

La Gazette

Groupe
Régional
Midi-Pyrénées

Juillet -
Septembre 2011
N° 22



Midi-Pyrénées

ISAE campus SUPAERO
Résidence 2
10, avenue Edouard Belin
31400 Toulouse

Téléphone : 05 62 17 52 80
Télécopie : 05 62 17 52 81
Messagerie : aaaftlse@aol.com
Site : www.3af-mp.fr

Le dossier

Le Projet de la navette spatiale Hermès ses débuts : bientôt 35 ans d'âge et ses «réorientations»

Philippe Mairet - Commission technique EOS

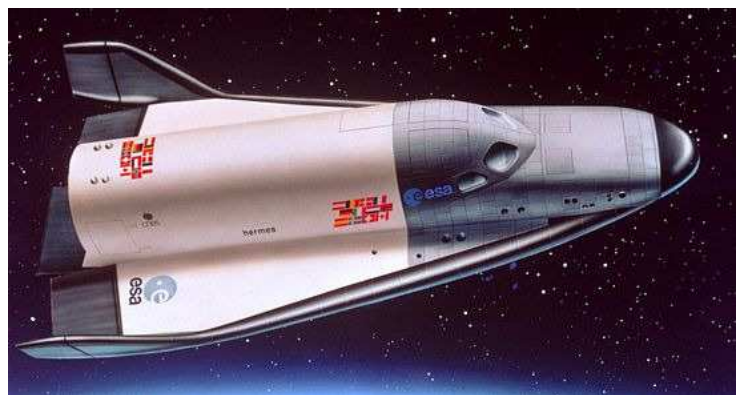


Illustration de l'avion spatial Hermes

1: L'avion spatial français : 1977-1984

(nota : dès la fin de 1975, on parle de vols habités et de mini-navette lancée par des futures versions de la fusée Ariane)

1977

En 1977, le CNES lance une étude prospective de faisabilité d'un avion spatial habité. Cet avion spatial, appelé Hermès, nom proposé par Mr Frédéric d'Allest lors de la première réunion de travail sur le sujet, est destiné à des missions d'observation sur orbite circulaire à 200 kilomètres d'altitude inclinée à 60 degrés ou à des rendez-vous avec une station orbitale gravitant à 400 kilomètres sur une orbite inclinée à 30 degrés sur l'équateur.

Les premières études portent sur un planeur hypersonique à ailes en delta lancé par Ariane 4. Dans cette version peuvent prendre place deux pilotes, un passager, 120 kilogrammes de bagages et d'équipements divers par homme et 400 kilogrammes de fret.

1978

Bientôt, cependant, on envisage l'utilisation d'Ariane 5 qui autorise l'emport d'un Hermès de 10 tonnes et 11.55 mètres de long. Hermès ne comporte que des petits moteurs de changement d'orbite ou de contrôle d'attitude. Il emporte cinq astronautes dont deux pilotes et trois passagers. Les passagers peuvent être remplacés pour les missions de fret par 1.5 tonnes de charge utile. Astronautes et charges utiles sont placés dans le même compartiment pressurisé de 6.3 mètres de long qui offre 15 mètres-cubes de volume.

La durée maximale d'un vol est fixée à sept jours. Pendant le lancement, la sécurité est assurée par un gros propulseur de 2.1 tonnes de poudre fixé sous le fuselage. En cas de grave anomalie de fonctionnement d'Ariane 5, le propulseur est allumé, développe une poussée de 80 tonnes pendant 5 secondes et écarte Hermès du lanceur en perdition. En cas de retour au-dessus de la mer, des parachutes sont utilisés pour obtenir un amerrissage en douceur. L'ensemble de ces moyens de sauvegarde représente 610 kilogrammes.

1979

Hermès est un planeur hypersonique à aile delta pesant 10 tonnes et pouvant emporter 5 astronautes ou seulement deux avec une charge de 1500 kg durant une semaine. L'avion sera lancé par une Ariane 5H et récupéré au sol sur une piste d'atterrissage comme le Shuttle américain. Le guidage et le pilotage seront entièrement automatiques.

Le projet sera présenté à l'ESA (European Space Agency, ou Agence Spatiale Européenne) d'ici un an et demi, après une étude approfondie. La faisabilité de certains points technologiques importants reste à démontrer pour sa réalisation, notamment du côté de la protection thermique réutilisable et de l'alimentation électrique grâce à des piles à combustible.

1980

En 1980, puis en 1981, le CNES lance des études sur deux points clés de la technologie Hermès : la fourniture d'énergie électrique grâce à des piles à combustible, et les protections thermiques. Des essais aérodynamiques concernant les phases de vol de retour hypersonique et d'atterrissage sont effectués.

A noter, associée à Hermès, la station SOLARIS (Station Orbitale Laboratoire Automatique de Rendez vous et d'Interventions Spatiales).

Trois systèmes spatiaux sont envisagés :

- une station orbitale automatique à 800 km d'altitude et de longue durée de vie, destinée à des expériences en microgravité (notamment en science des matériaux).
- un véhicule automatique de transport partiellement récupérable pouvant assurer les rendez-vous grâce à un module autonome.
- un module de télémanipulation robotique pour réaliser les assemblages et la maintenance.

Le CNES prévoit SOLARIS pour la fin de la décennie 1980.

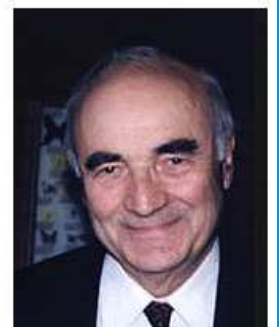
1982

Les études de niveau système portent sur la version automatique d'Hermès, sur l'aérodynamique et les plans de développement.

1983

Le président du CNES, Mr Hubert Curien (ci-contre) annonce : "Nous sommes maintenant pratiquement sûrs que la France et l'Europe devront se lancer dans les vols habités."

