

STATIONS SPATIALES ET TRANSPORTS SPATIAUX DU XXIème SIECLE

Patrick Eymar

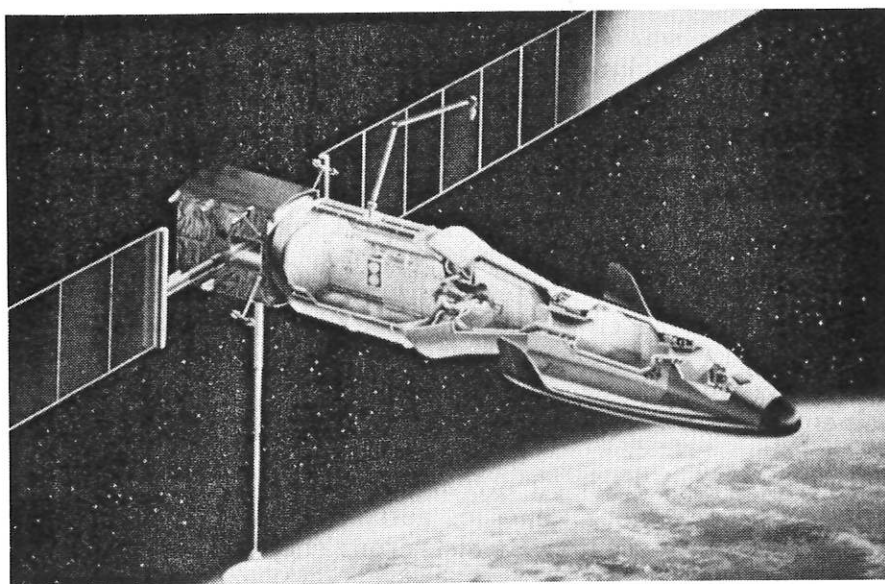
Mardi 19 mars 1991

Mardi 19 mars, Patrick Eymar, Directeur de la Prospective pour les transports spatiaux à la Société Aérospatiale, nous a parlé du monde spatial au XXIème siècle.

Il est très difficile de faire une "prédiction" à long terme. Notre horizon est déjà flou après 1995, alors après 2000 on ne peut qu'imaginer des grandes tendances.

Il faut savoir que le temps de gestation d'un grand programme spatial est de 9 à 10 ans minimum, mais des impondérables politiques ou techniques peuvent faire glisser ces délais et modifier les prévisions; ainsi le programme Hermes a débuté en 1976 et le premier vol de cette navette n'est prévu que dans les années 2001.

En 1970, les Américains de la NASA dans l'euphorie des succès APOLLO avaient prévu pour 1990, 100 hommes sur la Lune et une dizaine sur Mars. Qu'en est-il ? COLUMBUS, le nom du programme européen de participation à la station habitée américaine avait été choisi pour commémorer le 500ème anniversaire du voyage de Christophe Colomb (1492); il y aura au moins 8 ans de retard.



HERMES arrimé au laboratoire de COLOMBUS

ASPECTS TECHNIQUES -

Qu'est-ce que l'espace ?

L'espace s'articule autour des satellites, des stations spatiales (en fait des satellites particuliers) et des moyens de transport spatiaux.

L'intérêt de l'espace peut, de façon simplifiée, se résumer à ceci :

- . la position "élevée" par rapport à la Terre qui permet de "voir" ou d'être vu, de communiquer,
- . l'absence de pesanteur et de pollution atmosphérique,
- . et puis, bien sûr, c'est l'aventure.

a) - Les satellites :

On en distingue plusieurs grandes classes :

- les satellites de télécommunication :

Ils pèsent 100 à 1000 kg environ et sont placés en orbite géostationnaire. L'orbite géostationnaire est située à 36000 km de la Terre dans le plan de l'Équateur. Sur cette orbite, le satellite tourne autour de la terre en 24 h. Il apparaîtra donc immobile pour quelqu'un placé sur la Terre. Les antennes permettant la communication sont donc fixes, sur le satellite comme au sol. Avoir une place sur cette orbite est donc très important. Des règles internationales ont été mises en place. L'orbite géostationnaire est occupée par des satellites qui transmettent des communications téléphoniques, des informations entre ordinateurs, de la télévision, etc.

