

I N T R O D U C T I O N

Sept années approximativement se sont écoulées depuis la décision d'interrompre le programme de recherche spatiale national fondé sur la réalisation de satellites scientifiques sous la maîtrise d'oeuvre du C.N.E.S. pour réaliser des projets conçus par la communauté scientifique nationale :

- étude de la magnétosphère (FR-1),
- géodésie spatiale (Diadème, Starlette),
- haute atmosphère neutre de la Terre (D2-A),
- astronomie (D2-B et SIGNE 3),
- météorologie (EOLE).

Ces sept années ont été mises à profit pour développer une réelle coopération scientifique avec l'ensemble de la communauté européenne et également amplifier notre participation aux projets scientifiques américains et soviétiques.

-:-:-

1. La coopération multilatérale dans le cadre de l'Agence Spatiale Européenne a permis de réaliser des projets de très grande classe comme le International Ultraviolet Explorer (I.U.E.), le satellite astronomique de haute énergie COS-B, le satellite magnétosphérique GEOS. Tous ces engins sont encore en fonctionnement (bien au-delà de leur durée de vie nominale) et délivrent

encore des données passionnantes, à en juger par la pression exercée par la communauté scientifique pour les maintenir en marche : ceci atteste, non seulement de la qualité technique de ces réalisations, mais encore de la qualité de la conception scientifique de ces projets. De la coopération multilatérale nous attendons, dans un avenir relativement proche, des réalisations d'un très grand intérêt pour les scientifiques français : accès au temps d'observation du Space Telescope, satellite astrométrique HIPPARCOS, et on espère, le International Solar Polar Mission (ISPM)... et d'autres auxquelles la communauté française est faiblement associée : EXOSAT, GIOTTO. Sept années de pratique de la coopération au sein de l'Agence Spatiale Européenne ont aussi montré les limites de cette approche : gestion coûteuse qui consomme en frais internes une part excessive des ressources d'un budget fermement plafonné au moins pour l'avenir à moyen terme, procédure de sélection souvent équivoque entraînant un gaspillage de temps et d'efforts de la communauté scientifique.

Il faut relever également les difficultés certaines rencontrées par les scientifiques français face à l'influence anglo-saxonne sensible à l'ESTEC et à l'influence des scientifiques allemands sensible au Siège. En dépit de ces inconvénients, le programme scientifique européen est et doit demeurer un moyen essentiel de la politique de recherches spatiales française : il faut donc utiliser au mieux ce moyen dans la limite des ressources financières actuelles qui permettent deux projets de l'importance d'HIPPARCOS ou GIOTTO tous les trois ans, moins si on entreprend des projets plus ambitieux comme une mission planétaire ou des projets mal optimisés comme EXOSAT. La méthode la plus sûre, pour trouver une place correcte dans le programme de sciences spatiales européen, demeure celle de forger d'authentiques liens de collaboration avec les collègues européens : un cas exemplaire est celui du projet HIPPARCOS où la force de ces liens scientifiques a prévalu contre l'opposition déclarée de l'Exécutif de l'Agence.

Le programme scientifique de l'ASE est actuellement engagé (et même sur-engagé) jusqu'en 1985 par les projets en cours :

- . achèvement de la participation au Space Telescope ;
- . EXOSAT ;
- . ISPM ;
- . GIOTTO ;
- . HIPPARCOS.

C'est donc seulement à partir de 1985 que l'on peut songer à entreprendre de nouvelles réalisations en vue deancements en 1988 ou 1989.

Dans le domaine de l'astronomie, les projets qui sont étudiés en vue de la prochaine sélection sont :

- . Astronomie de haute énergie (X-80) : mesure et datation des émissions transitoires dans le domaine X ;
- . Astronomie UV (MAGELLAN) : spectroscopie des objets diffus dans l'ultra-violet lointain ;
- . Astronomie I.R. (ISO) : spectroscopie des sources dans le domaine infra-rouge lointain jusqu'à 100 microns (ce projet est cependant très coûteux suivant la conception actuelle de l'ASE).

Aucun des projets dans le domaine "Soleil et Système Solaire" ayant fait l'objet actuellement d'une étude de Phase A n'est un concurrent très probable en raison de leur coût ou de la nécessité d'une coopération délicate avec la NASA. C'est pourquoi on peut penser que l'un des projets suivants sera préféré :

- . Orbiteur martien (KEPPLER) proposé par un groupe allemand ;
- . Observatoire solaire (DISCO) si l'étude peut en être achevée en temps utile.

