

Dominique Mailhot
Ingénieur des Mines

François Michel
Ingénieur des Télécoms

DE L'UTILITE DE L'EFFORT SPATIAL

Rapport pour le Corps des Mines

Décembre 2004

Introduction

Au comble de la course à l'espace, Hannah Arendt succombe à l'exaltation lyrique des débuts de l'aventure spatiale mais ne manque pas d'en interroger les fins. Dans *Condition de l'homme moderne* et *La Crise de la culture*, elle trouve une explication globale à l'effort spatial en montrant qu'il s'inscrit, comme moyen et comme aboutissement, dans le mouvement irrésistible du progrès technique. Son raisonnement repose sur l'idée que la perspective de l'arrachement de l'homme à l'emprisonnement terrestre disqualifie d'emblée toute analyse économique de l'investissement spatial :

« la grandeur de l'entreprise spatiale [...] paraît indiscutable, et toutes les objections élevées contre elle sur un plan purement utilitaire – c'est trop cher, l'argent serait mieux employé à l'instruction et à l'amélioration du sort des citoyens, à la lutte contre la pauvreté et la maladie (ou toute autre bonne intention qui viendrait à l'esprit) – [...] semblent un tant soit peu absurdes, au regard de ce qui est en jeu et dont les conséquences sont encore aujourd'hui tout à fait imprévisibles.¹ »

Un demi-siècle plus tard, ces réflexions ont fait long feu.

La course à l'espace s'est terminée sans vainqueur et, avant même l'implosion du bloc soviétique, le poids relatif de l'industrie spatiale avait commencé à diminuer aux Etats-Unis². Les conséquences à court et moyen termes de l'exploitation de l'espace se sont faites, sinon décevantes, du moins largement prévisibles. L'entreprise spatiale s'est fondamentalement normalisée : elle a perdu sa légitimité innée, ses critiques utilitaristes sont devenues recevables.

Ce glissement conceptuel concerne en premier lieu la France, qui peut se prévaloir d'être le deuxième investisseur mondial dans le secteur en terme de budget par habitant, devançant amplement tous ses partenaires européens³, et qui dispose d'un outil industriel inégalé en Europe.

L'investissement dans le secteur spatial y est avant tout indissociable du projet politique du Général De Gaulle. Mais il a pu également faire l'objet d'autres motivations : dans les années quatre-vingt-dix, ses enjeux commerciaux se sont imposés ; dernièrement, on a remis l'accent sur son volet stratégique et ses apports à la société civile. Cette oscillation du discours officiel resterait un épiphénomène de l'aventure spatiale française si elle n'avait pas accompagné des changements plus

¹ Hannah Arendt, *La Crise de la culture*, 1961, Folio Essai, p 349.

² Première puissance spatiale mondiale, les USA ne consacraient plus à l'effort spatial que 1,4% de leur PNB en 2002 contre 4,2% en 1960 et 3,8% en 1970.

³ Cf. annexe III.

structurants. Au cours des vingt dernières années, en effet, la plupart des grands programmes institutionnels ont acquis leur dynamique propre, parfois déconnectée de leurs justifications initiales. Le terme de filière s'est généralisé et, considérées a posteriori, plusieurs décisions programmatiques majeures sont entourées d'un certain flou.

Récemment, les enjeux antagonistes de l'activité spatiale, masqués pendant les périodes fastes d'Ariane et du boom des satellites de télécommunications, ont ressurgi avec une intensité suffisante pour convaincre les décideurs que le modèle français était en crise. Depuis lors, les rapports officiels se multiplient en se concentrant sur deux questions organisationnelles importantes : la restructuration du CNES et la construction de l'Europe spatiale. Ce faisant, ces rapports ne tirent pas les conséquences de la normalisation de l'activité spatiale, ils ne rompent pas avec la fin de non-recevoir opposée depuis Arendt à la question des justifications de l'investissement public dans le secteur.

Nous verrons qu'il est d'autant plus important d'affronter cette question que le secteur spatial dans son ensemble doit son existence à un flux continu de subventions étatiques. Les infrastructures spatiales ainsi financées offrent, à la puissance publique ou à des tiers, une multitude de services a priori économiquement intéressants, qui peuvent constituer autant d'avantages d'une configuration donnée de la filière spatiale. Une difficulté de l'analyse tient à ce que le panel de ces avantages n'a aucune raison de se limiter à celui des objectifs que la puissance publique poursuit en subventionnant le secteur. Il faut conserver à l'esprit qu'un sous-produit de la configuration du secteur spatial n'est réellement intéressant pour la collectivité que lorsqu'il concourt d'une manière ou d'une autre à la réalisation des objectifs nationaux. Nous verrons par exemple que l'intérêt principal de la commercialisation de certains services spatiaux sur le marché mondial est de maintenir les capacités de l'industrie française.

Cependant, nous constaterons également que l'histoire récente abonde de décisions programmatiques qui ont pu être jugées avantageuses mais qui ont en réalité desservi les objectifs fondamentaux poursuivis par la puissance publique, objectifs dont il faut répéter qu'ils constituent la raison d'être du secteur spatial.

Nous nous proposons donc de mieux les déterminer. C'est ce problème que nous formulons de la façon suivante : quelle est l'utilité de l'effort spatial français ?

Pour y répondre, nous parcourrons systématiquement, dans les trois premiers chapitres de ce rapport, la typologie des arguments qui plaident en faveur de l'effort spatial : l'efficacité économique des investissements publics spatiaux, la stratégie de recherche, l'enjeu de souveraineté.

Nous aboutirons à quelques principes qui pourraient former une ébauche de doctrine spatiale et proposerons, dans le quatrième chapitre, un ajustement de l'organisation du secteur. Nous appuierons cette thèse en dressant un panorama général des choix programmatiques des années quatre-vingt-dix.

Chapitre 1 : L'efficacité économique des investissements publics spatiaux

La fin des années quatre-vingt marque un tournant décisif pour l'industrie spatiale européenne. Les grands programmes comme Ariane ou Spot, précédemment justifiés par des impératifs d'ordre stratégique, prennent dans les discours officiels une coloration commerciale. Les discours politiques louent « l'ouverture vers le marché »⁴ du CNES et annoncent une nouvelle ère : celle de la « libéralisation de l'espace »⁵. La réussite commerciale du secteur devient la meilleure preuve du bien-fondé de la politique spatiale de la France.

Tout comme l'aéronautique avec AIRBUS, l'espace se présente comme une activité ayant acquis sa rentabilité économique grâce à de forts investissements publics initiaux. Cette impression est confortée par différents indicateurs : les comptes équilibrés des sociétés commerciales, telles Arianespace ou Spot image, et les perspectives de « bénéfices » des grands investissements publics comme Galiléo. En outre, le secteur des télécommunications spatiales semble alors promis à une croissance considérable grâce aux constellations dont on dénombrera jusqu'à douze projets.

Aujourd'hui, la crise dément l'optimisme de la décennie précédente et nous oblige à nous interroger sur l'efficacité économique des investissements publics dans le spatial.

Il faut commencer par relever une imprécision fréquente des discours officiels qui confondent deux types de rentabilités : la rentabilité des sociétés qui commercialisent des produits ou des services spatiaux et les effets d'entraînement économique de la dépense publique spatiale⁶. Nous montrerons, dans le premier paragraphe, que la rentabilité des structures commerciales est largement artificielle parce qu'elle dépend le plus souvent d'investissements publics continus. Nous aboutirons également à la conclusion que l'effet de levier de la dépense étatique dans des infrastructures spatiales est fort variable suivant les secteurs.

Dans le second paragraphe, nous nous interrogerons sur les effets du discours économique dont nous avons vu qu'il avait dominé le monde spatial européen au cours de la dernière décennie. Dans la pratique, cette doctrine informelle a induit une pondération excessive du critère d'adaptation à la

⁴ Préface du Ministre de l'Industrie, M.Gérard Longuet, à l'ouvrage *Les trente premières années du CNES – 1994*.

⁵ *ibid.*

⁶ Dépense qui concerne soit des infrastructures (systèmes de satellites comme Spot ou Galiléo), soit des dépenses de R&D (programme Stentor), soit des subventions à la production (programme EGAS).

« demande » commerciale lors des grands choix programmatiques. Nous constaterons que certains programmes spatiaux semblent rétrospectivement bien contestables.

L'intérêt du marché commercial et l'effet de levier des investissements publics

Le coup d'œil le plus rapide montre que l'investissement public dans le secteur spatial ne paraît pas être parvenu à créer de filière pouvant se passer de l'Etat, même dans le cas le plus favorable des télécommunications. La question à poser ne concerne donc pas tant la rentabilité des activités spatiales que l'efficacité économique des investissements publics.

