d'avion spatial Hermès à la fin de l'année 1992. Outre l'incontestable problème posé par la dérive financière de ce programme, on ne peut que se rallier à l'opinion d'experts russes (consultés par le CNES), selon laquelle le concept choisi fut mal appréhendé au regard des possibilités de la fusée porteuse Ariane 5. D'autre part, la navette passive européenne a subi de nombreuses modifications : remplacement de la soute ouverte par une

soute pressurisée, adjonction d'un module de ressources MRH destiné à se désagréger dans l'atmosphère après utilisation, abandon du projet de démonstrateur version réduite Maia, débat sans fin sur le choix d'un siège éjectable, réduction progressive de la charge utile prévue, passant de 4,5 tonnes à 3 tonnes, puis 2,5 tonnes. Il n'est pas inutile non plus de revenir sur le problème de *compatibilité* entre le lanceur Ariane 5 et l'avion spatial proprement dit : au fur et à mesure de l'avancement des études de développement, il s'est avéré qu'Hermès était pratiquement *irréalisable* en limitant son poids aux alentours de 24 à 25 tonnes et que, pour maintenir la cohérence du concept, il fallait optimiser celui-ci aux alentours de 30 tonnes... ce qui dépasse largement les possibilités de la version actuelle d'Ariane 5 ! Pour permettre à Ariane 5 de propulser ce qui aurait pu être la première navette spatiale européenne, il aurait, en fait, fallu attendre le développement de nouvelles versions du moteur Vulcain HM-60 (qui ne seront pas disponibles avant les années 2008-2010) et compter aussi sur l'apparition de nouveaux matériaux plus légers... Même si le manque de volonté politique et la crise financière sont les deux causes principales de la dilution de l'ambitieux programme spatial concocté en novembre 1987 à La Haye, il faut bien reconnaître aujourd'hui que le projet Hermès manquait quelque peu de réalisme et

qu'en l'état du niveau de ses techniques spatiales l'Europe aurait peut-être été mieux inspirée de se tourner vers d'autres solutions plus « classiques », avant de faire ultérieurement le saut vers le récupérable. Avec une capacité en orbite basse de 15 à 22 tonnes pour le lanceur Ariane 5, une solution existe bien sûr pour l'Europe, à savoir la capsule, même si elle apparaît quelque peu « rétro » en nous ramenant à l'époque des Mercury, Gemini et Apollo. N'oublions pas toutefois que le vaisseau spatial russe Soyouz-TM n'est dans sa phase retour ni plus ni moins qu'une capsule freinée par des parachutes, et que la version actuelle n'est qu'une simple amélioration d'un concept que les Russes utilisent avec succès depuis octobre 1968, suite aux reconfigurations nécessitées par l'échec du premier vol. A l'époque, en avril 1967, la défaillance du système de parachutage avait entraîné une arrivée trop rapide du vaisseau au sol et la mort du cosmonaute Vladimir Komarov.

Même si « rien ne vaut une navette », comme le déclare Jörg Feustel-Büechl, directeur des programmes de vols habités et de la microgravité à l'ESA, il faut également savoir que la mise au point d'une capsule efficace (qui peut éventuellement être ailée pour assurer une meilleure rentrée aérodynamique) requiert préalablement de nombreux « bancs d'essais volants », pour valider « in situ » les technologies choisies. En effet, l'Eu-



L'ARD en phase de rentrée atmosphérique. Ce projet vise à réduire les risques du futur CTV, notamment en ce qui concerne les matériaux de protection thermiques, la précision de rentrée et la récupération.