Les possibilités offertes par l'intervention de l'homme en orbite basse en matière de réparation, maintenance ou mise en service d'installations, les perspectives de fabrication de matériaux cristallins ou pharmaceutiques en apesanteur, viennent argumenter cette nouvelle politique.



1984

Le 24 janvier, aux Etats-Unis, dans son message annuel sur l'état de l'Union, le président Reagan charge la NASA de "construire d'ici dix ans une station orbitale habitée en permanence". Cette directive couronne des années d'études d'avant-projets de la plupart des grandes firmes aérospatiales américaines. En Europe, depuis un an déjà, l'Italie et l'Allemagne étudient le projet Columbus de station orbitale européenne.

Mars, le CNES passe un contrat d'une durée de 2 ans avec Aerospatiale et Dassault pour une étude préliminaire d'avant-projet concernant Hermès. L'enjeu est la responsabilité de la maîtrise d'œuvre du programme.

Juin, le projet Columbus est présenté à l'Agence Spatiale Européenne par ses promoteurs. Dans une première étape, le (ou les) module(s) de la station Columbus serai(en)t amarré(s) à la station américaine. Puis, une station européenne autonome serait constituée.

Le projet Français de mini navette Hermès est défini comme un avion spatial lancé par Ariane 5 et capable d'emporter 4 à 6 astronautes (ou seulement 2 astronautes) et une petite charge utile en orbite basse, et de les faire revenir sur Terre. Les études du CNES et de l'Industrie (Aérospatiale et A.M.D.-B.A.) le définissent comme ayant la taille d'un Mirage 2000, avec une longueur de 15 à 18 m pour 10 m d'envergure et 6 m de hauteur. La masse au lancement atteint 16700 kg pour des missions en orbites basses à 170-400 km, et 13100 kg pour des missions en orbites héliosynchrones (170-890 km). La performance d'Ariane 5 devra être améliorée de 2 tonnes pour pouvoir lancer Hermès. La charge utile avec deux passagers sera de 4500 kg avec un volume de 35 m3 et une soute de 3 m de diamètre seulement.

Le lancement est prévu avec une Ariane 5 version bi-étage. L'autonomie de l'avion sera de 90 jours en mode amarrage (amarré, alors, à une station orbitale américaine, ou soviétique, ou européenne (Colombus)) ou de 10 jours (en vol autonome). Afin de manipuler les charges utiles, Hermès sera équipé d'un bras télémanipulateur et d'un sas pour s'amarrer à la station orbitale.

Le retour à travers l'atmosphère terrestre se fera comme un planeur (en vol plané) et l'atterrissage sera réalisé sur une piste de 4000 m à 85 m/s.

Hermès ressemble alors au Shuttle US, mais en plus petit. La forme définitive est encore «grossière», avec une voilure en double delta pourvue d'élevons et d'aérofreins. La structure sera en aluminium ou en titane avec du carbone pour certaines zones. La protection thermique, qui représente alors 12% de la masse totale, sera composée de composites en carbone-carbone, d'un matériau ablatif et d'un isolant type céramique.

L'alimentation en électricité sera fournie grâce à des piles à combustible associées à des batteries. La propulsion en orbite sera assurée par des moteurs de manœuvre de poussée comprise entre «1 et 40 kg».

2. : A partir de 1985/1986

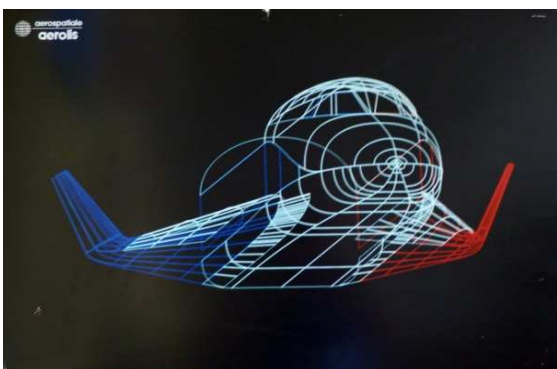
Les 30 et 31 janvier 1985 a lieu à Rome une réunion, au niveau ministériel, du conseil de l'organisation spatiale européenne. Lors de cette réunion, la France propose à ses partenaires de considérer les trois programmes : la station orbitale Colombus, le lanceur Ariane 5 et l'avion spatial Hermès. Ces trois programmes constituent trois composantes indissociables de la future infrastructure orbitale européenne. Finalement, lors de cette réunion, l'Europe marque sa volonté d'entreprendre le programme Colombus, tout en participant à la station orbitale américaine, et le programme de lanceur Ariane 5.

La distinction est nette entre les projets Colombus et Ariane 5, d'une part, et Hermès d'autre part. La France aurait souhaité un engagement sur Hermès analogue aux autres. Cependant, l'adhésion d'un certain nombre de nos partenaires, en particulier l'Allemagne, n'a pas pu être obtenue, principalement pour des raisons financières. Certains pays, dont l'Allemagne, verraient plus volontiers le programme Hermès décalé de quelques années. De son côté, la France craint qu'en cas de dépassement financier des programmes en cours dans les prochaines années, le démarrage du programme Hermès ne se trouve reporté d'année en année, ce qui entraînerait une mise en service au-delà de la date utile.

Les partenaires européens notent, cependant, avec intérêt, la proposition française du programme Hermès et essaieront de l'inclure au plus vite dans les programmes facultatifs de l'ESA. Pour la première fois depuis 10 ans, une décision des ministres est positive en faveur d'Hermès. La France va donc dans l'immédiat démarrer seule les études d'Hermès au plan national, puis avec comme partenaires la Belgique, l'Italie, la Suède et la Suisse.

Au mois de mars, le CNES décide d'anticiper d'un an le choix du maître d'œuvre d'Hermès, choix qui devait être effectué seulement à la mi-1986. Ce choix sera fait dans l'été et à l'issue de la remise des rapports d'avant-projet du 30 mars.