- *Comment mesurer l'efficacité économique de la dépense publique ?*

Sans entrer dans les controverses qui agitent les économistes autour du bien-fondé de la dépense publique en matière industrielle, il nous semble que l'on peut évaluer son efficacité grâce à deux critères.

Tout d'abord, un critère d'optimisation de la dépense en fonction des besoins institutionnels. En d'autres termes, on cherche à savoir si l'organisation du secteur concerné est optimale pour minimiser la dépense étatique. La principale question sera ici de déterminer l'intérêt de la commercialisation presque systématique des produits et services spatiaux, dont le développement est financé par l'Etat.

La deuxième approche consiste à étudier l'effet de levier qui peut se définir comme la valeur ajoutée totale créée dans l'économie par l'investissement public. Cet effet de levier est un bon élément d'appréciation de la pertinence des infrastructures publiques, bien qu'il faille conserver à l'esprit que la création de valeur économique ne constitue qu'une partie des bénéfices que peut procurer une infrastructure.

Nous développerons successivement ces deux approches.

- *L'intérêt du marché commercial : l'analogie avec les exportations d'armement*

D'une manière générale, le marché commercial joue pour le secteur spatial un rôle comparable aux exportations pour celui de l'armement.

En effet, une fois les coûts de développement financés par la puissance publique, l'offre commerciale de produits spatiaux comme les lanceurs ou les satellites de communications n'a pour fonction essentielle que de fournir de la charge aux industriels et de venir ainsi diminuer les coûts des achats institutionnels. La commercialisation de services, par exemple d'imagerie ou de localisation, est sensée quant à elle supporter tout ou partie des frais de fonctionnement d'une infrastructure. Parler de « rentabilité » ou de « libéralisation de l'espace » n'a donc guère de sens pour ces entreprises.

Cette configuration se retrouve avec plus ou moins d'intensité suivant les secteurs et les périodes historiques.

En ce qui concerne les lanceurs, le chiffre d'affaire généré aux heures les plus fastes d'Ariane 4 n'a jamais permis de couvrir que les coûts récurrents des lancements : les frais de développement

d'Ariane 5 sont restés à la charge des états-membres de l'ESA. De la même façon, pour le marché de l'imagerie, les satellites Spot et leurs lancements ont été financés par le contribuable et le chiffre d'affaire de Spot Image n'a supporté au mieux que les frais de fonctionnement du système⁷. Enfin, si l'on s'intéresse au marché de la navigation et au projet Galiléo, on sait qu'il est prévu que le concessionnaire privé contribuera financièrement au maintien de la constellation mais on sait aussi qu'il est pour l'instant particulièrement difficile de prévoir la source de ses revenus.

En réalité, de tous les secteurs spatiaux, seul celui des satellites de télécommunications a ressemblé un temps à un marché autonome. En effet, à la fin de la dernière décennie, ses perspectives de croissance assuraient aux fabricants un avenir libre de tout financement étatique. A posteriori, on s'aperçoit pourtant que les aides de l'état n'ont jamais disparu : elles ont été simplement concentrées sur quelques programmes comme Stentor, qui a permis le développement de nouvelles plates-formes chez Alcatel et Astrium. Aujourd'hui, la situation est beaucoup plus incertaine malgré l'existence de possibles relais de croissance comme l'Internet large bande ou la télévision haute définition. De nombreux projets privés en Asie ou aux Etats-Unis semblent d'ailleurs démontrer la viabilité de ces nouveaux produits. En vérité, si ce secteur n'était pas en situation de surcapacité, il serait sans doute viable car malgré le progrès des technologies sol, le satellite conservera toujours l'avantage pour le *broadcast* : la diffusion sur de larges territoires.

Au final, si l'on excepte les télécommunications, le marché « commercial » est toujours un sous-produit des investissements publics. Développer un produit ou un service dans l'unique objectif de répondre à la demande commerciale est insensé, comme on ne développe pas de système d'arme exclusivement pour l'exportation. Pour les lanceurs, l'observation de la Terre ou la navigation, le besoin est avant tout institutionnel et le marché ne sert qu'à optimiser la dépense de l'Etat, en exerçant une pression compétitive sur les prix et les technologies et en fournissant de la charge aux industriels.

- *L'effet d'entraînement des infrastructures publiques*

Il est nécessaire de compléter l'analyse précédente en nous intéressant à l'effet d'entraînement économique de la dépense étatique, ce qui conduit à raisonner en termes d'infrastructures.

Il faut là encore distinguer suivant les secteurs.

Il ne semble pas y avoir d'effet de levier pour les lanceurs et l'observation de la Terre : un Euro investi par l'Etat dans ces activités n'aboutit au final qu'à un Euro d'augmentation du chiffre d'affaire des fabricants. Par conséquent, l'intérêt de ces activités réside dans leurs bénéfices non quantifiables, dont on doit admettre qu'ils sont parfois controversés. C'est en particulier le cas de la valeur d'un « accès indépendant à l'espace » dans un monde où de nombreux pays offrent ce type de services. Pour ce qui concerne l'observation de la Terre, tandis que les images de météorologie profitent incontestablement à l'économie et à la société dans son ensemble, l'intérêt des images Spot est moins évident.

Les télécommunications, quant à elles, sont sans doute le secteur spatial entraînant la plus forte création de valeur. Le marché considérable de la télévision numérique par satellite est le résultat direct de l'investissement public dans le secteur.

⁷ Le chiffre d'affaire de Spot Image varie de 30 à 50 M€ alors que le coût d'un seul satellite Spot atteint 400 à 500M€.

Le cas de la navigation, lui, est plus complexe. Nonobstant l'explosion actuelle du marché du GPS en Asie et aux USA, qui semble conforter les promoteurs de Galiléo, les retombées effectives du projet sur l'économie européenne semblent bien incertaines. On peut d'ores et déjà présager que les entreprises européennes seront absentes de certains secteurs particulièrement profitables : à titre d'exemple, la majorité des puces nécessaires à la réception du signal Galiléo sera vraisemblablement fabriquée en dehors de l'Union. Nous reviendrons en détail sur le programme Galiléo au paragraphe suivant.

L'analyse révèle donc que l'intérêt des infrastructures spatiales varie sensiblement suivant les secteurs. L'argument du service public apportant des bénéfices non quantifiables à la société peut être localement fondé. Dans tous les cas, pour être valide, il doit être appuyé d'une analyse rationnelle des coûts et bénéfices de chaque choix d'infrastructure.

D'une manière générale, on doit souligner la variabilité de l'efficacité économique des investissements publics spatiaux, qu'elle soit appréciée en termes de minimisation de la dépense étatique ou considérée sous l'angle de l'effet de levier.

Il faut également constater que, dans le monde spatial, le besoin primordial reste institutionnel et le marché commercial un sous produit des investissements publics. La prise de part de marché n'a de sens que si elle allège directement ou indirectement le coût des besoins institutionnels.

La variabilité précédente devrait conduire à une circonspection redoublée devant les aphorismes louant la rentabilité du marché ou des infrastructures publiques. Elle complique considérablement le travail des décideurs qui définissent les choix programmatiques en fonction d'une multitude de critères.

Cette caractéristique du secteur spatial a logiquement produit ses conséquences les plus négatives dans les années quatre-vingt-dix, lorsque le critère d'adaptation au marché, transformé en doctrine, a pris une importance excessive.

Les dérives de certains programmes

Nous allons, dans ce paragraphe, illustrer la conclusion précédente en détaillant les dérives de trois organisations mises en places dans les deux dernières décennies : Ariane 5, Eutelsat et Galiléo.

- *Ariane 5*

Programme phare de l'industrie française, symbole dans les années quatre-vingt-dix de la réussite de l'Europe Spatiale, Ariane 5 connaît aujourd'hui des difficultés qui préoccupent l'ensemble de la communauté spatiale.

Sans récapituler toute l'histoire de ce programme fleuve, on peut affirmer qu'il est né d'une volonté politique claire : envoyer un européen dans l'espace par des moyens propres. Dès l'origine, on compte également valoriser les performances accrues du nouveau lanceur pour mettre en orbite des satellites plus lourds. Cependant, cet objectif demeure secondaire par rapport à celui du vol habité. Conçue pour l'orbite basse, la fusée ne sera jamais optimisée pour le lancement de satellites.⁸

⁸ Cf. annexe I.