*Le bouclier thermique de l'ARD, conçu par Aerospatiale, doit être embarqué lors du deuxième vol d'essai d'Ariane 5.*

rope, malgré une expérience certaine en matière de rentrée atmosphérique de cônes de missiles militaires, ne dispose pas encore de l'expérience américaine ou russe. Ceci explique le pourquoi du programme européen de démonstrateur de rentrée atmosphérique ARD (Atmospheric Reentry Demonstrator), dont le contrat de réalisation fut signé en septembre 1994 entre l'ESA et Aerospatiale. L'Europe entend ainsi « *procéder, par l'intermédiaire de cette capsule de 3 tonnes, à l'essai et à la démonstration des technologies clés nécessaires dans des conditions aussi proches que possible de l'environnement opérationnel réel* ».

ARD, qui doit normalement partir sur le deuxième vol d'essai d'Ariane 5 (AR 502) qui n'aura pas lieu avant le printemps 1997, utilisera beaucoup de matériaux nouveaux et certains développements technologiques démarrés dans le cadre de Hermès et poursuivis dans le cadre du Programme de moyens de transport spatial habité de l'ESA (MSTP). Le montant financier est somme toute très acceptable : 31 millions d'Unités de compte européen (1 Unité de compte européen = ± 6,5 francs). Ce programme a été mis au point, sous la direction d'Aerospatiale, en un temps record de deux ans et n'est pas sans rappeler la capsule japonaise Orex (lancée par une H-2 en 1994), correspondant au premier stade de développement de la future navette automatique de 10 tonnes de la NASDA dénommée Hope-X.

Cette capsule, de forme conique, sera montée comme un satellite normal dans la coiffe d'Ariane 5 (qui embarquera également deux autres satellites dont un petit satellite ra-

dioamateur) et n'effectuera pas de tour complet de la Terre (pour des raisons de coûts), mais une *trajectoire suborbitale* culminant à 1800 kilomètres lors de son apogée. Cette phase sera suivie de la rentrée atmosphérique au cours de laquelle seront testées les technologies clés (aérothermique, pilotage, etc.), et le déploiement des parachutes, avant amerrissage dans le Pacifique à environ 2000 kilomètres à l'Est de l'îlot de Clipper-ton. Il est très important de noter que, lors de la phase retour, la trajectoire de l'ARD sera très proche de celle des véhicules habités comme la navette américaine ou le Soyouz-TM russe.

Comme le soulignent les responsables du programme MSTP de l'ESA : « *Pour le véhicule de transport d'équipages que nous souhaitons développer, et pour un éventuel véhicule de secours européen amarré à la station spatiale internationale Alpha, les techniques les plus critiques que l'Europe doit maîtriser ont trait aux opérations de rentrée et d'atterrissage, autrement dit à l'aérodynamique et à l'aérothermique, aux systèmes de protection thermique, de parachutes et d'amortissement, ainsi qu'aux méthodes de pilotage, de localisation et de récupération. Pour la maîtrise de ces technologies, la démonstration en vol est la technique d'essai qui correspond le mieux à la nécessité de valider les différents outils à utiliser pour passer au développement proprement dit du véhicule habité.* »

Il est bien évident que le succès ou l'échec du programme ARD aura des conséquences sur la mise en œuvre du futur véhicule de transport spatial européen qui pourrait voir le jour vers 2003-2004, si le financement de

principe, qui, lui, semble avoir été accordé lors de la dernière Conférence spatiale de Toulouse pour des travaux d'études et de définition, est poursuivi par une mise de fonds suffisamment conséquente pour de véritables travaux de recherche & développement.