Au mois de juin, à l'occasion du salon du Bourget à Paris, le président du CNES, Mr Frédéric d'Allest, annonce que le premier vol d'Hermès est prévu le 1er avril 1995. Le plan de développement a été avancé de deux ans afin de faire coïncider les mises en service d'Ariane 5 et Hermès. Hermès sera le «passager» du troisième vol d'essais du lanceur. Le CNES et l'ESA préparent ensemble le dossier de présentation du Programme (qui sera remis lors de la réunion de mars 1986 aux Etats-membres). Après les études préliminaires de définition, le Programme pourrait démarrer dès mi-1987.



Premières formes Hermès (ASH) sous Aérois

Le 18 octobre, Aérospatiale est choisi par le CNES pour la maîtrise d'œuvre de l'avion spatial Hermès. Dassault est nommé maître d'œuvre délégué et chargé de l'aéronautique (le MODA) pour la construction d'Hermès. Les deux industriels se partagent alors la maîtrise d'œuvre de l'avion (design basé sur le dessin de A.M.D.-B.A.).

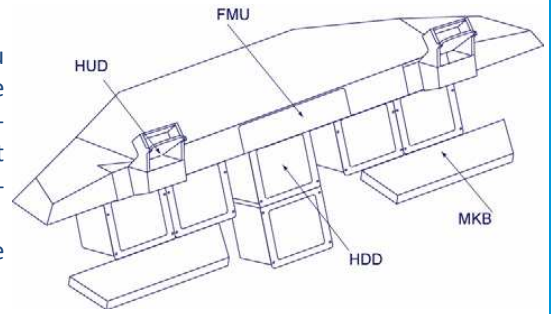
A.M.D.-B.A. est chargé de la définition de l'avion spatial, de la conception aérodynamique et de l'aérothermie, des trajectoires de rentrée atmosphérique, des qualités de vol, du système de pilotage en phase atmosphérique, des essais en vol subsonique, de la conception de l'ensemble de la structure et des essais associés, ainsi que de la

conception et la fourniture de la protection thermique. La société A.M.D.-B.A. propose, par ailleurs, la réalisation d'un «prototype-démonstrateur» à l'échelle 1/4 d'Hermès pour l'étude de la rentrée atmosphérique (le "MAIA").

L'avion d'A.M.D.-B.A. est alors un planeur hypersonique à «gros fuselage porteur» et à aile delta dotée d'importantes dérives à ses extrémités, la partie avant étant occupée par la cabine de pilotage et l'équipage, la partie médiane par la soute de 53 m3 et la partie arrière par les propulseurs.

La protection thermique d'Hermès serait plus sophistiquée que celle du Shuttle US. La SEP (Société Européenne de Propulsion) serait chargée de concevoir les structures chaudes et très chaudes de l'avion, à base de matériaux composites céramiques au carbure de silicium (SiC-SiC), notamment pour les parties exposées à des températures de 1400°C pendant 20 minutes (nez et bord d'attaque).

La proposition d'Aérospatiale pour le cockpit d'Hermès est basée sur celle de l'avion de transport Airbus (voir ci-contre).



Le 25 octobre, l'Agence Spatiale Européenne et le CNES présentent le programme Hermès à l'ensemble de l'Industrie et des organismes européens. Bien qu'aucune décision ne soit prise, l'ESA souligne que le trio (constitué d'Ariane5, de la station orbitale Columbus et de l'avion spatiale Hermès) est une nécessité pour aboutir à l'autonomie européenne. Leur définition doit se faire simultanément afin d'assurer leur cohérence même si cela est indépendant du calendrier de développement de chaque projet. Des décisions pourraient être prises dès 1987.

Dans le même temps, le CNES annonce les intentions de participations des Etats européens pour Hermès avec 50% pour la France, 15% pour l'Allemagne, 13% pour l'Italie, 7% pour la Belgique, 5 % pour les Pays Bas, 4% pour l'Espagne, la Suisse et la Suède, 1.5% pour l'Autriche, 1% pour le Danemark, 0.6% pour l'Irlande, le Canada et la Norvège n'ayant pas donné de chiffres. Soit un total de plus de 100% ! Le CNES ne devrait pas avoir de mal à trouver les 80% nécessaires au lancement du Programme en 1987.

Les missions sont de trois types :

- dans le premier type de mission, Hermès intervient seul. Ce type de mission, dite «autonome», s'étendrait sur une période allant d'une semaine à un mois et sur des orbites d'inclinaison quelconque sur l'équateur, jusqu'à une altitude de 800 kilomètres (pour l'observation de la Terre ou des expériences de microgravité, de biophysique ou de technologie).

- dans le deuxième type de mission, il y a une exigence : celle correspondant au rendez-vous pour des raisons de ravitaillement, de maintenance ou de réparation de grandes plates-formes automatiques, de satellites d'application (météorologie, évaluation des ressources terrestres, océanographie) et de satellites scientifiques. Ce type de mission se déroule à des altitudes de 500 kilomètres, inclinées à 98 degrés sur l'équateur en général et pour des durées de deux semaines.

- enfin, le troisième type de mission : les missions d'accès à une station orbitale. Ce type de mission inclue les opérations d'assemblage avant mise en service, puis les opérations de ravitaillement et de relève d'équipage. L'orbite à atteindre est inclinée à 28.5 degrés sur l'équateur (cas de la station américaine) ou à 60 degrés environ (cas de la station autonome européenne). L'altitude est alors comprise entre 400 et 500 kilomètres. La durée de la mission va d'une semaine à quatre-vingt-dix jours (dans ce dernier cas, Hermès reste amarré à la station). La charge utile est alors de 4500 kilogrammes, et quatre à six astronautes trouvent place à bord d'Hermès. Pour des missions de sauvetage, dans une version ultérieure, la soute d'Hermès pourrait être équipée d'un module pressurisé, ce qui permettrait de rapatrier un total de dix personnes.