Par la suite, alors que les projets de vol habité ne parviennent pas à décoller (abandon d'Hermès en 1993, relance puis abandon du CTV en 1995 et 1998) les justifications de la poursuite du programme Ariane 5 se concentrent autour de l'adaptation au marché des satellites de télécommunications dont on prévoit une augmentation continue de la masse. Ces perspectives auraient pu faire l'objet d'analyses plus poussées mais les succès commerciaux exceptionnels⁹ d'Ariane 4 occultèrent le débat.

Aujourd'hui, l'avenir du lanceur lourd européen est loin d'être assuré, du fait des problèmes techniques et de la concurrence des lanceurs russes. Sa compétitivité sur le marché commercial n'est pas acquise malgré les subventions du programme EGAS¹⁰. D'un autre côté, il n'est pas dimensionné pour répondre aux besoins institutionnels.

Ce constat appelle plusieurs interrogations.

Il est vrai que le programme Ariane 5 a particulièrement souffert d'objectifs imprécis et changeants mais ceci n'est pas à l'origine de ses nombreuses dérives techniques. Il semble que le mode de développement qui avait fonctionné avec Ariane 4 ait atteint ses limites devant la complexité du nouveau lanceur. Certains évoquent ainsi des règles de management trop floues favorisant des choix techniques hasardeux. Toutefois, en dehors de ses EAP, le lanceur européen ne contient guère d'innovation révolutionnaire.

Ensuite, on ne peut que déplorer le manque d'anticipation de la politique spatiale européenne en matière de lanceurs. La communauté spatiale dans son ensemble n'a pas perçu le changement radical qu'impliquait l'arrivée des lanceurs russes sur le marché. On a manqué de voir que les succès commerciaux d'Ariane étaient en réalité une source de risque. En effet, le lanceur européen a toujours été vulnérable car fortement dépendant des lancements commerciaux, étant donné le manque de satellites institutionnels susceptibles de fournir une charge suffisante à l'industrie pour garantir sa fiabilité et son coût. Si le système a fortuitement fonctionné grâce à la situation de monopole d'Ariane 4, l'arrivée de concurrents à bas prix perturberait totalement cet équilibre et aurait dû amener une refonte de la stratégie européenne.

Par ailleurs, grisés par la réussite d'Ariane 4, les décideurs français ont négligé de nouer rapidement des partenariats avec la Russie post-soviétique, abandonnant les lanceurs clés et les meilleures technologies aux Américains. Or, dès 1993, on savait que la Russie conserverait une puissante industrie spatiale et militaire, pour laquelle elle dispose d'un avantage comparatif sur les plans technique et économique¹¹, et qu'elle chercherait des partenariats avec des industriels occidentaux. Opérés depuis Kourou, les lanceurs russes auraient pérennisé l'avenir du centre spatial et permis aux Européens de contrôler la concurrence sur le marché commercial.

Une autre décision peut être regrettée a posteriori : il s'agit de l'arrêt de la filière Ariane 4. Ce choix a été pris en procédant à un calcul rationnel de coûts et de risques mais il appert aujourd'hui que les hypothèses de départ étaient biaisées en faveur du choix d'Ariane 5.

⁹ L'erreur du choix de la navette par les Américains et l'accident de Challenger en 1986 placent en effet Ariane 4 dans une situation de monopole sur le marché des lancements de satellites de télécommunications.

¹⁰ De l'ordre de 900M€ soit 30 M€ par lancement. Voir annexe I.

¹¹ Cf. par exemple « Quinze ans qui bouleversèrent le monde », Thierry de Montbrial, DUNOD, p 139.

De la même façon, il est permis de s'interroger sur le calcul actuel qui sous-tend le choix du soutien d'Ariane 5. Au total, avec le programme EGAS, subvention à la production gagée sur des fonds de recherche, et les autres budgets publics, le maintien du lanceur Ariane 5 coûte près de 400 M€ par an aux Européens. Au vu de la supériorité manifeste des technologies russes, doit-on persister à soutenir un lanceur condamné à terme ou plutôt investir pour amener les motoristes français au niveau de performance des Russes ? La perte provisoire d'un accès indépendant à l'espace devrait être mise en balance avec ces coûts considérables¹².

En définitive, le bilan du programme Ariane 5 est globalement négatif. Le plus grave est sans conteste que ce lanceur censé pérenniser l'indépendance européenne d'accès à l'espace l'a grandement fragilisée.

Cependant, le choix d'installer le lanceur Soyouz à Kourou témoigne d'une évolution très positive de la doctrine européenne. La fusée russe complète effectivement la gamme de services offerts par Arianespace et contribuera à l'activité du Centre Spatial Guyanais¹³, dont la situation géographique et les infrastructures constituent autant d'atouts indéniables pour l'Europe spatiale.

- *Eutelsat*

Notre deuxième exemple d'organisation problématique concerne le marché des télécommunications spatiales et, plus particulièrement, les opérateurs de satellites européens Eutelsat et SES Astra. Ceux-ci ont été privatisés dans le même mouvement à la fin de la décennie quatre-vingt-dix pour répondre aux exigences de l'Union en matière de déréglementation.

Il faut tout d'abord constater que ces opérateurs réalisent des profits surprenants : Eutelsat et SES Astra affichaient des marges brutes respectives de 75% et de 78.1% en 2002/2003. Cette rentabilité exceptionnelle vient de ce qu'ils exploitent gratuitement une ressource rare, le spectre, dans le cadre d'une réglementation plus favorable qu'outre-atlantique.

On pourrait penser que la puissance publique, qui a créé cette configuration, a veillé à ce que les deux seuls opérateurs de l'Union s'approvisionnent majoritairement en satellites européens, ne serait-ce que pour réinjecter une partie de leurs profits dans la filière spatiale. Ceci n'a jamais été le cas pour SES Astra, contrairement à Eutelsat.

A l'origine, les actionnaires majoritaires d'Eutelsat étaient les grands opérateurs européens de télécommunications. La plupart d'entre eux ont été forcés de revendre leurs parts lors de l'explosion de la bulle internet. France Télécom n'a pas fait exception, bien que l'on ait pu penser initialement qu'il ferait l'acquisition complète de l'opérateur.

¹² Le surcoût éventuel du lancement de la constellation Galiléo par Soyouz en cas de veto des États-Unis sur les autres lanceurs russes devrait être mis en balance avec le coût important du maintien d'Ariane 5.

¹³ Les infrastructures de la base de Kourou ont été modernisées, notamment avec la construction du centre intégré EDUC-SD5, pour être adaptées à l'activité prévue d'Ariane 5. Ces investissements, effectués dans une optique de long terme, constituent un capital incontestable et pourront être valorisés par d'autres lanceurs.

Ainsi, Eutelsat a peu à peu adopté la logique de plus en plus financière de ses actionnaires privés. L'opérateur n'a pas pu effectuer le rachat stratégique de Panamsat et s'interdit aujourd'hui d'investir dans des développements technologiques innovants, comme ceux liés à l'Internet par satellite.

Il faut cependant noter qu'Eutelsat a jusqu'à présent conservé une logique européenne pour ses commandes de satellites¹⁴ et a ainsi réinvesti une part significative de ses profits dans la filière spatiale européenne. Même lorsqu'il met en concurrence les industriels européens avec leurs homologues américains, la commande finale revient généralement aux Européens.

Cette manifeste préférence européenne n'est sans doute pas appelée à perdurer mais un changement de stratégie pourrait survenir brutalement si Eutelsat passait, comme on le craint aujourd'hui, aux mains d'investisseurs financiers étrangers.

L'entreprise suivrait alors une logique beaucoup plus financière et l'on peut penser que l'essentiel de ses profits échapperait aux Européens. De façon inquiétante, la possibilité de ce scénario ne semble pas avoir été considérée lors de la privatisation de l'opérateur.

La myopie des décideurs publics est d'autant plus troublante que les profits actuels d'Eutelsat sont le résultat direct des subventions étatiques à la filière des satellites de télécommunications. Il est étonnant que la France et l'Europe aient pu négliger de protéger un client fidèle aux fabricants de satellites européens, étant donné leur forte dépendance envers le marché commercial. Ces derniers souffrent aujourd'hui d'un marché au plus bas et, par ailleurs, leurs prévisions stratégiques sont compliquées par les reconfigurations des actionnariats de nombre d'opérateurs.

En plus d'affaiblir l'industrie européenne et de détourner une partie des investissements publics, on peut penser que la situation précédente réduit également le dynamisme du marché européen des télécommunications spatiales. En effet, on constate que les marchés asiatiques et américains disposent d'une nette avance sur le marché communautaire pour les nouveaux produits (diffusion d'Internet, de radio numérique, de TVHD ou de chaînes TV pour téléphones portables).