Faute d'une augmentation instantanée du niveau de financement du programme scientifique de l'Agence par une décision unanime (improbable) des Etats membres, on doit compter, d'ici la fin de la décennie, sur la réalisation de deux nouveaux projets choisis dans la liste ci-dessus, sauf décision unilatérale de l'un ou de plusieurs participants de prendre à leur charge une part substantielle de la réalisation d'un projet européen sous la forme d'une contribution spéciale en espèces ou en nature, au programme de Sciences Spatiales de l'ASE. Ceci doit être considéré comme une réelle possibilité en ce qui concerne la France, dans la mesure où la motivation scientifique justifiant cette initiative sera suffisamment forte pour emporter l'adhésion dans un arbitrage interdisciplinaire au plan national.

Enfin, il convient de rappeler que la France, comme la majorité des membres de l'ASE, a décidé de participer à un programme de recherche en ambiance de Microgravité qui s'adresse à la fois aux Sciences de la Vie (BIORACK) et aux Sciences de la Matière Condensée (Module de Mécanique des Fluides, programme de fusées-sondes). Ce programme de Microgravité démarre, pour l'instant, d'une manière assez modeste mais atteindra 10 à 15 MF/an pour la France à partir de 1983. On en attend une participation significative des expérimentateurs français en supplément des projets importants déjà engagés dans le cadre de nos coopérations avec les Etats-Unis et l'URSS.

2. La coopération avec la NASA a donné à la communauté française la possibilité de s'associer à la réalisation de projets de tout premier plan : Orbiting Geophysical Observatories (O.G.O.), Orbiting Solar Observatories (O.S.O.), High Energy Astronomical Observatory (HEAO), et de participer, en qualité d'investigateur invité, aux missions planétaires (PIONEER-VENUS, VOYAGER). Cette coopération était traditionnellement fondée sur le succès des initiatives d'expérimentateurs français proposant de réaliser tel ou tel instrument ou partie d'instrument en réponse aux appels d'offres internationaux émis par la NASA (Procédure des "Announcement of Opportunity"). Des événements récents nous ont montré les limites de cette approche consistant à profiter d'une place "gratuite" d'invité sur des missions américaines : deux décisions tout-à-fait indépendantes et non-discriminatoires ont eu pour effet de réduire à néant 90 % de nos projets en coopération avec la NASA dans le domaine des Sciences Spatiales :

- débarquement de l'instrument GRSE à la construction duquel nous étions associés dans le Gamma Ray Observatory ;
- suppression de la sonde américaine pour la mission ISPM.

Ces décisions qui correspondent à un réajustement sérieux mais cependant raisonnable du programme de la NASA se traduisent, par un malheureux effet d'accumulation, en une débâcle pour les expérimentateurs français. Or, notre participation tout-à-fait marginale à la charge supportée par l'Office of Space Sciences pour la réalisation de ces programmes, ne nous donne évidemment aucun poids pour infléchir les intentions de la NASA.

En tout état de cause, le programme des grands projets de Sciences Spatiales de la NASA est relativement figé pour les dix prochaines années. Il comporte pour le moment les missions suivantes :

- SPACELAB-2 1984
- SPACE TELESCOPE 1985
- SPACELAB-3 et 4 1985
- GALILEO 1985
- SPACELAB-6 et suivants à la cadence de deux missions par an à partir de 1986
- GRO 1988
- VENUS ORBITER IMAGING RADAR (date non déterminée).

Notre participation au développement du SPACE TELESCOPE par le canal de l'ASE nous donne la possibilité d'accéder au programme d'observation de cet instrument. Mais les autres missions n'offrent à la communauté scientifique française que la possibilité d'une participation très mineure, à l'exception des vols SPACELAB dans le domaine des Sciences de la Vie ou, éventuellement, la réalisation des instruments focaux du Solar Optical Telescope (SOT) embarqué sur SPACELAB vers la fin de la décennie, auxquels des expérimentateurs français pourraient être appelés à participer.

La coopération avec les Etats-Unis dans le domaine des Sciences Spatiales doit cependant demeurer un objectif prioritaire de la France, en raison de l'intérêt vital pour les scientifiques français d'entretenir une collaboration intime avec la communauté scientifique qui reste, à quelques exceptions près, la plus avancée du monde. Si la participation (sur Appel d'Offre) aux grands projets n'est guère prometteuse à court terme, il devient intéressant d'envisager activement notre participation aux projets moyens du programme Explorer. On sait que, contrairement aux "grands projets" qui font l'objet d'une autorisation individuelle du gouvernement et du Congrès américains, le programme des Explorers est une activité continue à niveau de ressources constant, à l'intérieur duquel la NASA est libre d'organiser au mieux la succession des missions (idem programme scientifique de l'ASE). Les satellites Explorers successifs n'ont pas grand chose en commun sauf de tenir dans une enveloppe budgétaire relativement modeste (50 millions de dollars par an, hors frais de lancement), ce qui doit permettre en moyenne une mission nouvelle par an. Les trois prochains créneaux non encore engagés sont pratiquement attribués à :