Hermès a alors une longueur de 17.9 mètres et une envergure de 10.2 mètres. La structure principale est en matériaux composites, sauf la cabine pressurisée, qui est en aluminium. En ce qui concerne la voilure, c'est la solution aérodynamique de type Dassault (anciennement A.M.B.-D.A.) qui est retenue : ailes en delta très incliné (74 degrés), équipées de dérives en bout d'aile, et absence de dérive centrale sur le fuselage. La finesse en hypersonique permet un déport latéral de part et d'autre de la trajectoire directe de rentrée (qui va jusqu'à 2500 kilomètres). Un tel déport signifie que si Hermès est lancé depuis Kourou (Guyane française) pour atteindre l'orbite de la station américaine inclinée à 28.5 degrés sur l'équateur (orbite qui entraîne Hermès à passer, le plus au nord, en un point au-dessus du Caire (Egypte)), Hermès est alors capable de revenir atterrir à la base aérienne 125 d'Istres-Le Tubé, près de Marseille.

La cabine pressurisée offre alors un volume de 25 mètres-cubes, volume auquel peut s'ajouter celui du sas disposé à l'arrière de la cabine, dans la partie avant de la soute. La soute a alors un volume de 35 mètres-cubes, un diamètre de 3 mètres et une longueur de 5 mètres.

Pour une mission de ravitaillement de la station orbitale et de relève d'équipage (sur une orbite de 110 kilomètres de périégée et 360 kilomètres d'apogée et inclinée à 28 degrés sur l'équateur, la masse totale d'Hermès, avec 4500 kilogrammes de charge utile, est de 16750 kilogrammes.

Pour une mission en orbite héliosynchrone de 110 kilomètres de périégée et 760 kilomètres d'apogée et inclinée à 98 degrés sur l'équateur, la masse totale d'Hermès, avec 1000 kilogrammes de charge utile, est de 13100 kilogrammes. Sur ces orbites, les capacités maximales d'Ariane 5 sont respectivement de 17300 kilogrammes et de 13350 kilogrammes, ce qui ne laisse qu'une marge faible (il faudra donc augmenter la masse des ergols du lanceur pour porter à 20 tonnes la charge utile sur orbite faiblement inclinée).

La mise en orbite définitive sur orbite circulaire de 360 kilomètres pour la mission station orbitale et de 760 kilomètres pour la mission héliosynchrone incombe au système de propulsion propre d'Hermès. Le système comporte deux moteurs utilisant comme ergols de la monométhyldiazine (MMH) et un mélange de peroxyde d'azote et monoxyde d'azote (MON), qui constituent le carburant. Les ergols sont chassés des réservoirs vers les moteurs par un système de pressurisation à l'hélium. Normalement, une masse de 2 tonnes d'ergols est embarquée à bord d'Hermès. Des réservoirs supplémentaires peuvent être ajoutés dans la soute et ainsi apporter une capacité plus grande de 2 ou 3 tonnes. Chaque moteur a une poussée de 2 tonnes. Ces moteurs servent aussi aux changements d'orbite effectués lors des manœuvres de rendez-vous. Pour les manœuvres fines d'approche en phase finale de rendez-vous et le contrôle d'attitude (c'est-à-dire les rotations), Hermès dispose d'un second système de propulsion désigné «système de contrôle d'attitude» et composé de dix-huit tuyères (huit à l'arrière et dix à l'avant) permettent tous les types de mouvement. Seize de ces tuyères fonctionnent avec de la MMH et du MON (comme pour les moteurs principaux). Les tuyères de l'arrière utilisent d'ailleurs des ergols puisés dans les réservoirs des moteurs principaux. Les moteurs de l'avant disposent de leurs propres réservoirs pressurisés par l'azote utilisé dans le système de contrôle de l'atmosphère de la cabine. Deux des tuyères du bloc avant sont des tuyères à gaz froid consommant directement de l'azote gazeux. Leur poussée est très faible. Elles sont utilisées pour les manœuvres finales de rendez-vous et d'accostage où une grande précision est exigée.

L'énergie électrique de bord est fournie par deux piles à combustible qui consomment de l'hydrogène et de l'oxygène gazeux et ont l'avantage de produire de l'eau potable. Un système de secours est installé sous forme d'un petit moteur thermique entraînant un alternateur. Le moteur thermique utilise également de l'hydrogène et de l'oxygène gazeux. Hydrogène et oxygène sont stockés à l'état liquide dans deux jeux de trois réservoirs. Chaque jeu de réservoir peut alimenter l'une ou l'autre des piles à combustible et le moteur thermique mais chaque réservoir peut également être isolé au cas où il fuirait. Comme pour les moteurs principaux cette disposition augmente la fiabilité. La puissance maximale disponible est de 10 kilowatts. La consommation en orbite varie entre 2 et 5 kilowatts. Pendant le lancement, elle est de 2 à 4 kilowatts et à la rentrée elle peut culminer à 6.5 kilowatts.

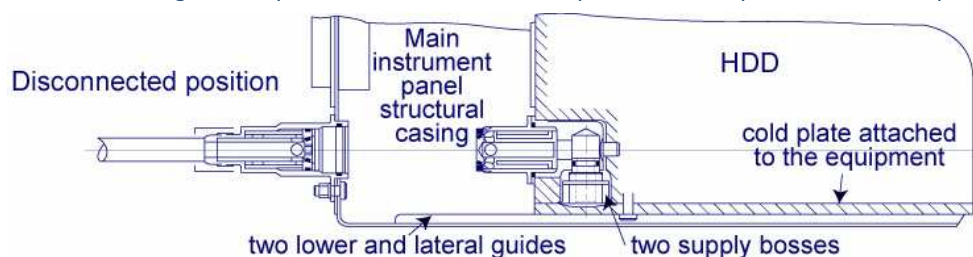
Le système de contrôle d'environnement a pour mission de maintenir à l'intérieur de la cabine toutes les conditions favorables à la vie et même au confort. Il comprend un système de stockage et de fourniture d'oxygène et d'azote, un système de contrôle de température, un système d'alimentation et de traitement de l'eau.