- *Galiléo*

Le grand programme européen de système de navigation par satellite a également souffert d'une orientation excessive vers le marché commercial, que reflète son organisation.

Il faut commencer par rappeler que l'intérêt de Galiléo ne fait aucun doute d'un point de vue stratégique, en raison de la dépendance croissante des systèmes d'armes et de certains secteurs économiques envers le système GPS, dont le signal peut s'interrompre sur une décision des Etats-Unis ou simplement du fait d'un dysfonctionnement.

Le projet d'une constellation de navigation, dont l'idée avait germé au CNES, aurait pu être mené sur le modèle des lanceurs, dans le cadre d'une coopération intergouvernementale avec une participation dominante de la France. On a préféré donner au projet une teneur communautaire en impliquant la Commission Européenne à un niveau inégalé.

A posteriori, ce choix peut sembler malheureux. En effet, l'impossibilité de présenter Galiléo sous l'angle stratégique au niveau européen a induit plusieurs dérives importantes.

¹⁴ Un seul des dix-huit satellites d'Eutelsat a été acheté hors de l'Union Européenne. SES Astra a suivi une logique opposée : seul un de ses treize satellites a été fabriqué en Europe. (Cf. annexe 2).

D'abord, le système de concession en partenariat public-privé a pour raison d'être l'allègement de la facture publique mais en l'absence d'un business plan crédible pour financer cette concession, rien ne garantit que l'objectif recherché sera au rendez-vous¹⁵. Un point capital de l'analyse est que les investisseurs privés auxquels fait appel l'Union Européenne sont largement fictifs puisqu'il s'agit des industriels du spatial dont les motivations ne sont pas le retour sur investissement mais la garantie de leurs positions industrielles dans le projet. Du reste, pour un investisseur réellement intéressé par le marché de la navigation, le choix de la construction d'une constellation ne semble pas le plus pertinent face à la concurrence d'un signal gratuit comme le GPS.

L'exemple américain de la constellation Iridium montre d'ailleurs assez bien le danger d'une telle approche. L'entreprise Motorola avait réussi à convaincre le Pentagone de participer au financement de cette constellation de télécommunication, ce qui semblait être un choix moins onéreux que celui d'un système purement militaire. Une fois le système mis en place grâce à l'apport du gouvernement américain, il s'est avéré que les prévisions commerciales étaient trop optimistes et l'entreprise a menacé de faire faillite avant d'être rachetée par le Department of Defense.

Deuxièmement, le retard du programme Galiléo a certainement conduit à une augmentation notable de son coût¹⁶. Ce retard est doublement imputable à l'opposition des Etats-Unis et aux difficultés de coordination de l'Europe. Il faut admettre que certains arguments américains sont assez légitimes. Etant donné le caractère sensible du signal, les Etats-Unis considéraient qu'un contrôle militaire sur le système était indispensable, alors même que les autorités européennes (ESA, Commission) refusaient d'accepter que le programme ait un volet militaire. Les positions ont aujourd'hui évolué dans le bon sens mais il est frappant de constater que sur les sites Internet de la Commission Européenne ou de l'ESA dédiés à Galiléo, les applications militaires ne sont jamais citées.

Enfin, il est permis de s'interroger sur les retombées économiques réelles de ce projet pour l'économie européenne. Personne ne conteste le fait que le marché de la navigation connaisse une croissance exceptionnelle. Cependant, il est à craindre que l'investissement public dans le système Galiléo ne profite finalement à des producteurs étrangers. La focalisation sur les problèmes de rentabilité de la concession s'accompagne d'un certain désintérêt pour les applications aval où se situe pourtant l'essentiel de la valeur ajoutée. De plus, le retard du projet désavantage nombre de PME européennes, dont les forces vives sont occupées à répondre à des appels d'offres de la Commission, et qui n'ont ainsi pas les moyens d'investir sur le marché du GPS.

C'est bien, en conclusion, l'organisation même du programme Galiléo qui oblitère ses perspectives. Ce projet dispose d'un intérêt incontestable, ne présente aucune difficulté technique majeure, mais sa conduite est rendue difficile par le jeu complexe et globalement peu coopératif des acteurs européens.

En définitive, le développement d'un système militaire européen analogue au GPS aurait sans doute coûté moins cher et eu un effet d'entraînement économique analogue. Dans tous les cas, les discours optimistes sur le marché des applications de navigation ne doivent pas faire oublier l'inadaptation de l'organisation choisie par l'Europe.

¹⁵ Cela ne signifie pas qu'un opérateur privé financé par des investissements publics ne soit pas la meilleure solution.

¹⁶ Estimé à 2,4 Md€ en 2000, son coût dépasse les 4Md€ aujourd'hui.

Pour clore ce chapitre, nous pouvons commencer par reprendre ce qui fait de la rentabilité du secteur spatial commercial une dangereuse fiction, qu'elle soit appréciée en termes de minimisation de la dépense étatique ou considérée sous l'angle de l'effet de levier.

En dehors du secteur des télécommunications, qui pourrait être éventuellement viable si l'industrie mondiale n'était pas surcapacitaire, les activités spatiales sont intrinsèquement déficitaires. Les longs cycles de marché peuvent faire croire temporairement le contraire ; cependant, toutes les structures ne survivent que grâce à un apport continu d'argent public.

L'efficacité économique des investissements publics spatiaux est globalement infondée mais elle est également très variable suivant les secteurs et les projets.

Du fait de cette variabilité, les optimums locaux recherchés *rationnellement et efficacement* par les différentes structures¹⁷, souvent focalisées sur leurs propres indicateurs financiers, forment un système difficilement intelligible et souvent inefficace. Les dérives du secteur sont la conséquence même de cette configuration qui aveugle une partie de la communauté spatiale et, surtout, rend la tâche des dirigeants particulièrement ardue.

Au cours des deux dernières décennies, la situation est devenue peu à peu critique parce que de nombreux programmes ont acquis une autonomie excessive et que des critères de succès financiers locaux ont pris une importance exagérée dans la chaîne de décisions. Mais il faut également noter l'absence d'anticipation des politiques, probablement mal informés, qui n'ont pas su redéfinir à temps le jeu des acteurs et donner un coup d'arrêt aux programmes dispendieux.

¹⁷ Qu'elles soient confrontées ou non directement au marché.

Chapitre 2 : La recherche spatiale

Le chapitre précédent montre que les investissements publics spatiaux ne peuvent pas être simplement justifiés par leurs retombées économiques.

Cependant, leur contribution à l'effort national de recherche est souvent invoquée. Cette contribution est double : d'un côté, les outils spatiaux sont utilisés par diverses disciplines scientifiques, dans les domaines des sciences de l'Univers ou de la Terre par exemple. D'un autre côté, la recherche nécessaire à l'élaboration de ces outils est elle-même susceptible d'avoir un effet d'entraînement dans d'autres secteurs de l'économie, via des transferts de technologies adaptés.

Nous chercherons, dans ce chapitre, à étudier la validité de ces arguments.

Nous commencerons par relever que le contexte actuel fait de l'intérêt scientifique du secteur spatial une question doublement critique.

En premier lieu, elle se pose dans le cadre de l'après-Lisbonne : l'Europe a pour objectif de devenir « l'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique » à l'horizon 2010.

En second lieu, dans le cas français, elle renvoie au débat sur l'organisation des centres de recherches nationaux et sur la pertinence des disciplines scientifiques dans lesquelles la France se spécialise.

L'espace au service de la recherche

Nous nous intéressons dans ce paragraphe aux applications spatiales proprement scientifiques : nous évoquerons successivement les domaines des sciences de l'Univers, de l'observation de la Terre et du vol habité.

- *Les sciences de l'Univers*

Les technologies spatiales sont à l'origine de progrès considérables dans toutes les disciplines scientifiques visant l'étude et l'exploration de l'Univers. Celles-ci, comme l'astronomie et l'astrophysique, ont pour objectif fondamental de répondre aux questions des origines de la Vie et de celles de l'Univers.

Quelle est la valeur ajoutée des outils spatiaux pour ces recherches ?

Dans le domaine de l'étude de l'Univers, elle réside dans les capacités des observatoires en orbite, comme le satellite XMM-Newton¹⁸ : affranchis des contraintes de l'atmosphère, ils permettent d'étudier des objets spatiaux dans toutes les gammes de longueurs d'onde. Ils sont aujourd'hui le complément indispensable des observatoires terrestres.