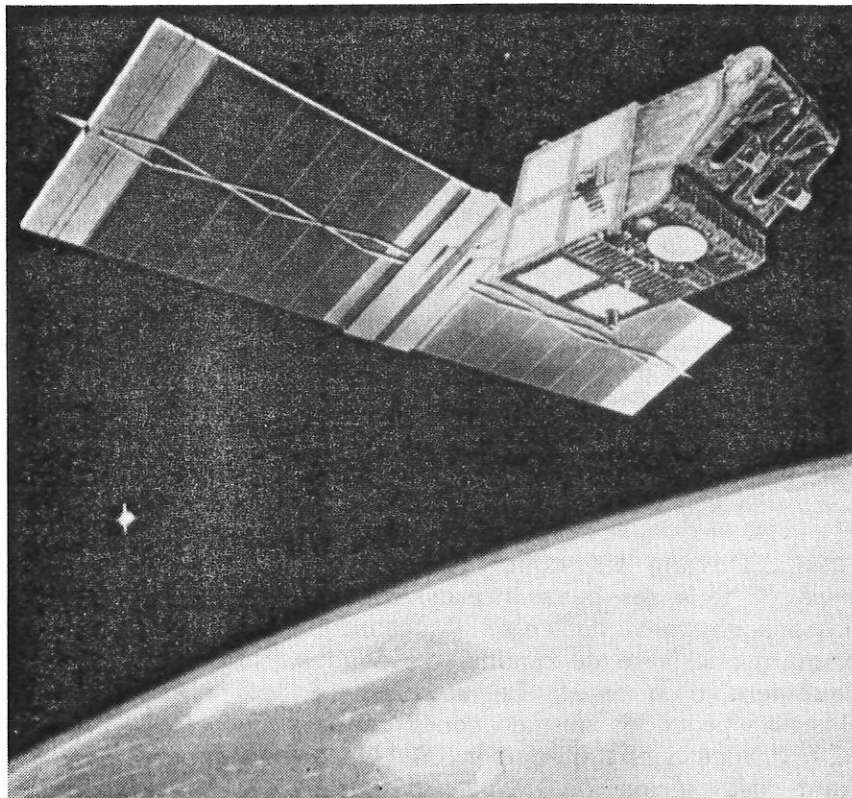
La tendance actuelle est à la conception de satellites qui tourneraient sur des orbites plus proches, à quelques centaines de kilomètres d'altitude. Sur une telle orbite, les satellites font environ 12 fois le tour de la terre en 24 h. Pour que les communications ne soient pas interrompues, il faut donc tout un essaim de satellites. Dans les années qui viennent, de telles constellations de satellites vont certainement apparaître.

La révolution au niveau des télécommunications est liée à l'évolution de l'électronique. Mais les autres techniques ne progressent pas au même rythme. Les satellites demeureront encore lourds.

La seule activité spatiale véritablement commerciale et parfois rentable (souvent pas pour le constructeur, mais pour l'utilisateur), est celle des satellites de télécommunication (il est par exemple moins coûteux d'utiliser un satellite que d'installer des câbles).

- Les satellites d'observation :

L'observation de la Terre ou de son environnement est un domaine qui va se développer et qui jouit aujourd'hui d'un grand support, à la fois politique et médiatique. Ce domaine comprend les satellites météorologiques, les satellites optiques français SPOT, américains LANDSAT, les satellites Radar,... Ces satellites coûtent cher mais ils rendent de nombreux services et sont mêmes générateurs de profits (par exemple SPOTIMAGE).