## Les opportunités offertes par la station Alpha

Les difficultés financières rencontrées par les différentes puissances spatiales mondiales ont eu comme effet positif de mettre entre parenthèses les susceptibilités, et d'aboutir parfois à une mise en commun des moyens. L'exemple de la station ISS ALPHA, d'inspiration américano-russe, est tout à fait significatif de ce processus. Même si l'on peut regretter que l'option dominante choisie (laboratoire international de recherches technologiques dans l'espace) ne s'insère pas nettement dans le cadre d'une stratégie délibérée de conquête de l'espace, les opportunités existent pourtant. Tout dépendra de ce que l'on construira autour et à partir de la nouvelle station spatiale qui devrait être mise progressivement en place à partir de 1997, après la mise à poste du module russe de base FGB. Il faut toutefois reconnaître que cette nouvelle donne orbitale américano-russe, en mettant les autres devant le fait accompli, a aiguillonné l'Europe spatiale, traumatisée par l'abandon du programme Hermès. Le vieux continent ne voulait pas se contenter d'un simple strapontin sur la station. Ainsi naquit, au sein de l'ESA, le programme MSTP. Du côté gouvernemental, le ministre français François Fillon estimait, dans un document remis au Premier ministre en avril 1995, « *inconcevable que la France et l'Europe ne participent pas à cette aventure politique, scientifique et industrielle sans précédent* ». Bien que s'alignant sur l'Allemagne pour circonscrire le budget européen de participation à la station à une somme de 14 milliards de francs pour la période 1996-2000, il est intéressant de souligner que, outre l'acceptation de principe du module orbital laboratoire COF et du véhicule automatique de transfert ATV qui seront finalement budgétisés dans le cadre d'un programme global de 18 milliards de

francs lors de la conférence de Toulouse, le pouvoir politique français de l'époque s'engagea franchement pour l'option d'un *véhicule de secours*. Celui-ci, amarré à la station en configuration « Space Rescue » après avoir été lancé par Ariane 5, est conçu pour jouer un des rôles imaginés pour Hermès, à savoir celui d'une chaloupe de sauvetage permettant d'évacuer les occupants de la station spatiale, en cas de nécessité vitale, avant retour sur Terre par freinage atmosphérique par parachutes. D'où la dénomination d'ACRV (Assured Crew Recovery Vehicle) ou de CRV (Crew Rescue Vehicle) pour ce type de véhicules dont des avant-projets avaient été présentés depuis longtemps par des sociétés comme Aerospatiale et Boeing.

L'attitude du gouvernement français de l'époque fut à la fois positive et restrictive. Positive du fait que le gouvernement, voulant profiter d'une certaine dynamique russo-européenne apparue peu avant l'arrêt officiel du programme Hermès (il fut un temps question d'une navette russo-européenne), prônait une collaboration en deux étapes : nécessaire modernisation du Soyouz dans un premier temps puis, s'inspirant des concepts proposés par Aerospatiale, programme bilatéral russo-européen pour un nouveau type de CRV.

Ceci en tenant compte à la fois du fait que le Soyouz-TM, accepté par les Américains pour jouer provisoirement le rôle de CRV, reste le seul véhicule actuellement disponible pour un amarrage permanent à la station et, aussi, que ce véhicule russe, dont le volume habitable ne dépasse pas 8,5 m<sup>3</sup> pour trois cosmonautes en tenant compte des plus récents aménagements, apparaît « techniquement dépassé ».

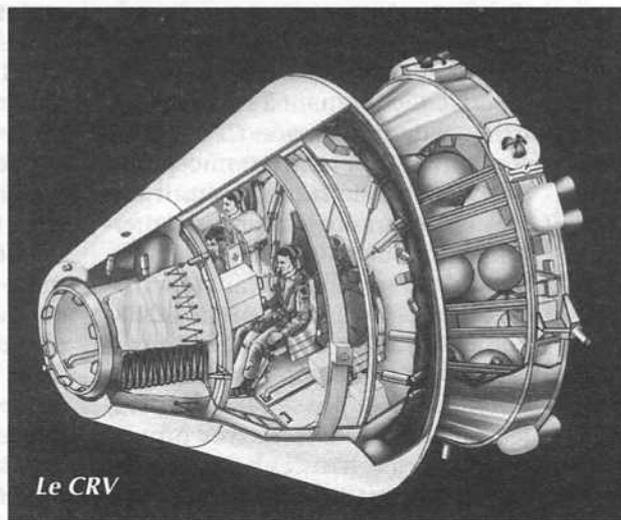
Cette position était toutefois restrictive, puisqu'en l'absence d'un concept complémentaire, ce véhicule (compatible avec Ariane 5) n'offre que des possibilités réduites en matière de transport spatial habité devant effectuer des missions régulières en version mixte (passagers plus charge utile scientifique ou de matériel). De plus, les spécificités mêmes de la station Alpha impliquent, pour un vaisseau de type ACRV ou CRV, une