Dans le domaine de l'exploration de l'Univers, qui vise à étendre la présence humaine, réelle ou virtuelle, au-delà des limites de notre planète, on fait référence aux sondes et, de façon plus contestable, au vol habité. En effet, les expériences d'exploration consistent en des survols, observations globales en orbite, des investigations in situ ou encore des retours d'échantillons ; dans tous les cas, la présence humaine semble poser plus de contraintes qu'elle n'en enlève.

Dans ces deux branches de recherche, il faut saluer la performance remarquable de l'Europe qui obtient des résultats brillants avec des moyens bien inférieurs à ceux des Etats-Unis.

- *L'observation de la Terre*

L'observation de la Terre par satellite a acquis une importance notable pour les recherches océanographiques et climatologiques. Ces dernières prennent aujourd'hui une portée inédite en raison des négociations internationales sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

C'est dans ce cadre que l'Union Européenne a lancé l'initiative GMES¹⁹. La principale difficulté du projet est d'accorder les besoins des scientifiques avec les propositions techniques. Pour l'instant, les développeurs techniques sont confrontés à une mosaïque de demandes éparées dont aucune ne revêt un caractère structurant. Il est difficile de savoir ce sur quoi ce programme débouchera. On peut néanmoins avancer qu'une des conditions de son succès est qu'il soit procédé à des arbitrages rationnels entre les technologies sol et les moyens spatiaux : ceux-ci ne forment qu'une partie des outils susceptibles de répondre aux besoins des chercheurs. Nous reviendrons sur le programme GMES à la fin du chapitre 4.

- *Le vol habité et la microgravité*

À côté des deux domaines précédents, dans lesquels les arguments de la communauté scientifique en faveur du spatial sont fondés, il est impératif de dénoncer la prétendue pertinence scientifique des investissements européens dans la station spatiale internationale.

Comme pour Ariane 5, l'Europe est aujourd'hui empêtrée dans une configuration définie il y a près de vingt ans, lors du Conseil ministériel de La Haye de 1987. Les états membres de l'ESA s'y sont engagés à mettre en œuvre les trois programmes Ariane 5, Columbus et Hermès, qui constitueraient les trois piliers de l'autonomie européenne en matière de vol habité. La décision de la participation européenne à l'ISS fut avant tout le résultat d'un compromis politique entre Français et Allemands.

Aujourd'hui, l'engagement européen dans la station spatiale consiste principalement dans les développements du module Columbus et du véhicule de transport ATV. L'ATV ne présente aucun intérêt scientifique. Columbus, s'il est lancé, permettra de réaliser des expériences en microgravité dans les domaines des sciences des matériaux, de la mécanique des fluides et de la biologie.

¹⁸ Le triple télescope à rayon X XMM-Newton a pour objectif de détecter les points chauds de l'Univers ; il a été lancé en 1999 et doit rester en service une dizaine d'années.

¹⁹ Global Monitoring for Environment and Security.

Or, la longue expérience de MIR peut nous amener à douter de l'intérêt même des expériences de microgravité. De plus, si de telles manipulations s'avéraient utiles, elles pourraient être effectuées à moindre coût et avec une précision accrue d'un facteur mille par des modules automatisés.

En résumé, les justifications scientifiques de l'effort spatial sont globalement valables en dehors des projets liés à la station spatiale. Ce bilan fortement positif ne doit pas conduire, dans le futur, à minimiser le risque de piloter les projets scientifiques par une approche réduite au « technology push » plutôt qu'en répondant exactement aux besoins des chercheurs.

Revenons quelques instants sur l'ISS. La station spatiale absorbe une part croissante des budgets spatiaux européens ; cette situation pourrait nettement s'aggraver si les Américains décidaient d'abandonner le programme et si l'Europe choisissait de le continuer seule. Il faut donc espérer que le module Columbus ne sera jamais lancé et que l'Europe évitera ainsi de devenir copropriétaire de la station.

Il est malheureusement certain que l'arrêt d'un tel programme ferait une décision particulièrement douloureuse, peut-être inacceptable pour le monde spatial allemand, dont le leadership sur l'ISS constitue la contrepartie à l'hégémonie française sur le programme Ariane 5.

L'effet d'irradiation de la recherche spatiale

De manière générale, le citoyen ordinaire et le politique ne conçoivent pas l'investissement spatial en dehors de l'effort national de recherche. En France, le budget spatial fait partie du budget de la recherche, où il est présenté agrégé aux subventions allouées au secteur aéronautique²⁰.

On comprend ainsi que le secteur spatial soutient la compétitivité de notre pays, parce qu'il est le cadre à préserver d'un important volume de R&D et parce que cette R&D bénéficie d'une façon ou d'une autre au reste de l'économie.

Ce sont finalement deux questions distinctes que nous allons aborder.

- *Le volume de R&D spatiale*

L'espace est une activité aux développements applicatifs importants et il convient tout d'abord de souligner la distinction qu'on peut faire entre ces développements et la R&T dite « amont », qui correspondrait à ce qu'on nommerait R&D dans une industrie plus classique.

La part de la recherche proprement dite peut être évaluée raisonnablement comme la somme de la R&T précédente et d'une partie des développements applicatifs que l'on estime à environ 20%. En suivant cette méthode, on trouve que le CNES a consacré environ 144 M€ par an, soit 7% de son budget, à l'activité proprement de recherche technologique sur la période 1995-2002. Ainsi évaluée, la R&T spatiale française représente l'équivalent de 1,7% de l'effort national de recherche de 2002 (8720 M€).

²⁰ Voir par exemple le chapitre « Conforter nos atouts dans les secteurs stratégiques de l'aéronautique, l'espace, l'énergie et les nanotechnologies » du dossier de presse relatif au Projet de loi de finances pour 2004.

- *Les mécanismes d'irradiation*

Intéressons-nous maintenant aux méthodes et aux technologies qui, développées dans le secteur spatial, peuvent passer dans le domaine civil.

En ce qui concerne les technologies spatiales, l'image d'Épinal du téflon reste bien présente dans les esprits : dans les articles de vulgarisations comme dans les manuels scolaires, il est classique de faire référence à l'effet d'entraînement des programmes spatiaux américains des années soixante, qui introduisirent de nouvelles technologies comme les microprocesseurs²¹.

Ces idées sont appuyées par les discours optimistes des agences européennes et américaines qui mettent en ligne²² de longues listes de technologies spatiales passées avec succès dans le secteur civil. L'analyse la plus cursive décèle cependant que ces arguments procèdent simplement des stratégies de communication des agences : nombre d'exemples semblent insignifiants, comme le Mama Goose Pyjama, une sorte de combinaison spatiale destinée à prévenir la mort subite du nourrisson. Ces listes ne doivent pas masquer le fait que la majorité des technologies employées aujourd'hui pour les lanceurs et les satellites ont au mieux une dizaine d'années de retard sur leurs équivalents civils, en particulier dans le domaine électronique.

Comme dans le secteur militaire, ce décalage est dû à la longueur des programmes de développement, au faible degré de risque admissible et au temps de qualification nécessaire à l'utilisation d'un composant civil. En résumé, le spatial utilise des technologies anciennes poussées à leurs limites.

Par exemple, alors que le programme Apollo avait largement concouru au développement de l'industrie des microprocesseurs, les puces intégrées aujourd'hui dans les satellites ont été majoritairement développées dans le civil au début des années quatre-vingt-dix, puis longuement qualifiées pour résister aux contraintes physiques exceptionnelles de l'environnement spatial. Ces considérations doivent être nuancées dans les quelques domaines de pointe (matériaux, cryogénie, radar, optique active, etc.) qui concentrent l'essentiel de la R&T spatiale ; cependant, ces domaines sont justement ceux qui entretiennent les relations les plus ténues avec l'industrie civile.

Une illustration de la spécificité des technologies spatiales est sans doute la coupure prononcée qui existe entre les ingénieries spatiales et aéronautiques. Les équipementiers présents sur les deux marchés confirment que les transferts de méthodes, de technologies et de ressources humaines existent²³ mais sont faibles entre les deux activités. Techniquement, le seul secteur susceptible d'emprunter significativement au spatial est celui des missiles²⁴.

²¹ Il faut nuancer ce point : le développement de la Silicon Valley a bien été largement accéléré, dans les années soixante et soixante-dix, par les commandes considérables des agences spatiales américaines mais il est faux de conclure que l'industrie américaine des semi-conducteurs doit sa naissance aux programmes spatiaux.

²² Voir, entre autres, <http://www.esa.int/technology/> et <http://www.sti.nasa.gov/tto/>.