SPOT

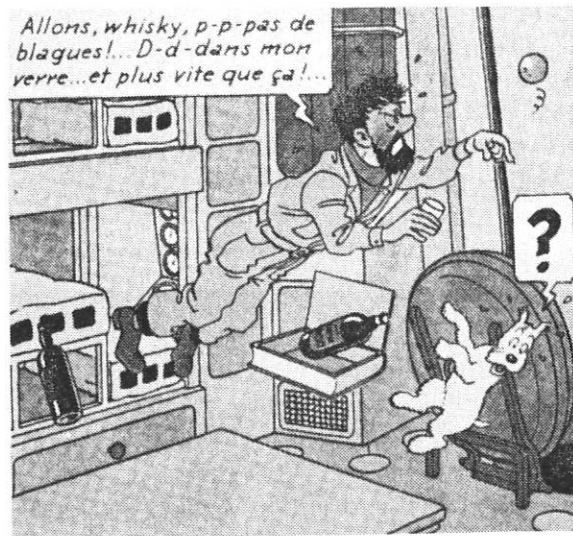
- Les satellites de localisation :

C'est aussi un marché qui se développe. On localise des bateaux, des camions, voire des personnes et ceci à 10 mètres près.

- Les satellites scientifiques :

Ils sont utilisés en astronomie, en astrophysique. Dans ce domaine, le satellite permet d'être au-dessus de l'atmosphère et de la pollution. C'est pour cette raison que le télescope spatial HUBBLE a été lancé.

b) - L'exploitation de la microgravité :



La microgravité est le moyen de supprimer la pesanteur. Cette technique fait partie de la recherche fondamentale. Les expériences faites dans l'espace sont peu nombreuses et les techniques en sont plus ou moins bien maîtrisées. En effet, le savant dans son laboratoire terrestre ne connaît pas tous les pièges rencontrés dans l'espace.

Devant les coûts prohibitifs des expériences embarquées dans l'espace, tous les pays intéressés font l'effort de s'équiper au sol d'installations capables de créer l'apesanteur. Comment est-ce possible? En supprimant, l'espace de quelques secondes, toute résistance matérielle au déplacement d'un objet. En d'autres termes, c'est l'effet de chute libre. Plusieurs procédés sont en concurrence à cet effet. Tout d'abord les avions. La France vient d'équiper une Caravelle pour faire de tels vols, comportant des séries de 30 à 40 paraboles. Une sorte de jeu de montagnes russes dans le ciel, où l'avion suit un trajet balistique au sommet de chaque montée en chandelle. Durant 20 secondes, à bord, c'est l'apesanteur. Une autre solution, consiste à bâtir de grandes tours de plusieurs dizaines de mètres de hauteur où des capsules sont lâchées en chute libre pendant 6 à 12s et freinées à la réception. Il existe encore de petites fusées spécialisées qui offrent des durées d'apesanteur pendant toute la phase non accélérée de leur mission, parfois 15 à 30 minutes.

La microgravité est-elle utile pour la production de matériaux ? Les scientifiques ont un peu déchanté. Par contre elle est utile pour l'étude des sciences de la vie.

Les scientifiques cherchent à bien comprendre l'adaptation à la microgravité, pour effectuer des vols longues durées.

Le conférencier nous présente un film :

" Quand Newton et sa pomme mirent en évidence la notion d'attraction terrestre, ils découvrirent la gravité, un facteur qui a depuis toujours accompagné et conditionné l'évolution de la vie sur terre, sous toutes ses formes. Toutes les connaissances scientifiques intègrent cette donnée fondamentale, mais c'est avec Newton que l'humanité a pris conscience de sa nature et de son influence. La gravité est une force créée par la gigantesque masse de notre planète et cette force d'attraction est à l'origine de la notion de poids.

Pour réaliser un vieux rêve, l'homme a voulu lancer la pomme si haut et si loin qu'elle ne retombe pas et donc échappe à cette force qui le retient sur Terre. Mais le seul fait d'aller au-delà de l'atmosphère et d'atteindre l'espace ne suffit pas. Il faut également avoir une vitesse telle qu'elle engendre une force centrifuge qui compense l'attraction de la Terre. L'objet ainsi satellisé à plus de 28000 km/h est en état de chute libre sans limite du fait de la rotondité de la Terre. Son nouvel état d'impesanteur appelé microgravité n'obéit pas aux règles terrestres et représente pour l'homme un domaine d'expérimentation où il a tout à apprendre et à comprendre.