capacité de retour pouvant être portée à 5 ou 6 astronautes. Aux dernières nouvelles, il semble que l'on s'oriente, pour l'ACRV post-Soyouz, vers une coopération Europe-Etats-Unis-Russie, dont la plus grosse partie du financement serait américaine mais dont la conception technique d'ensemble serait à dominante américano-russe, en vertu de l'accord conclu entre ces deux pays le 17 juin 1992. Un des volets de cet accord concerne les études de compatibilité des systèmes de rendez-vous et d'amarrage des deux pays, ainsi que la conception de véhicules classiques balistiques plus économiques que la navette. Ceux-ci pourront être ailés

des contrats internationaux pour la desserte d'Alpha ou l'envoi d'une mission habitée en cas de nécessités urgentes de réparation par des astronautes spécialisés. Un autre avantage serait de pouvoir développer, à partir du CTV et avec un départ depuis la station Alpha, un véhicule de transfert (habité ou non) vers une orbite lunaire.

Le coût de développement d'un tel véhicule (d'une masse d'environ 10 tonnes) a été estimé par l'équipe de Patrick Eymar, et ensuite confirmé par l'ESA, à 15 milliards de francs. Le principe du véhicule fut approuvé lors de la dernière Conférence spatiale de Toulouse, avec toutefois une déception : les investissements dégagés (dans le cadre d'un budget de 18,5 milliards de francs en ce qui concerne la participation européenne à la station spatiale) ne représentent, pour la période 1996-1997, tout au plus que 40 millions d'Unités de compte européennes contre 50 millions demandés par l'ESA.

Il faudra attendre début 1998, lors du prochain conseil ministériel de l'Agence spatiale européenne, pour connaître la décision définitive quant à ce projet (avec une participation majoritaire française, la situation étant



et devront comporter un niveau de précision d'atterrissage au retour très supérieur aux systèmes utilisés auparavant.

Devant de telles contraintes, l'Europe devait réagir. Sur le plan des principes, l'ESA a repris l'idée proposée par le CNES vers la fin 1994, à savoir le CTV (Crew Transport Vehicle), véhicule de transport d'équipages compatible avec Ariane 5, capable d'envoyer vers la station soit quatre astronautes avec une charge utile accompagnatrice de 400 kilos, soit six astronautes en version « tout passager ». L'intérêt d'un tel engin, qui offrirait une réelle forme d'autonomie aux Européens, serait double : pour l'envoi d'un équipage de spécialistes vers Alpha, le CTV européen coûterait moins cher que la navette spatiale américaine dont le coût de chaque vol est estimé (selon la configuration de la mission), entre 500 et 900 millions de dollars. D'autre part, les Européens pourraient décrocher

inverse en faveur de l'Allemagne pour ce qui concerne le véhicule automatique de transfert ATV). Néanmoins, ce scénario pourrait être à la fois modifié et accéléré en faveur d'une solution euro-américaine, au vu de la visite que vient d'effectuer à la NASA le nouveau président du CNES, Alain Bensoussan, au printemps dernier. L'arrangement en cours serait le suivant : participation de l'Europe à l'ACRV américano-russe contre le savoir-faire de la NASA (hérité de l'épopée Apollo) au CTV européen. Ce compromis pourrait, cette fois, éviter aux Européens la désillusion essuyée par le passé lors de l'attribution des études sur la navette interorbitale « TUG ». En effet, le budget spatial américain en réduction ne permet plus, depuis longtemps, à la NASA d'être présente en même temps sur tous les fronts. L'union fait la force lorsque les deniers sont rares et que les financiers se font « harpagons ».