²³ Par exemple, les plateformes de satellites reprennent certaines technologies de l'aéronautique dans les domaines des composites ou de l'avionique.

²⁴ Ariane 5 et le missile stratégique français M51 partagent certains bureaux d'études de la SNECMA.

On objectera que ceci contredit le discours des majors spatiaux mondiaux qui, aux exceptions notables des industriels russes et d'Alcatel, sont des groupes aéronautiques. Mais il faut voir que ces synergies ne sont pas motivées par la proximité technique des activités. Elles répondent principalement à une logique financière, les revenus générés par les branches spatiales permettant de lisser les cycles de l'aéronautique. L'espace permet également d'acquérir une bonne visibilité auprès des institutions, grâce à l'implication de la puissance publique dans son financement.

Enfin, si l'on considère l'irradiation de l'activité spatiale en termes de méthodes vers le reste de l'économie, on peut penser que le cœur même de l'activité, visant la maîtrise de la qualité de composants très techniques sur des projets uniques ou des petites séries²⁵, est susceptible d'intéresser d'autres industries. Mais ces dernières, comme le secteur nucléaire en France, sont rares et ont de ce fait déjà développé leurs propres capacités. Si de tels transferts étaient possibles et encouragés, il est probable que l'effet d'entraînement économique ainsi induit serait relativement limité.

Dans ces conditions, est-il rationnel de penser les investissements spatiaux en termes d'effort national de recherche ?

Contrairement à l'intuition, pour la grande majorité d'entre eux, il faut répondre par la négative.

Certes, il est indéniable que les techniques spatiales ont permis de fortes avancées scientifiques dans les domaines des sciences de l'Univers ou de l'observation de la Terre, ou encore que la recherche spatiale progresse au fur et à mesure que des capitaux y sont effectivement investis.

Cette réponse négative signifie que l'effort spatial finance des développements applicatifs ou des infrastructures et n'a qu'un impact marginal sur la compétitivité nationale, en particulier parce que les technologies et les méthodes développées dans le secteur spatial irradient très peu vers le reste de l'économie.

Par une sorte de ruse de la raison, l'intérêt scientifique du secteur spatial est d'autant plus secondaire aujourd'hui que cet argument a pu être instrumentalisé pour justifier l'investissement dans la station spatiale internationale, au détriment des vrais projets scientifiques, comme nous le verrons au chapitre 4. Dans tous les cas, la voie sans issue de la microgravité aura coûté bien cher à la communauté des chercheurs.

Les deux parties précédentes nous conduisent à conclure que les dimensions économiques et scientifiques de l'activité spatiale ne permettent pas de justifier l'ampleur de l'investissement public dans le secteur.

Cependant, l'utilité du secteur spatial peut être pensée comme celle du secteur de la construction navale, qui doit être dimensionné pour répondre aux enjeux de la politique française de souveraineté maritime. C'est la question que nous nous poserons au chapitre suivant : à quels enjeux de souveraineté le secteur spatial répond-il ?

²⁵ Le « one-shot ».

Chapitre 3 : L'enjeu de souveraineté

Le discours des institutions spatiales européennes se caractérise par l'abandon, au cours des dernières années, des arguments commerciaux au profit de deux autres types de considérations. Le premier type met en avant les services que les outils spatiaux peuvent offrir à la société civile. Le second englobe les arguments stratégiques et de souveraineté.

Dans ce chapitre, nous cherchons à montrer que ce renversement du discours est déterminant en raison du potentiel considérable du spatial militaire, mais également qu'une réflexion approfondie est nécessaire pour éviter de répéter certaines dérives de l'histoire spatiale contemporaine : le mimétisme technologique et la poursuite d'objectifs mythiques comme le vol habité.

Le danger d'instrumentalisation du discours stratégique

L'argument de souveraineté en faveur du spatial est parfois instrumentalisé pour justifier des programmes discutables. Cette instrumentalisation est rendue possible par le flou conceptuel qui caractérise le débat européen sur le volet stratégique de la politique spatiale.

Ceci découle principalement de ce que le concept même de stratégie n'est pas partagé en Europe. Mais il faut aussi voir que les états-majors sont insuffisamment impliqués dans les réflexions et que l'on invoque souvent abusivement l'exemple américain.

- *Les désaccords européens sur la notion de spatial stratégique*

Le concept de souveraineté est bien loin de faire l'unanimité entre les états européens et entre les institutions européennes. Tandis que les Italiens partagent globalement la vision stratégique française, cette conception n'a aucun sens dans les pays nordiques ou en Angleterre. La doctrine de la Commission est centrée sur les services à la société civile et l'ESA n'a pas de compétence dans le domaine militaire. Toutes ces contradictions rendent difficile la coopération européenne en matière d'espace militaire.

- *L'implication insuffisante des états-majors*

Deuxième élément : en France, on constate que le ministère de la Défense n'est pas suffisamment engagé dans les mécanismes de décision de politique spatiale. Le problème est à la fois politique et organisationnel.

En effet, sur le plan politique, la France peine à donner une impulsion soutenue à une activité aux cycles particulièrement longs. Il semble qu'entre la mise en place du plan pluriannuel spatial

militaire par le ministère Joxe et la création d'un groupe de travail sur le sujet par Michèle Aliot-Marie, le secteur spatial militaire n'a fait qu'épisodiquement l'objet d'une attention renforcée des décideurs politiques. Ceci s'explique bien entendu par la focalisation de l'époque sur le marché commercial mais renvoie peut-être également à la façon même dont les états-majors sont organisés pour gérer la question spatiale, ce qui nous amène au point suivant.

Le renouveau du spatial stratégique intervient à l'issue d'une décennie de réduction budgétaire pour les forces armées. Cette rigueur budgétaire fut particulièrement intense en matière de crédits d'équipements et chaque arme se concentra naturellement sur la défense de son projet phare : Le Char Leclerc, Le Rafale, Le Charles de Gaulle. Il est possible que le budget spatial, qui ne bénéficiait pas d'un état-major propre pour le soutenir ou d'une sanctuarisation comme la dissuasion nucléaire, ait servi de facto de budget d'ajustement. Un second élément organisationnel viendrait également expliquer le faible intérêt du ministère de la Défense pour les problématiques spatiales : contrairement aux Etats-Unis, l'espace semblerait écarté de la voie de carrière traditionnellement proposée aux officiers généraux.

- *Les références abusives au système américain*

Le troisième élément qui vient brouiller le débat européen sur le spatial stratégique est l'obnubilant exemple américain.

On constate en effet que la politique américaine a toujours fourni un repère déterminant aux idées européennes sur la souveraineté spatiale. Alors qu'elle était souvent citée en contre-exemple dans les années quatre-vingt-dix, elle donne aujourd'hui l'impression de recueillir l'admiration unanime de la communauté spatiale française.

Ceci provient tout d'abord de ce que l'industrie américaine, adossée à un client aux moyens quasiment illimités, ne souffre apparemment pas des fluctuations du marché commercial. Le DOD, première agence spatiale, dispose à elle seule de moyens trois fois supérieurs aux budgets spatiaux européens consolidés²⁶.

Ensuite, il faut voir que cette disproportion de moyens commence à se traduire concrètement sur les théâtres d'opérations comme celui de la dernière guerre d'Irak. Outre-atlantique, l'espace n'est plus un multiplicateur de forces mais un « catalyseur stratégique » : il permet un accroissement considérable du rythme du combat. Le divorce euro-américain est patent puisque les forces armées des pays européens sont désormais incapables d'opérer conjointement avec leurs homologues américaines.

Enfin, contrairement à l'enchevêtrement des politiques et des organisations qui caractérise l'Europe en matière d'espace, la politique spatiale américaine a le mérite d'une apparente simplicité. La

²⁶ Selon le rapport d'Euroconsult « World Prospects for Government Space Markets: 2004 Edition », le budget du DOD atteignait 17,5 Md\$ en 2003, soit 95% du budget mondial de défense spatiale. La même année, les budgets spatiaux militaires et civils totaux des Etats-Unis étaient respectivement estimés à 18,5Md\$ et 24,3 Md\$. On prévoit que d'ici la fin de la décennie, les budgets spatiaux militaires américains connaîtront une croissance soutenue, de l'ordre de 40%, et rattraperont les budgets civils. En 2003, le budget européen consolidé était de 6,2 Md\$. Il pourrait atteindre 7,8 à 8,5 Md\$ en 2010.

doctrine écrite dite de « Space Dominance », émanant des plus hautes institutions, s'accompagne d'une organisation efficace des Etats-majors pour traiter la question spatiale²⁷.