Le système de stockage et de fourniture d'oxygène et d'azote alimente la cabine sous une pression de 1 atmosphère (identique à celle qui règne au niveau du sol). Le système est dimensionné pour alimenter un équipage de 4 personnes pendant 10 jours.

Le système de contrôle de la température comporte un circuit à air (celui de la cabine), un circuit à eau et un circuit à fréon. La chaleur passe d'un circuit à l'autre dans des échangeurs (pour être évacuée à l'extérieur par des radiateurs disposés alors dans les portes de la soute). Les radiateurs sont exposés au vide ambiant lorsque les portes sont ouvertes. Lorsque les portes sont fermées pendant les phases de lancement ou de rentrée, la chaleur est évacuée par un évaporateur à ammoniac et un évaporateur à eau. Dans le circuit air de l'air cabine, est disposé un container d'hydroxyde de lithium qui sert à enlever le gaz carbonique. La teneur en vapeur d'eau est également contrôlée au moyen d'un échangeur qui condense l'eau en excès, celle-ci étant stockée pour réutilisation. Cet échangeur est aussi celui qui réfrigère l'air de la cabine en transférant la chaleur dans le circuit eau. L'air est aussi utilisé pour le refroidissement des équipements électroniques.

Le système de fourniture et de traitement de l'eau comporte des réservoirs de stockage qui reçoivent l'eau produite par les piles à combustible à raison de 18 kilogrammes par jour. Cette eau est utilisée pour la boisson et pour alimenter le circuit des toilettes qui est également alimenté par la condensation de l'eau en excès dans l'air de la cabine.

Le système de gestion de données de bord est le «cerveau et le système nerveux» d'Hermès. Le «cerveau» est constitué par trois ordinateurs à fonctions générales, un ordinateur de contrôle, des mémoires de masse et des enregistreurs. Les informations circulent sur un bus de données triple. Les informations de navigation sont fournies par une centrale inertielle, des senseurs stellaires, le radar altimétrique, le radar de rendez-vous, les antennes du système d'atterrissage à micro-ondes, le système de navigation par satellite. Le système assure la saisie des nombreuses mesures effectuées partout sur l'engin et leur retransmission au sol et sur les écrans du tableau de bord. Les ordinateurs sont mis à contribution pour toutes les opérations de pilotage. Toute commande envoyée par les pilotes au travers des mini-manches est traitée par les ordinateurs, que ce soit en phase de rendez-vous et d'amarrage ou en phase de rentrée. Par exemple, si dans l'espace un des deux pilotes désire commander une rotation en inclinant un des deux mini-manches latéraux (dits de «rotation»), l'ordinateur traduit l'inclinaison par une vitesse de rotation désirée et fait fonctionner les moteurs de contrôle d'attitude jusqu'à ce que cette vitesse soit atteinte.



Projet de refroidissement HDD par plaque froide alimentée par le circuit à eau

En vol atmosphérique de rentrée et en cas de pilotage manuel, l'ordinateur prend en compte les informations en provenance du mini-manche et les informations de navigation et des senseurs atmosphériques (attitude et vitesse) pour commander les gouvernes avec plus ou moins d'amplitude. Il est des phases de vol où les mouvements des gouvernes peuvent s'inverser par rapport à ce qui se fait sur un avion normal. Pour les deux pilotes, ces phases ne sont pas perceptibles et fort heureusement la commande des mini-manches s'exerce toujours dans le même sens.

(à noter qu'il existe également un mini-manche central (dit de «translation»).

Au début de la rentrée à très haute altitude et très grande vitesse, les gouvernes sont inopérantes et les moteurs de contrôle d'attitude sont seuls efficaces. Au fur et à mesure de l'augmentation de la densité de l'air, les gouvernes deviennent de plus en plus efficaces. La mise en fonction des gouvernes n'a pas lieu au même moment sur chaque axe (lacet, tangage roulis de l'engin). C'est, en général, la commande de roulis qui peut être exercée en premier, puis la commande de tangage et enfin assez tard la commande de lacet. De plus, lorsqu'une gouverne devient opérante, on ne passe pas brutalement d'une commande par les moteurs de contrôle d'attitude à une commande par la gouverne, celle-ci étant encore trop peu efficace. Il existe une phase où la gouverne et les moteurs de contrôle d'attitude sont utilisés simultanément. Là encore, grâce aux ordinateurs de bord, les pilotes ne voient pas tous ces changements et, pour eux, les mini-manches se manœuvrent toujours de la même façon. On comprend que dans ces conditions l'engin ne se sait plus pilotable sans les ordinateurs et que le fonctionnement d'au moins l'un d'entre eux soit absolument vital. C'est pourquoi les ordinateurs sont au nombre de quatre.

Pour supporter sans dommage la rentrée dans l'atmosphère, Hermès est équipé d'une protection thermique. Cette protection est réutilisable. On distingue trois types de protections thermiques (suivant leur emplacement et la température à laquelle elles sont soumises). Les plus chaudes sont situées sur le nez, sur les bords d'attaque des ailes et sur toute la surface des dérives latérales et des ailerons. En ces endroits, les températures dépassent 800 degrés Celsius et atteignent même 1400 degrés Celsius (bords d'attaque des ailes) et 1850 degrés Celsius (nez). Seule une structure composite en céramique au carbure de silicium (fibres de céramique noyées dans une matrice céramique) peut à la fois tenir à la température et à l'oxydation. Ces structures seraient fournies par la SEP (Société Européenne de Propulsion).

La deuxième catégorie de protection thermique occupe tout l'intrados et la majeure partie de l'avant de l'appareil. En ces points, la température est limitée à 1200 degrés Celsius. Les protections seraient constituées d'un sandwich de deux feuilles de composite en céramique fixées sur une âme ondulée également en céramique. Cette protection légère participerait à la tenue structurale de l'ensemble, au contraire des «briques» de protection thermique de la navette américaine qui sont simplement collées sur la peau. La protection choisie pour Hermès évite, de plus, tous les inconvénients de tenue des collages rencontrés sur la navette américaine. Ces protections thermiques seraient fournies par la SEP.