- Les pionniers de la microgravité

Quand Gagarine devint en 1961 le premier homme dans l'espace, il y avait été précédé par des plantes et des animaux qui avaient permis de tester l'environnement en microgravité. Depuis l'homme n'a cessé de se livrer à des recherches biologiques toujours plus complexes à bord des différents engins spatiaux qu'il lançait. Il découvrait ainsi que d'une façon globale l'adaptation et la tolérance humaine à la microgravité était grande. Ce constat a permis la réalisation de missions de longue durée et les fameux pas sur la lune. Ensuite des laboratoires orbitaux devinrent les instruments d'une recherche toujours plus poussée, tant dans les domaines médicaux et biologiques que dans celui des matériaux. Demain, les lieux d'expérimentations seront de véritables stations orbitales réunissant à la fois les possibilités d'observation en longue durée et les conditions optimales de microgravité dans des modules entièrement automatiques.

- Les lois de la microgravité

Trois phénomènes physiques de base permettent de bien comprendre le comportement de la vie et de la matière en microgravité. En apesanteur, les corps de toute nature peuvent se mouvoir dans l'espace. Les fluides ne s'écoulent plus. Ils peuvent former des ponts longs et stables. On peut également produire des gouttes liquides de grand diamètre. Les phénomènes de croissance ne sont plus conditionnés par la gravité. La poussée d'Archimède n'existe pas. Les bulles de gaz dans l'eau restent stables et ne remontent pas. L'huile et l'eau sont miscibles. Les particules solides ne se déposent pas et restent stables dans le liquide. Le phénomène de convection naturel disparaît, les couches gazeuses ou liquides, chaudes et plus légères ne remontent plus en provoquant l'effet d'eau bouillante. Il n'y a plus de déplacement de chaleur ni de substance. Le principe s'applique également à la combustion. La flamme s'éteint dès que l'oxygène qui l'entoure est brûlant.

- La vie dans l'espace - La médecine spatiale

Etudier les réactions du corps humain et développer les moyens de le préserver dans l'espace sont les missions de la recherche et de la médecine spatiale. En apesanteur la structure du squelette et les muscles n'ont plus à supporter le poids du corps, le coeur n'a plus à lutter pour projeter le sang jusqu'aux extrémités, l'oeil n'a plus de repères "haut-bas". Trois grandes catégories de biomédecine en découlent :

- . des altérations et des troubles neurophysiologiques s'apparentant au mal de mer et causés par un environnement modifié. Ces phénomènes disparaissent au bout de quelques jours.
- . des variations cardiovasculaires provoquées notamment par le déplacement liquidien vers la tête. Le rythme cardiaque ralentit.
- . des modifications musculaires et osseuses dues à l'absence d'effort. Les muscles des jambes inutilisés s'atrophient. On constate une perte de calcium dans l'ossature. Le corps grandit par l'absence de pression sur les vertèbres.

Ces phénomènes ont fait l'objet de plusieurs dizaines d'expériences dans les missions américaines et soviétiques. Les premiers constats permettent d'espérer la possibilité de longs séjours dans l'espace. Certes, le corps humain se modifie sensiblement, mais il se stabilise et s'adapte bien à son environnement. Cependant, il reste à étudier et à comprendre.

- La vie dans l'espace

En libérant les substances solides ou liquides et gazeuses de la contrainte due à l'environnement terrestre, la microgravité permet l'observation précise de processus internes et externes jusque là occultés par la pesanteur. Les résultats de cette recherche débouchent sur l'approfondissement des connaissances fondamentales de certains phénomènes physiques et sur la fabrication dans l'espace de produits à haute valeur ajoutée irréalisable sur terre :

. Organique :

- purification des protéines
- production de cristaux de protéines
- production de substances pharmaceutiques
- génie génétique
- biotechnologies

. Inorganique :

- cristallogénèse
- production de cristaux ultra-purs
- verres spéciaux
- matériaux et composites
- alliages métalliques
- produits chimiques finis.