- Active Magnetospheric Tracer Particle Experiment (AMPTE) : projet qui met en oeuvre deux satellites distincts (un émetteur et un récepteur) qui sont un Explorer réalisé par la NASA et un nouveau satellite réalisé par l'Allemagne ;
- Cosmic Background Explorer (COBE) ;
- Extreme UV Explorer (EUE).

Mais au-delà de ces trois missions, le champ est théoriquement libre pour imaginer une mission Explorer en coopération avec la France, dans un domaine intéressant particulièrement la communauté scientifique française. Trois thèmes (et peut-être d'autres) viennent facilement à l'esprit. Ce sont :

- Observatoire solaire en orbite héliocentrique qui pourrait constituer une plateforme pour remplacer, dans une certaine mesure, la sonde américaine ISPM et permettre d'autres observations également importantes du rayonnement total et des oscillations globales du soleil ;

- Observatoire astronomique dans l'UV lointain suivant un projet du type MAGELLAN (ASE) ou FUSE (Far UV Spectroscopy Explorer) de la NASA ;
- Gamma Ray Spectroscopy Explorer pour réaliser le programme d'astronomie de haute énergie abandonné par GRO.

Bien que le coût du lancement d'un satellite Explorer soit "gratuit" pour l'Office of Space Sciences (il est imputé au Office of Space Transportation), la disponibilité d'un lancement sur ARIANE peut constituer, pour certaines missions, un atout significatif. Ceci est particulièrement vrai si la mise au point du réallumage du 3ème étage d'ARIANE permet la livraison d'un satellite en orbite équatoriale basse en partageant le vol avec l'injection d'un satellite d'application sur la trajectoire de transfert vers l'orbite géostationnaire. Dans ces conditions, le véhicule ARIANE serait le seul lanceur mondial permettant d'atteindre aisément l'orbite équatoriale circulaire à 600 km qui est optimale pour toutes les missions d'astronomie de haute énergie (par exemple, mission Rayons X de l'ASE).

Il faut préciser, enfin, que la coopération entre le CNES et le Office of Space and Terrestrial Applications demeure très active et mutuellement satisfaisante. Sa composante la plus visible, après la réalisation du système de localisation et de collecte de données ARGOS, est le développement et la démonstration d'un système analogue SARGOS destiné à localiser et enregistrer les appels de détresse (dans le cadre du programme américano-franco-canadien SARSAT). Mais, en dehors de ce programme d'application proprement dit, nos projets communs comprennent aussi différentes activités qui sont classées en Europe dans le domaine des sciences orientées vers la Terre (programme UARS, lidar embarqué sur avion stratosphérique, géodésie spatiale ...) et la microgravité (élaboration des matériaux dans l'Espace). La principale perspective ouverte à moyen terme est la participation éventuelle de la France à la réalisation du projet de satellite géodésique et océanographique TOPEX.

3. La coopération avec l'Union Soviétique a atteint le niveau de réalisations réellement ambitieuses comme l'intégration d'une unité de traitement et d'un ensemble d'instruments dans un satellite scientifique soviétique pour l'expérience ARCAD-3, et la participation à deux missions d'astronomie importantes (U.F.T. et GAMMA-1). Notre contribution à la mission internationale VENUS-HALLEY sous maîtrise d'oeuvre soviétique permet d'espérer des résultats

spectaculaires. Par ailleurs, le premier vol d'un cosmonaute français sur la station orbitale soviétique SALIOUT ouvre la voie à un programme très significatif de médecine et de physiologie de l'homme avec la possibilité unique d'étudier les conditions d'un vol spatial prolongé.

A l'heure actuelle, les projets scientifiques en coopération avec INTERCOSMOS constituent l'activité la plus importante des groupes scientifiques français engagés dans les recherches spatiales, en dépit des contraintes particulières à ce type de programmes.