La dernière catégorie de protections équipe les zones où la température est inférieure à 500 degrés Celsius. Cette protection est composée de matelas flexibles en tissu de silice.

Le projet Hermès, c'est aussi un important ensemble d'installations au sol et d'équipements de servitude aussi bien au sol que dans l'espace. Cet ensemble doit assurer la préparation de l'avion, de la mission, des équipages puis le contrôle de la mission lors du vol et enfin la réception et la mise en sécurité de l'avion spatial à son retour sur Terre. Certaines installations de préparation seraient localisées en Europe (comme le centre d'entraînement des équipages, le centre de préparation des charges utiles et le bâtiment de préparation de l'avion spatial). D'autres installations de préparation seraient situées à Kourou (Guyane française). Il s'agirait alors du centre de réception des équipages, d'un deuxième centre de préparation des charges utiles, d'un deuxième bâtiment de préparation de l'avion spatial, et, bien entendu, de l'installation de lancement, l'ELA 3, nouvel Ensemble de lancement Ariane qui serait mis en service pour Ariane 5 à partir de 1994.



Hermès post 90 (ASH)

Pour les transferts entre l'Europe et la Guyane française, Hermès serait placé sur le dos d'un avion gros porteur. Un autre avion serait prévu dans le Programme; spécialement modifié pour voler comme Hermès, il servirait à l'entraînement des pilotes. En cours de mission seraient utilisés un centre de contrôle de mission vraisemblablement situé à Darmstadt (Allemagne), qui serait impliqué également dès les opérations de préparation, un centre de gestion des télécommunications entre tous les centres concernés, un centre d'opération des stations de télécommunications avec Hermès réparties sur Terre, un centre de contrôle des satellites relais de télécommunications et les satellites relais correspondants placés en orbite géostationnaire, et, enfin, un centre de contrôle des opérations charge utile. Serait également impliqué, lorsque la station orbitale européenne Columbus serait opérationnelle, un centre de contrôle de la station orbitale.

Les opérations de récupération et remise en sécurité impliqueraient évidemment des pistes d'atterrissage, en particulier celle de la base aérienne 125 d'Istres- Le Tubé et celle de Kourou pour les opérations nominales, et d'autres pistes de secours un peu partout dans le monde. A quoi, il faudrait ajouter au moins un navire à 1000 kilomètres de Kourou pour la récupération de l'équipage en cas d'amerrissage forcé et un ou plusieurs ensembles mobiles de conditionnement, vidange, mise en sécurité, destinés à prendre en charge l'avion spatial dès son atterrissage. Le cycle complet d'un exemplaire d'avion spatial Hermès, depuis le début de sa préparation jusqu'à la fin de sa mise en sécurité et son repos après une mission, serait de onze mois en début d'opérations, puis de quatre mois après plusieurs années. La campagne de lancement proprement dite serait de 40 jours. La navette serait transportée sur le dos d'un avion de type Airbus en Guyane française où commencerait la préparation (J-37) pour le vol. Après l'arrivée de l'équipage (J-12) et l'intégration des charges utiles (J-9), la navette serait installée sur le lanceur (J-3), qui aurait été précédemment érigé sur le pad de tir ELA 3. Le compte à rebours commencerait à H-3.

Particulièrement délicate serait l'étude du comportement aérodynamique et thermique d'Hermès à la rentrée dans l'atmosphère. Lors du retour, l'avion spatial traverserait, en effet, une large gamme de vitesses de Mach 27 à 80 kilomètres d'altitude jusqu'à 300 kilomètres/heure au niveau du sol. Les températures aux bords d'attaque passeraient de 1850 degrés Celsius à «zéro». Le comportement aérodynamique (efficacité des gouvernes et stabilité naturelle de l'avion) devrait être déterminé avec suffisamment de précision avant le premier vol pour que l'appareil reste manœuvrable. Cela impliquerait des essais dans des souffleries très variées. Et même cela serait insuffisant. L'ensemble des souffleries disponibles en Europe ne permettrait pas de couvrir toute la gamme de fonctionnement d'Hermès. De plus, il ne serait pas possible de tirer parti des enseignements apportés par l'orbiter de la navette américaine, ses dimensions et sa forme étant différentes. Il serait donc envisagé de réaliser une maquette à l'échelle 1/4 d'Hermès, de la lancer au moyen d'une fusée Ariane 4 (en 1989) et d'en mesurer finement le comportement aérodynamique et thermique avant d'aborder la dernière phase du développement. Cette maquette serait baptisée " MAIA ".

La fabrication du premier Hermès commencerait en 1991, celle du second en 1992.

Des essais en vol plané auraient lieu en 1994 sur l'Hermès 02 largué de son avion porteur au-dessus d'Istres pendant que le 01 servirait aux essais de compatibilité avec la base de lancement en Guyane française. Cet Hermès 01 serait lancé sur la troisième Ariane 5 le premier avril 1995, suivi, six mois plus tard, par Hermès 02. Avant la mise en service de la station orbitale européenne, deux vols par an seraient réalisés. Après mise en service de la station, la cadence atteindrait quatre à six vols annuels.

Chaque avion serait conçu pour supporter trente vols. Aussi, deux avions seraient suffisants pour quinze années d'opérations. La probabilité de succès de chaque lancement visée serait de 99 %, mais la probabilité de récupérer l'équipage serait bien plus élevée (99.99 %). La sauvegarde de l'équipage en cas de défaillance du lanceur serait assurée par différents moyens (arrêt de l'étage H120, séparation et retour vers un aéroport de fortune lorsque la défaillance du lanceur Ariane 5 a lieu tardivement, même scénario mais obligation d'amerrir si la défaillance survenait peu après l'arrêt des propulseurs à poudre, éloignement du lanceur par quatre fusées à poudre développant 40 tonnes de poussée chacune pendant 5 secondes si la défaillance survenait sur les gros propulseurs à poudre, donc en début de vol).