- Microgravité et sciences de la vie

L'un des axes majeurs de la recherche a porté sur les protéines qui sont des constituants essentiels de la matière vivante ; les expériences ont permis la production de cristaux de protéines mille fois supérieurs en volume à ceux produits sur terre. Leur taille et leur pureté permettent une analyse parfaite et une meilleure connaissance des mécanismes de croissance. Quand on sait l'importance des protéines dans le bon fonctionnement des organismes humains avec notamment l'insuline et l'interféron, on mesure l'espoir fondé sur la production de tels cristaux pour la thérapie moderne.

D'autres secteurs sont d'ores et déjà concernés par les expériences en microgravité :

- la génétique, avec des cellules vivantes plus facilement séparables et modifiables
- les biotechnologies avec des expériences sur la croissance végétale.

- Microgravité et science de la Terre

Une des qualités premières de la microgravité réside dans la possibilité de suppression du récipient contenant le produit de l'expérience. Cela permet d'éviter les interactions chimiques entre le contenu et les parois du contenant, source d'impuretés. On peut donc étudier des procédés de formation de germes cristallins au tout début de la solidification. Ceci permet de produire des matériaux de base ultra purs.

Les applications industrielles sont déjà nombreuses. La métallurgie pourra créer de nouveaux alliages aux performances magnétiques et électriques plus élevées et peut-être non réalisables sur Terre.

La production de meilleurs semi-conducteurs est déjà possible. En général, l'électronique a beaucoup à attendre de la microgravité qui lui permettra de produire des microprocesseurs mille fois plus performants que les modèles actuels.

La mise au point de nouveaux matériaux composites pourra être opérée dans cet environnement favorable. La production de verre et de polycarbonate est également très intéressante en microgravité avec la possibilité de fabriquer des matières ultra pures, notamment pour les films optiques ou les verres semi-conducteurs... à condition que les coûts de production ne soient pas excessifs.

- Le défi de l'espace

Le nouveau champ d'expérimentation qu'est la microgravité demande à l'homme beaucoup plus d'imagination et la volonté d'investir des moyens considérables sur un pari à long terme. Demain ou après-demain les futures stations spatiales ouvriront un nouveau champ de recherche fondamentale et pourront même devenir les lieux de fabrication de nouveaux produits et le maillon principal de nouvelles chaînes industrielles. Dès aujourd'hui il est impératif pour l'Europe d'être présente dans ce nouveau pari.

c) - Les stations spatiales :

La première capsule spatiale soviétique, habitée par Youri Gagarine a été mise en orbite en 1961. Le confort y était très rudimentaire. Puis il y eut toute une lignée de stations spatiales soviétiques (SALIOUT 1,2,3...). Militaires à l'origine, maintenant elles sont plus orientées vers les activités civiles. En ce moment même, la station MIR est en orbite, ceci depuis 4 ans.

Les Américains n'ont lancé à ce jour qu'une station : le SKYLAB. Elle est retombée il y a dix ans. Depuis, ils étudient une autre station.

. Pourquoi l'espace habité ? Est-il plus intéressant d'avoir des savants dans l'espace ou des bricoleurs ?

Dans un appareil électrique, si l'électronique tombe en panne, il suffit de changer la carte ; ce n'est pas compliqué. Mais si le mécanisme tombe en panne, il est plus difficile de le réparer. Il faut des outils... La présence de l'homme peut donc être intéressante pour pallier les inconvénients des automatismes défaillants ; mais elle est coûteuse. L'homme a besoin d'énormément d'énergie (pour respirer, manger, se laver ...) qu'il faut amener de la Terre ; d'où des engins plus lourds à lancer... Actuellement, les ingénieurs travaillent sur des stations qui auront à leur bord quatre à cinq personnes.

. L'Europe :

L'Europe n'est pas capable actuellement de mettre toute seule des hommes dans l'espace. Elle voudrait le faire pour ne pas être mise à l'écart des découvertes et se trouver économiquement soumise. Le programme européen actuel s'appelle COLUMBUS.

L'Europe, cette année, doit décider si elle s'engage totalement ou non dans ce programme COLUMBUS ainsi que dans le programme HERMES.