Pour toutes ces raisons, les Etats-Unis sont désormais une référence absolue et le discours européen s'est totalement inversé. Dans les années quatre-vingt-dix, la moitié du chiffre d'affaire de l'industrie spatiale européenne émanait de commandes privées, contre un cinquième pour l'industrie américaine : le système américain servait alors de contre modèle. Aujourd'hui, avec la réapparition de la rhétorique des « enjeux stratégiques » au cœur du débat européen, et alors que le marché commercial s'effrite, les USA sont souvent cités sans réserves comme un exemple à suivre sur la façon d'élaborer une doctrine de souveraineté spatiale.

Le danger de cette argumentation est clair. En constatant la disproportion de moyens entre les Etats-Unis et l'Europe, on justifie à bon compte et indistinctement tous les programmes d'investissement dans le secteur. En se focalisant uniquement sur la disparité des budgets qui masquent d'ailleurs d'importants gaspillages aux Etats-Unis (la navette, la construction de deux lanceurs concurrents...), les décideurs oublient que le spatial est aussi âprement débattu outre-Atlantique. Il faut noter que sur ces questions la réflexion américaine est bien souvent d'un niveau intellectuel supérieur à celle de la France²⁸.

Tous les éléments précédents obscurcissent le débat sur le spatial stratégique et facilitent, en Europe, l'instrumentalisation du discours sur les enjeux de souveraineté. Ceci nous invite à poser l'enjeu de la défense spatiale de la manière la plus rationnelle possible.

L'enjeu fondamental de défense

Nous allons exposer, dans ce paragraphe, les raisons pour lesquelles les outils spatiaux sont appelés à devenir cruciaux pour les forces armées.

A l'heure où les menaces se mondialisent et requièrent un appareil militaire capable d'intervenir loin du territoire national, l'outil spatial devient indispensable car il permet aussi bien de collecter que de transmettre des données au niveau planétaire.

- *La collecte des informations : observation, alerte avancée et écoute*

L'utilisation par la défense des satellites d'observation de la Terre a évolué au cours des dernières décennies. Pendant la guerre froide, il s'agissait essentiellement d'un renseignement de type stratégique permettant de connaître les capacités réelles de l'ennemi dans différents domaines comme la défense (le missile gap) ou l'économie.

²⁷ Organisation réformée par Donald Rumsfeld. Aux Etats-Unis, chaque arme (Air Force, Navy, Army, Marines) dispose d'un commandement espace et, depuis 2001, le poste de « commander-in-chief of the U.S. Space Command » (CINCSpace) est distinct de celui de « commanding general of the Air Force Space Command ». L'espace n'est pas une arme à part entière mais la question fait débat.

²⁸ Voir par exemple le site du *Space Policy Institute* : <http://www.gwu.edu/~spi/>

Alors que les programmes français demeuraient dans une logique de renseignement politique, les progrès des technologies et une organisation efficace ont permis à l'armée américaine d'employer opérationnellement les moyens d'observation spatiaux.

Aujourd'hui, la stratégie américaine consiste à combiner de la meilleure façon possible les systèmes satellites, optiques et radars, aux capacités de renseignements aériennes ou au sol. Il faut constater que les Etats-Unis disposent d'une capacité de reconnaissance à tout moment, en tout point du globe et quelle que soit la couverture nuageuse. L'avance technologique et organisationnelle des USA a éclaté au grand jour lors des conflits du Kosovo et de l'Irak. Cette avance est encore susceptible de s'accroître à court terme grâce aux technologies hyperspectrales, qui ouvrent la voie à une reconnaissance plus fine des objets, permettant par exemple de détecter les leurres.

Dans ce domaine, on peut s'interroger sur la pertinence des choix français avec le maintien en parallèle de deux filières optiques Spot et Helios et l'absence d'investissement dans le domaine radar. On peut également se demander si la stratégie européenne consistant à partager des satellites spécialisés (optique ou radar) est adaptée, étant donné l'enjeu que représente l'intégration des systèmes de renseignement spatiaux aux outils manœuvrés directement à partir des théâtres d'opérations.

Les satellites d'alerte précoce permettent quant à eux de détecter la mise à feu de missiles balistiques et donc de diminuer le temps de réaction par rapport aux radars terrestres. L'intérêt qu'y porte la France avec le lancement d'un démonstrateur traduit une certaine érosion du concept de dissuasion puisqu'il s'agit du premier maillon d'un système de défense antimissile balistique. Dans ce domaine comme dans celui de l'écoute, le passage du démonstrateur au système complet semble particulièrement critique.

- *La transmission des informations : télécommunications et navigation*

L'espace permet donc de collecter des informations au niveau planétaire mais c'est également l'unique moyen réellement disponible pour la transmission d'information en tout point du globe. Si les télécommunications spatiales civiles souffrent beaucoup de la concurrence des technologies sol, on ne peut pas concevoir de système militaire de communication qui n'utilise pas le satellite. Comme pour les lanceurs, l'investissement de la France dans le secteur des télécommunications spatiales s'explique avant tout par la nécessité de disposer d'une industrie performante afin de réduire les coûts de fabrication des satellites militaires.

De la même façon, si l'on peut concevoir des systèmes de navigation locaux, le seul système global est la constellation de satellites. L'unique justification du programme Galiléo réside donc dans sa dimension stratégique. Les systèmes d'armes français actuels disposent bien déjà de guidages GPS mais, comme nous l'avons vu, ceux-ci peuvent à tout moment être rendus inopérants sur décision du gouvernement américain.

- *Vers la militarisation de l'espace ?*

Le renseignement et les télécommunications spatiales font déjà de l'espace un enjeu militaire à part entière. La question qui se pose concerne donc son armement.

Le débat sur la militarisation de l'espace a été lancé en période de guerre froide et a abouti au consensus existant aujourd'hui, dans la communauté internationale, pour interdire la mise en orbite d'armes de destruction massive. Ce débat s'est essouffé à la fin des années quatre-vingt en raison

des obstacles techniques rencontrés par les projets de défense antimissile et du faible nombre de puissances maîtrisant les technologies spatiales.

Mis en sommeil après la chute de l'URSS, les projets de militarisation semblent s'accélérer aujourd'hui. Ces questions prennent une acuité considérable avec l'émergence de nouvelles puissances spatiales comme la Chine ou l'Inde. Suite à un rapport alarmant²⁹ sur la robustesse des systèmes spatiaux, les USA ont pris conscience de la nouvelle vulnérabilité qu'impliquait leur dépendance accrue envers les technologies spatiales militaires.

L'administration américaine a récemment tranché et lancé plusieurs projets controversés de systèmes d'armes spatiales, par exemple le programme NFIRE. Le « Near Field Infrared Experiment », budgété à 68 M\$ pour 2005, est un système d'alerte avancée qui pourra émettre un projectile pour détruire un missile le menaçant ou un autre satellite. Si les technologies actuelles ne permettent pas encore la destruction d'un missile balistique, celle d'un satellite ennemi est tout à fait concevable. A terme, l'armement de l'espace sera donc inéluctablement imposé à l'Europe.³⁰

Nous insisterons, en conclusion, sur l'idée qu'on ne peut plus concevoir de système militaire de communication qui n'utilise pas le satellite. Il est fondamental de voir que les applications spatiales militaires dépassent leurs équivalents civils non seulement en termes de développements potentiels, mais également en termes de criticité (ces deux qualités sont indissociables mais irréductibles l'une à l'autre). L'histoire récente prouve que du simple outil d'observation stratégique qu'il était pendant la guerre froide, l'espace est devenu un efficace catalyseur de forces.

En réalité, les armées européennes n'ont pas d'autre choix que d'investir dans ces nouvelles technologies parce que celles-ci conditionnent d'ores et déjà leur capacité d'action conjointe aux forces américaines, et qu'il en sera vraisemblablement de même avec les armées de toutes les grandes puissances spatiales.

D'un autre côté, l'accroissement de la dépendance envers les systèmes spatiaux porte en germe de nouveaux risques et en particulier la militarisation de l'espace. La dépendance dont nous parlons ici ne se limite pas aux systèmes militaires mais elle renvoie également à toutes les applications spatiales civiles.

Bien entendu, ces considérations prennent une portée particulière dans le contexte de l'après-11 septembre, mais il faut également voir que la multiplication des pays accédant au rang de puissance spatiale va dans le même sens.

Les éléments précédents nous permettent d'avancer que l'effort spatial français doit avant tout répondre aux besoins de la Défense.