Les péripéties du projet VENUS-84, transformé en mission VENUS-HALLEY, ont mis en évidence des tensions qui ont dépassé la limite supportable pour la gestion d'un programme de recherches scientifiques d'une ampleur moyenne comme celui du CNES. Ces péripéties ont montré notamment la quasi-impossibilité de prendre en compte des interfaces compliquées avec le véhicule soviétique. Le CNES ne peut s'engager dans la fabrication de sous-systèmes d'engins spatiaux auxquels ses ingénieurs n'ont pas accès. Mais par contre, il est tout-à-fait envisageable de partager avec les collègues soviétiques la réalisation d'instruments scientifiques éventuellement ambitieux. Dans ces conditions, deux lignes directrices devraient être observées en ce qui concerne le développement de la coopération spatiale avec l'Union Soviétique :

- privilégier la réalisation d'instruments ou sous-systèmes scientifiques nettement distincts du véhicule spatial soviétique, permettant la définition d'une interface simple ;
- distribuer nos engagements scientifiques et techniques entre plusieurs programmes distincts, de préférence à un engagement massif dans une mission unique (particulièrement une mission planétaire contrainte par un calendrier impératif).

Ceci dit, la coopération spatiale avec l'URSS offre, dans les circonstances actuelles, une capacité d'emport d'instruments scientifiques dépassant les capacités de réalisation des laboratoires français (sans parler des ressources du CNES). Notre approche n'est guère compatible avec la reproduction de projets scientifiques semblables utilisant, à chaque mission successive, des matériels progressivement modifiés. Par contre, il est souhaitable d'entreprendre à l'occasion de chacune des grandes missions scientifiques soviétiques, le développement d'une ou quelques expériences réellement marquantes, originales et ambitieuses, même si chaque instrument mis au point en France constitue une réalisation technique substantielle.

Les perspectives qui nous sont connues des programmes futurs de l'Union Soviétique incluent :

- poursuite du programme systématique d'observation de VENUS avec la réalisation en 1988 ou 1989 d'une sonde d'entrée (LANDER) et d'un orbiteur ;
- reprise probable des vols d'exploration vers MARS ;
- projet de satellite d'observation astronomique (photométrie et spectrométrie) dans le domaine sub-millimétrique ;
- projet de corrélation spatio-temporelle des phénomènes magnétosphériques au moyen d'un essaim de petits satellites essentiellement identiques lancés simultanément sur la même orbite ;
- programme d'expérimentation en microgravité (matériaux, sciences de la vie) en liaison avec l'utilisation de la station SALIOUT.

4. COOPERATION BILATERALE AVEC UN PAYS EUROPEEN. -

Une coopération bilatérale a été ébauchée avec la Suède pour lancer le satellite suédois VIKING, de conception américaine. Ce satellite, construit par la Société BOEING, se substitue à l'adaptateur d'effort ou structure porteuse du satellite d'observation SPOT. Il sera d'abord placé avec SPOT sur une orbite héliosynchrone circulaire à 800 km ; puis, après la séparation de SPOT, il sera libéré à son tour pour permettre la mise à feu d'un moteur à poudre qui le placera sur l'orbite définitive fortement excentrique choisie pour étudier la magnétosphère terrestre à très haute latitude magnétique.

Le concept de satellites VIKING successifs, spécialement conçus pour être des passagers secondaires de la fusée ARIANE, intéresse les autorités suédoises. Elles y voient la possibilité de réaliser des projets scientifiques particulièrement économiques puisque la réutilisation d'un ensemble de sous-systèmes déjà qualifiés par le constructeur américain permet de maintenir le coût de la plateforme à un niveau très modique. L'utilisation d'une telle plateforme "piggy-back" remplaçant purement et simplement la structure porteuse du satellite ne modifie que d'une manière tout-à-fait discrète la mise en oeuvre du passager principal, ce qui justifie la négociation d'un coût de lancement avantageux. Ce concept s'applique évidemment à tout lancement sur l'orbite circulaire héliosynchrone puisque la capacité de la fusée ARIANE dépasse sensiblement la masse des satellites d'observation de la classe SPOT. Il s'applique aussi, peut-être moins commodément (?) aux lancements sur l'orbite de transfert vers la position géosynchrone

(orbite équatoriale 200 - 36000 km). Le CNES se propose d'examiner avec le constructeur l'éventail des missions accessibles suivant ce principe étant entendu que les satellites VIKING peuvent disposer d'une capacité de propulsion propre.

Compte-tenu de l'intérêt croissant du gouvernement suédois pour les activités spatiales et des relations privilégiées qui se sont instaurées entre la France et la Suède dans le domaine des applications spatiales (observation de la terre - Radiodiffusion directe...), le développement d'une coopération bilatérale dans le domaine des missions scientifiques constitue une réelle ouverture, à condition de maintenir les missions envisagées premièrement dans le cadre des performances raisonnablement accessibles à la plateforme VIKING, et deuxièmement dans des domaines intéressant la communauté scientifique suédoise.