Les dés ne sont pas encore joués !

d) - Les moyens de transports :

Ce sont les moyens de transport Terre-Espace, Terre-Espace -Terre et, dans un futur lointain, des transports interplanétaires comme ce fut le cas déjà entre la Terre et la Lune.

Les Américains, les Soviétiques, les Japonais, les Chinois, les Indiens, les Israéliens et bien sûr les Européens possèdent des fusées. D'autres pays en auraient aussi la capacité.

Les fusées actuelles sont coûteuses et non réutilisables. Un lanceur tel qu'ARIANE coûte environ 80 millions de dollars. Lancer une fusée revient plus cher qu'acheter un AIRBUS.

Le conférencier nous montre, à ce stade de la conférence, un film "Un taxi pour l'espace". Ce film permet de se faire une idée des axes de recherche actuellement explorés. Ceux-ci visent à rapprocher l'astronautique de l'aéronautique à travers la réutilisation et l'utilisation de l'oxygène de l'air pour se sustenter, mais aussi pour se propulser.

INDUSTRIE ET PROBLEMES ECONOMIQUES -

Les activités spatiales ont souvent une origine militaire. Et, c'est donc pour tous les pays, à partir des activités militaires, que sont nées les activités civiles. Cela explique que les activités spatiales sont développées, aussi bien aux USA, qu'en URSS ou encore en France, par l'Etat. Les activités spatiales ne se trouvaient donc pas jusqu'à présent dans un milieu commercial. Maintenant des "entrepreneurs" se demandent s'il ne serait pas intéressant de développer des lanceurs sur leurs fonds propres.

Les lanceurs actuels sont "consommables" pour la plupart. Les Américains ont une navette partiellement réutilisable "CHALLENGER", elle est composée d'un énorme réservoir contenant de l'hydrogène et de l'oxygène liquide, de deux propulseurs à poudre et d'un avion récupérable.

Les navettes ont accompli une quarantaine de vols. Les Américains découvrent des problèmes techniques de plus en plus nombreux. D'un point de vue économique, ce système n'est pas du tout rentable. Pour faire voter les budgets, les responsables avaient prétendu que la navette coûterait dix fois moins cher que les lanceurs. Il s'est avéré qu'elle a coûté deux fois plus cher.

Les études actuelles n'ont pas encore montré que la réutilisation des lanceurs soit rentable. Ainsi, si l'on veut faire comme les avions, c'est-à-dire atterrir et décoller horizontalement, il faut des roues, mais les roues sont inutiles en orbite, c'est un poids supplémentaire, il faut donc plus d'énergie pour faire décoller la fusée... c'est l'effet "boule de neige".

- ARIANE :

On entend souvent dire : "Ariane a conquis une grande part du marché", mais de quel marché s'agit-il ? En fait, il s'agit du marché accessible. En effet, il n'y a pas de place pour Ariane sur le marché des USA et de l'URSS. Le lancement d'un satellite scientifique américain doit être effectué par des fusées américaines. Ariane n'a le droit de lancer que des satellites français et européens ou d'autres pays ou organisations à condition qu'il n'y ait pas de pressions politiques.

Dans le monde, il y a une centaine de lancements par an. Ariane en réalise environ sept. Ariane V, dans les années 95 en réalisera une dizaine.

Ariane est indéniablement un succès technique et commercial, mais la France n'a pas "inondé la Monde avec ses produits !".

L'Europe d'ARLANE 5 (développement)

Qui fait quoi ?

Développement :
Centre National d'Etudes Spatiales

pour le compte de
l'Agence Spatiale Européenne

Architecte industriel :
AEROSPATIALE

Coiffe
CONTRAVES
Aerospatiale

Speltra
DORNIER
Aerospatiale

Etage à propergols stockables
MBB/ERNO
CASA (structure), MBB/ERNO
(ensemble propulsif), MOOG,
RAUFOSS, ZEPPELIN (réservoirs)

Case à équipements
MATRA
ALCATEL-KIRK, AMES, CASA
(structure), CRISA, DASSAULT,
DORNIER, ERICSSON, ETCA,
INTERTECHNIQUE, MBB/
ERNO, SAAB (calculateurs),
SEXTANT (gyrolasers)