3. Suite à l'accident de la navette US Challenger (1986)

L'équipage est limité à trois astronautes au lieu de 4 à 6. C'est la nouveauté depuis l'accident de la navette US Challenger. Les trois astronautes seraient installés dans une cabine éjectable. Toutes ces modifications aboutiraient à une masse de 21 tonnes au lieu de 25 tonnes.

Le premier vol serait désormais repoussé à 1997 (au lieu de 1995), avec d'abord en 1996 un vol en automatique remplaçant le démonstrateur «MAIA» abandonné désormais.

4. Etude de la version «pointe avant détachable»

1989

En mai, Aérospatiale a dévoilé le nouveau concept de système de sauvetage retenu pour Hermès.

La cabine éjectable (ci-contre) envisagée en 1987 est supprimée et remplacée par une pointe avant détachable. Dans le nouveau système, c'est toute la partie avant de l'avion qui est découpée par cordon pyrotechnique et détachée du reste par des fusées à poudre. Deux concepts de propulseurs à poudre ont été étudiés pour séparer la pointe avant: la tour éjectable montée sur le nez ou des boosters latéraux disposés de part et d'autre de la cabine.

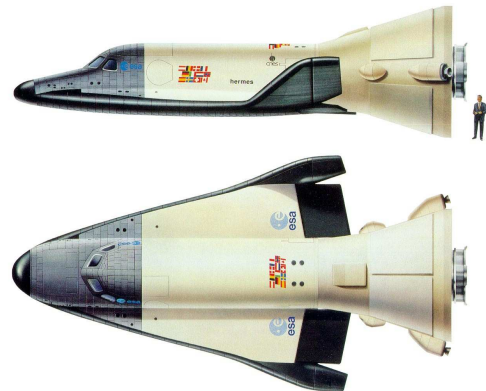


5. Interface entre l'avion spatial Hermès et Ariane 5

Elle est constituée par le MRH (Module de Ressources Hermès) et par une «jupe» entre le MRH et la partie supérieure d'Ariane 5. Le VSH (ASH + MRH), Véhicule Spatial Hermès, est conçu de telle sorte que le MRH soit 'largable' dans l'espace, après de -docking de la station spatiale orbitale et avant la rentrée atmosphérique de l'ASH.



VSH : véhicule spatial Hermès



Le VSH : ASH (avion spatial Hermès) + MRH

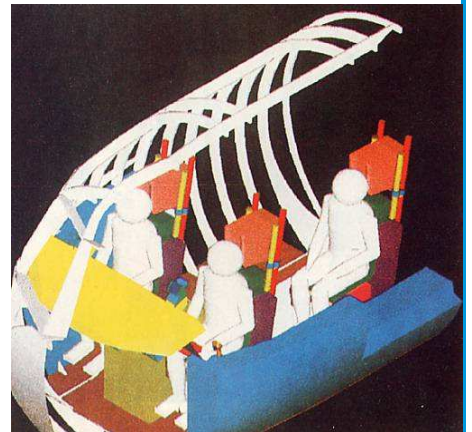
Il est à noter que le MRH (Module de Ressources Hermès), dans sa dernière version, inclut les radiateurs à fréon.

6. Sauvegarde de l'équipage

Hermès connaîtra aussi des versions avec des sièges encapsulés, puis d'autres avec des sièges éjectables (de type Martin-Baker, puis de type Bourane).

7. Scaphandres

Il était prévu des scaphandres pour les activités «IVA» (Intra-Vehicular Activity) et des scaphandres d'un autre type (que celui pour les «IVA») pour les activités «EVA» (Extra-Vehicular Activity).



Projet ASH avec sièges éjectables

8. Projet de Centres d'entraînement

C'est très tôt dans le Projet Hermès que l'ESA décida d'implanter à Bruxelles le centre d'entraînement des pilotes d'Hermès et à Marseille le centre d'entraînement et de simulation aux EVAs.

Le centre d'entraînement des pilotes d'Hermès serait construit près de l'aéroport de Bruxelles en 6 ans et équipé de deux simulateurs de vol (vol orbital et rentrée).

Le centre européen d'entraînement aux EVAs serait implanté à la COMEX (COMPAGNIE MARITIME D'EXPERTISE). A noter que la COMEX avait déjà participé aux entraînements de déploiement de la structure ERA (European Robotic Arm).

Le CNES implanterait à Istres un centre d'entraînement pour les autres activités des équipages (formation de pilotes, essais en vol avec l'avion porteur d'Hermès et essais d'atterrissage d'Hermès).

9. Période 1992- 1993

Le 23 novembre 1992, la réunion des états membres de l'ESA à Grenade (Espagne) annonce la fin du programme Hermès. Le projet de navette européenne est désormais réorienté à des études de définition sur trois ans d'un «nouveau système de transport d'équipage en orbite basse pour la desserte des futures stations orbitales russe «MIR 2» et américaine «Freedom». Les 2/3 du nouveau budget vont à «Hermès», le reste à un véhicule de sauvetage, «l'ACRV», et à un remorqueur orbital, «l'ATV».

1993

La décision de 1992 d'arrêter le programme Hermès sous sa forme actuelle au profit d'une nouvelle étude de navette spatiale habitée menée en coopération avec la Russie doit déboucher en principe sur une nouvelle prise de décision en 1995. L'Europe semble renoncer aux programmes d'autonomie européenne en matière de vols habités.

Au printemps, la NASA révisé son projet de station spatiale (qui est devenue internationale) et propose désormais trois nouveaux concepts de base (dont aucun ne tient dans l'enveloppe budgétaire US du Congrès). Sur ces trois concepts, seulement deux pourraient intéresser l'ESA avec l'amarrage de son module Columbus. Le choix US sera décisif pour l'Europe et les accords précédemment signés en 1989.

Les Français, Allemands et Italiens présentent alors un projet de capsule balistique, «l'Advanced Crew Recovery Vehicle», de type Apollo, pesant 6 tonnes et mesurant 4.4 m de diamètre et pouvant accueillir 8 astronautes pour un retour en urgence sur Terre.