Le plan à moyen terme du Conseil National de la Recherche italien pour les activités spatiales comprend, entre autres développements à caractère industriel, le projet de réaliser un satellite scientifique dans les prochaines années. Dans la mesure où un domaine d'intérêt scientifique commun pourrait être confirmé, il serait souhaitable d'engager avec le CNR un dialogue plus approfondi en vue de réaliser un tel projet en commun. L'astronomie de haute énergie et plus précisément la spectrométrie des sources de rayonnement gamma à relativement basse énergie, pourrait constituer un thème d'intérêt commun. Mais il est évident que bien d'autres sujets (notamment l'astronomie X) ont des partisans importants au sein de la communauté italienne.

Le Ministère de la Recherche et de la Technologie de la RFA a offert au CNES de participer à la mission SPACELAB D-1 prévue dans le programme national allemand, en apportant le four à gradient développé dans le cadre de la première mission de démonstration américano-européenne. Par ailleurs, la RFA a montré, avec une succession de programmes scientifiques nationaux (récemment, un projet de satellite d'astronomie X) et de réalisation en coopération avec la NASA (GALILEO, AMPTE ...), le souci de maintenir un niveau significatif d'activité dans le domaine des recherches spatiales en dehors du programme multilatéral européen. La RFA pourrait donc devenir un partenaire actif pour réaliser des projets de grand intérêt, tel qu'un satellite d'astronomie infra-rouge concurrent de ISO en s'appuyant sur les acquis techniques : télescope spatial GIRL, plateforme récupérable SPAS. La volonté d'établir une telle coopération à vocation scientifique n'a cependant pas encore rencontré d'écho dans la communauté allemande.

5. INITIATIVES FRANCAISES EN MATIERE DE MISSIONS SCIENTIFIQUES. -

La position d'expérimentateurs invités à participer à des missions scientifiques sous la responsabilité d'autorités étrangères est certainement confortable tant que tout se déroule sans accroc. Mais elle n'offre aucune garantie en cas de difficultés : les exemples ne sont pas rares, comme on a pu le noter dans ce qui précède, où les responsables de projet sont amenés, pour des raisons techniques ou financières légitimes, à décider des allègements qui réduisent à néant les espoirs et les efforts des "invités". En outre, il n'est pas acceptable à long terme de restreindre les perspectives des scientifiques français à une participation à des projets conçus et choisis en fonction des priorités des scientifiques étrangers.

Concevoir des projets spatiaux originaux et assurer leur réalisation en fonction de nos orientations scientifiques prioritaires est la condition pour maintenir la vigueur des recherches spatiales dans notre pays. Il n'est pas nécessaire, ni d'ailleurs souhaitable, qu'un projet d'origine française, soit réalisé dans un cadre purement national : en ce sens, les différents cadres de coopération décrits plus haut offrent autant de voies dans lesquelles pourrait se développer une telle initiative. Mais, en outre, deux approches techniques liées à la réalisation du programme d'applications spatiales pourraient ouvrir des possibilités intéressantes aux scientifiques français.

Charge utile scientifique sur les satellites d'observation de la Terre.

En dehors des instruments d'observation proprement dits, la plateforme standard du satellite SPOT peut accommoder quelques équipements supplémentaires sur la face pointée vers la Terre. Cette place sera disponible à partir du second satellite de la série (SPOT-2). Les contraintes techniques relativement rigides qui seraient imposées à une charge utile d'instruments scientifiques sur la plateforme SPOT feront l'objet d'une présentation au Colloque des Arcs.

Satellite porteur sur ARIANE.

Un certain nombre de lancements sur l'orbite de transfert vers l'orbite géosynchrone (géostationnaire) ou sur une orbite polaire héliosynchrone sont prévus dans le plan de trafic de la fusée ARIANE, avec des charges payantes moins massives que ne le permettrait la performance de l'engin. Ces tirs permettraient donc d'emporter une charge utile supplémentaire dans

des conditions d'économie évidente, dans la mesure où l'introduction du passager supplémentaire n'introduirait aucune contrainte sur la charge principale. Le CNES étudie dans cette perspective le concept, dérivé du satellite suédois VIKING construit par BOEING AIRCRAFT Co et SAAB, d'un satellite à structure porteuse qui pourrait être intercalé simplement entre l'adaptateur conique qui termine le troisième étage de la fusée et le plan de séparation de la charge utile principale. Une présentation des possibilités d'adaptation de ce concept sera également faite aux ARCS.

Pierre MOREL
Directeur Général Adjoint
C.N.E.S.