Etage Accélération à Poudre
AEROSPATIALE
DASSAULT, FOKKER, SABCA
(GAT + structures), SENER

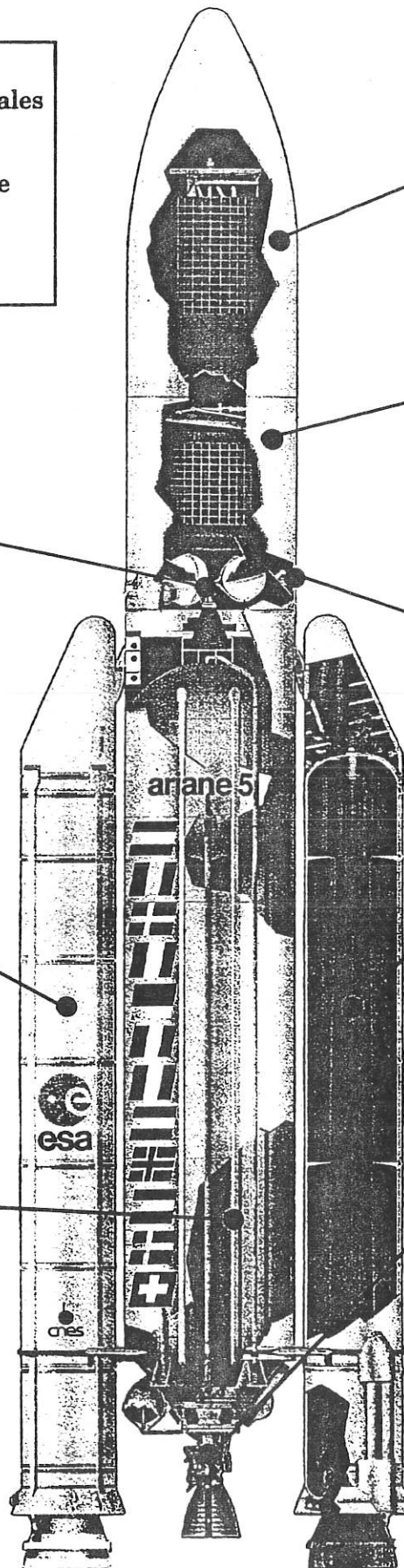
Moteur de propulsion solide
EUROPROPULSION
ANDRITZ, BPD, FIAT, MAN
(corps de propulsion nu),
REGULUS, SEP (tuyère), SNPE

Etage principal cryotechnique
AEROSPATIALE
ALCATEL-KIRK, AMES, CRYO-
SPACE (réservoirs), DEUTSCH,
DORNIER, ELECMA, ETCA,
FOKKER (bâti-moteur), INTER-
TECHNIQUE, MAN (jupe avant),
MBB, SABCA (GAM), SAFT, SAT,
SFIM, SOURIAU, THOMSON
HYBRIDES

PROPULSION

Système propulsif
SEP
AIR LIQUIDE, CASA, IBERES-
PACIO, IDROSAPIENS, MBB,
MICROTECNICA, STEYR
DAIMLER PUCH

Moteur Vulcain
SEP
AER LINGUS, AUXITROL
IBERICO, AVICA, FAGOR, FIAT
(TP LOX), FNM, IBERESPACIO,
MAN, MBB (chambre), MICRO-
TECNICA, MOOG, SEP (TP LH₂),
SPE, VIBROMETER, VOLVO



NOTA : pour chaque élément sont indiqués en premier le maître d'œuvre (en caractères gras), puis les principaux sous-contractants, par ordre alphabétique.