En octobre 1993, l'ESA réoriente le programme Hermès au profit d'une capsule habitée non réutilisable, le «CTV».

Ce nouveau plan européen, le «MSTP», comprend donc:

- «l'APM», dérivé du module Columbus, un module labo pressurisé de 10 tonnes, moins long, pouvant emporter 10 racks. Il serait lancé par une Ariane 5 sur une orbite inclinée à 51.6° au lieu de 28.5°.
- le «CTV», une capsule balistique non réutilisable de type Apollo embarquant 8 astronautes dans une cabine de 18 tonnes pouvant servir de vaisseau de sauvetage.
- «l'ATV», étudié en deux versions par l'ESA, d'une masse de 12.7 et 14.5 tonnes et déjà à l'étude depuis 5 ans.

La nouvelle inclinaison de la station spatiale internationale (ou ISS : International Space Station) à 51° environ permettra d'être atteinte par tous les pays partenaires (de Cap Canaveral à Baïkonour). Désormais, Ariane 5 pourra lancer des éléments vers cette station, ce qui n'était pas permis auparavant.

10. Conclusions et «Re-orientations»

Finalement, on peut retenir quatre choses.

Premièrement, Ariane 5 n'aurait - peut-être - pas la très bonne fiabilité qu'elle a à ce jour... si elle n'avait pas été prévue avec Hermès au début (problématique de la redondance des chaînes...).

Deuxièmement, certaines méthodologies et technologies intéressantes pensées au cours du projet (puis programme) Hermès ont été développées (voire appliquées depuis) dans les secteurs de l'Aéronautique et du Spatial.

Troisièmement, c'est que le Programme «ATV» a été mené à bien : pour preuve, le 1^{er} lancement de l'ATV-1 «Jules Verne» et le 2nd lancement récemment réussi de l'ATV-2 «Johannes Kepler» à destination de l'ISS. D'autres lancements d'ATVs (l'ATV-3 «Edoardo Amaldi», l'ATV-4 «Albert Einstein», etc...) sont déjà programmés ou en cours de programmation.

Quatrièmement, parlons des «Re-orientations».

Il est à noter que jusqu'en 2015 environ, le seul moyen d'accès pour l'homme à l'ISS, après la fin des vols des trois navettes US restantes (juillet 2011), est le vaisseau Soyouz russe depuis le cosmodrome de Baïkonour (Kazakhstan) administré par la Russie suite à un accord bilatéral allant jusqu'en 2050.

Cependant, à partir de 2015 environ, et sachant que l'ISS sera exploitée très probablement jusqu'en 2020 (voire plus ? - en effet, il est question de 2028, soit 30 ans après l'envoi dans l'espace du module russe «Zarya», 1^{er} élément de l'ISS), qu'en sera-t-il ?

Selon la revue «CNES MAG» n°49 d'avril 2011, il n'est pas à exclure la solution qui consisterait à réaliser des missions de vols habités avec des fusées et vaisseaux de type 'Soyouz' depuis la Guyane française.

Ce nouveau pas de tir 'Soyouz' (ci-contre) qui vient d'être achevé, ne concerne, pour l'instant, que le lancement commercial de satellites aux missions diverses.



Notons que la NASA vient d'octroyer à la mi-avril 2011 la somme de 269.3 millions de dollars au total à quatre entreprises américaines pour développer un système de lancement et un vaisseau spatial capables de transporter des astronautes à la Station spatiale internationale (ISS), succédant ainsi à la navette spatiale US. Boeing a eu la plus grosse part de cette enveloppe pour son projet «CST-100» qui devrait rejoindre l'ISS ou la future station spatiale de Bigelow Aerospace (si ce projet se réalise). Suivent Sierra Nevada Corporation, SpaceX (fondée par Elon Musk qui a fait fortune dans l'internet) et enfin Blue Origin (entreprise du créateur d'Amazon Jeff Bezos). Seul le projet de Sierra Nevada Corporation (le 'Dream chaser') est de type 'lifting-body', les trois autres étant du type 'capsule'.



CST-100



Le « Dream chaser » (ci-dessus) ressemble au HL-20 (pour la petite histoire, Hermès avait un petit air de ressemblance avec l'US X20).

Enfin, d'après la revue «Air & Cosmos» n°2265 du 13 mai 2011, l'ESA étudie actuellement l'ARV («Advanced Reentry Vehicle») pour la desserte de l'ISS.

La version «cargo» de l'ARV qui se 'dockerait' à la partie russe de l'ISS, serait visitable par l'homme depuis l'intérieur de l'ISS, puis se 'dédockerait' pour poursuivre son retour vers la Terre selon une rentrée dans l'atmosphère terrestre de façon contrôlée et non-destructive et finalement amerrir (alors que l'ATV s'abime dans les hautes couches de l'atmosphère lors de son retour de l'ISS) .

Illustration d'ATV s'abimant dans le Pacifique Sud



Le 1^{er} vol de l'ARV «cargo» pourrait avoir lieu, si ce programme est réellement lancé, vers 2018.

Cependant, s'il était décidé une «version habitée» de l'ARV (depuis son lancement jusqu'à sa mise en orbite, puis sa nécessité (ou sa non-nécessité) de desserte d'une station spatiale, puis sa désorbitation jusqu'à sa rentrée atmosphérique et, enfin, son amerrissage), elle serait d'architectures différentes d'un point de vue des structures et de celui des systèmes (pour tenir compte notamment des 'fonctions/opérations équipage' et de la 'sauvegarde équipage'). Dans ce cas, on pourrait envisager des missions de vols habités à l'horizon 2025. Un tel projet, s'il est décidé, puis mis en œuvre, nécessitera de prévoir des moyens importants pour la récupération de vaisseaux habités dans l'océan Atlantique (probablement) ainsi que pour le suivi des opérations à partir de stations 'sol'.