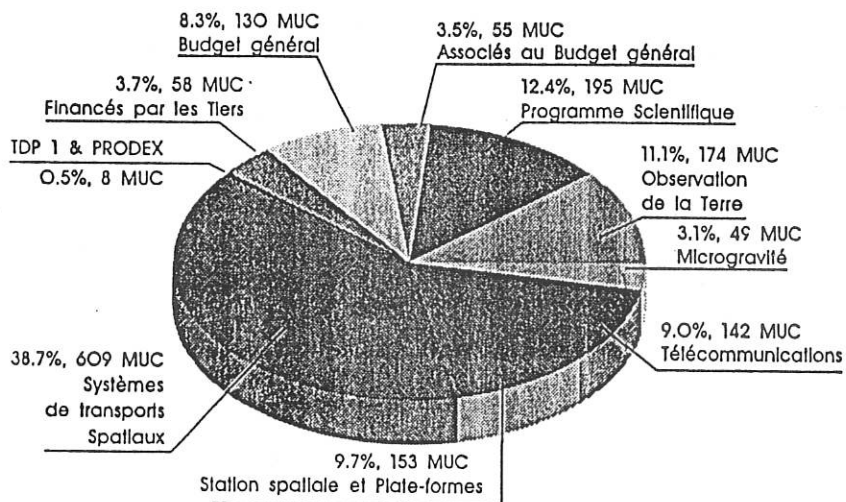
Beaucoup d'activités spatiales en Europe se font dans le cadre de l'E.S.A. (Agence Spatiale Européenne) -

L'ESA est un organisme créé il y a 25 ans et a un rôle technique et un rôle de redistribution de l'argent aux industriels des pays membres.

BUDGETS POUR 1989

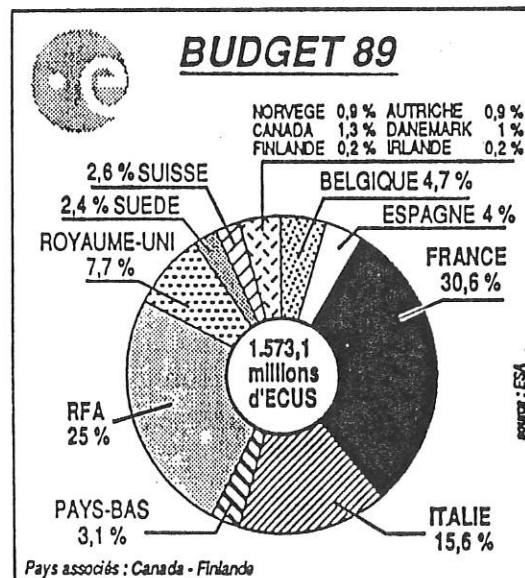
programmes approuvés + programmes financés par les tiers

TOTAL: 1573 MUC (Million Unité de Compte)



* ESA/AF(88)30, add 3 - Décembre 1988

** NON COMPRIS LE MONTANT ESTIME EN CREDITS REPOTES DE 1988 (350 MUC)



Cet organisme présente des difficultés de fonctionnement, des lourdeurs, voire des aberrations (il n'y a pas de coïncidence des pays membres de l'ESA avec la CEE, une monnaie artificielle différente de l'ECU a été créée, etc.) mais ce fut et c'est encore un outil très utile qui a permis de canaliser et rassembler les énergies.

Le rôle de l'ESA est exclusivement civil et c'est peut être là un handicap. Force est de constater qu'en Europe l'espace militaire n'existe pratiquement pas : il y a bien sûr quelques satellites britanniques de télécommunications et le premier satellite européen militaire d'observation "HELIOS" conçu et fabriqué par la France, l'Espagne et l'Italie va voler dans 2 ans, mais à la différence des USA et de l'URSS, l'espace militaire n'a pas permis aux industriels de passer d'une production "artisanale" à des séries.

Pour lutter face aux concurrents américains, au niveau industriel européen on assiste à des regroupements. MATRA s'est associée avec MARCONI et a racheté des petites firmes américaines. AEROSPATIALE s'est "fiancée" avec ALCATEL, ALENIA, DASA et LORAL.

Le futur paraît dans ce domaine très incertain. L'une des inconnues est la place que l'URSS va jouer dans cette activité. Aujourd'hui extérieure à l'ESA, l'URSS pourrait demain vouloir y adhérer, que deviendrait alors l'Europe spatiale ?

Il y a là sujets pour de nombreuses conférences !

*

* * *