Nous reviendrons plus bas sur les implications de cette thèse qui donne un contenu explicite à l'argument de « spatial stratégique ».

²⁹ La « Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization », connue sous le nom de « Space Commission » et présidée par Donald Rumsfeld, a rendu ses conclusions en janvier 2001.

³⁰ Cette militarisation fait encore débat aux Etats Unis mais beaucoup moins dans son principe que dans son extension: voir les articles de John M. Logdson *Just say wait to space power* et *What path to Space Power* disponibles sur <http://www.gwu.edu/~spi/>

Nous allons maintenant étudier certaines impasses de l'aventure spatiale, motivées à l'époque par des « nécessités stratégiques ». Ces errements sont nés de l'imitation technologique et de la fascination pour le vol habité, et la clarification des idées que nous proposons pourrait aider à éviter à l'avenir ce type d'erreur.

Les périls du « spatial stratégique »

En l'absence d'une formulation rationnelle, l'argument stratégique peut conduire à des dérives bien regrettables. Ceci procède des spécificités d'une industrie où la commande publique est majoritaire et où les programmes ont une durée et une inertie particulièrement longues.

- *Rétroactions positives, mimétisme et impasses technologiques*

Pour la sociologie de l'innovation, le spatial est un exemple passionnant et original de « rétroactions positives ». Avant toute chose, il nous faut rappeler brièvement quelques éléments théoriques indispensables à la compréhension de ce paragraphe.

On se place dans une situation où plusieurs technologies sont en concurrence pour répondre à un besoin précis, par exemple celui de lancer des satellites en orbite. Dans les modèles qu'on qualifie de néodarwinistes, la concurrence des techniques aboutira nécessairement, comme dans l'évolution des espèces, à la sélection de celle qui était intrinsèquement la plus performante. Quels que soient les choix initiaux des acteurs, ces modèles supposent une force de rappel (rétroaction négative) comme la compétition économique qui fait converger le système vers son état d'équilibre efficace.

Ce type de modèle ne permet pas d'expliquer l'existence d'équilibres inefficaces. Pour cela, il faut supposer l'existence d'effets de rétroactions positives, qui peuvent conduire à des équilibres multiples. En clair, cela signifie que les comportements des acteurs influencent positivement ceux des autres. Par exemple, l'effet de réseau implique que les nouveaux acheteurs d'un produit ont intérêt à choisir la technologie déjà majoritairement utilisée, qui n'est pas forcément la plus performante. Les choix initiaux prennent alors une importance capitale. On utilise le plus souvent ces modèles pour expliquer la domination de standards technologiques (le VHS, le PC) mais ils procurent également un éclairage pertinent dans le cas du spatial.

Comme pour certains produits de grande consommation, on constate aussi dans le monde spatial l'existence de « lock-in » : des choix de technologies inefficaces opérés collectivement par la majorité des acteurs. On peut ainsi citer l'exemple de l'avion spatial réutilisable, impasse technologique très coûteuse pour les Américains et dans une moindre mesure pour l'URSS et l'Europe dans les années quatre-vingt. Aujourd'hui, les Japonais sont parmi les seuls pays à poursuivre des développements dans cette voie.

L'histoire des stations spatiales habitées est assez similaire à celle des navettes. Toutes les puissances spatiales y ont consacré et y consacrent toujours des moyens considérables alors que l'expérience accumulée depuis près de trente ans suffit à démontrer l'inutilité de ces infrastructures, aussi bien du point de vue scientifique que technologique.

Le relevé de ces impasses technologiques dans lesquelles se sont engouffrés collectivement les acteurs du monde spatial suggère l'existence de phénomènes de rétroactions positives. Ils trouvent

leur origine dans les particularités du mode de prise de décision. En effet, compte tenu de l'importance stratégique des programmes et de leur aspect de prestige, l'imitation joue un rôle fondamental.³¹

Les technologies spatiales peuvent donc être parfois comparées à un système non linéaire dans lequel les fluctuations initiales jouent un rôle primordial. Par exemple, il est probable que si les Etats-Unis n'avaient pas fait le choix du tout-navette, le paysage spatial mondial en aurait été bouleversé. L'architecture d'Ariane 5 qui reprend exactement celle du shuttle n'aurait sans doute pas été la même³².

Ces phénomènes de mimétisme expliquent donc l'existence de certaines impasses technologiques. En outre, compte tenu de la durée et de l'inertie des programmes, de tels phénomènes peuvent perdurer pendant des décennies comme c'est le cas actuellement avec l'ISS. A plus long terme toutefois, il est certain que les forces de rappel de la rationalité parviendront à faire converger les choix vers des solutions plus efficaces.

Ce bref détour par la sociologie de l'innovation devrait donc inciter les décideurs à la plus grande circonspection concernant les choix de programmes. Selon les époques, certaines technologies sont portées par les courants ascendants de la mode et il devient alors « absolument stratégique » pour toutes les nations de les maîtriser. Dans les années quatre-vingt, la maîtrise de la « rentrée hypersonique dans l'atmosphère » est ainsi devenue une priorité avec le programme Hermès...

Le mimétisme agit non seulement dans le choix des solutions technologiques permettant de répondre à un besoin donné mais également à un niveau supérieur, dans la détermination du besoin lui-même. On peut ainsi tenter d'expliquer une autre impasse du monde spatial, celle du vol habité.

- *Le mythe du vol habité*

Lorsqu'on procède à une analyse rationnelle, il est difficile d'expliquer la fascination pour le vol habité. En effet, l'apport en connaissances scientifiques de l'exploration de la Lune ou des expériences de microgravité est très limité en comparaison avec d'autres projets scientifiques spatiaux. Pourtant, beaucoup accordent encore à la présence humaine dans l'espace une portée quasiment messianique :

*« La conquête spatiale représente une rupture profonde. Elle permet en effet à l'espèce humaine de franchir les limites de la biosphère. L'espace n'est pas un nouveau territoire, il est une nouvelle dimension. Il permet de faire rêver l'humanité à l'échelle de l'Univers et non plus à l'échelle simplement planétaire. Les cosmonautes, astronautes, spationautes, taikonautes deviennent ainsi de véritables symboles de **l'accès à une nouvelle dimension pour l'espèce humaine** et ces symboles sont d'autant plus forts qu'ils sont l'aboutissement d'un puissant effort collectif, soutenu par une réflexion politique, scientifique et technique ainsi que par un appareil industriel important.³³ »*

³¹ Voir l'article de John Logdson, *A sustainable rationale for human spaceflight*, qui détaille la genèse historique du choix de la navette spatiale. (disponible sur le site <http://www.gwu.edu/~spi/>)

³² Voir l'annexe 1.

³³ *La politique spatiale de Recherche et Développement* - Rapport d'Alain Pompidou au Conseil Economique et Social 2004 – p I-7. Nous soulignons.

On peut considérer, à l'inverse du point de vue précédent, que l'expérience accumulée par l'homme dans l'espace est très loin de lui ouvrir de nouveaux horizons, bien au contraire. A posteriori, l'image la plus retentissante des missions Apollo restera sans doute celle de la Terre vue de l'espace, seule oasis vivable dans le désert du cosmos. L'espace extraterrestre n'apparaît plus comme une nouvelle frontière à conquérir mais un environnement tellement hostile que la question se pose de l'avenir, à moyen terme, de la présence humaine dans l'espace³⁴. Loin de faire accéder l'humanité à une « nouvelle dimension », le résultat paradoxal de l'exploration spatiale est plutôt une prise de conscience de ses limites et de son enfermement sur Terre.

Hannah Arendt l'avait déjà pressenti il y a plus de quarante ans. En étudiant la question « La conquête de l'espace par l'homme a-t-elle augmenté ou diminué sa dimension ? »³⁵, elle conjectura que « l'entreprise [spatiale] pourrait se détruire elle-même spontanément »³⁶ en raison des limites physiques posées à notre connaissance. La première de ces limites est « la durée de vie humaine qui jamais (même si la biologie devait réussir à la prolonger sensiblement et si l'homme devait pouvoir voyager à la vitesse de la lumière) ne permettra à l'homme d'explorer plus que son environnement immédiat dans l'immensité de l'Univers ».

Ceci ne permet cependant pas d'expliquer les raisons qui poussent encore la plupart des grandes nations à entreprendre des projets de vol habité. Une fois de plus, l'effet de mimétisme international est frappant. Par exemple, il a fallu que la Chine affiche sa volonté d'entreprendre un programme lunaire pour que le projet d'une base sur la Lune redevienne une priorité du gouvernement américain.

La dimension « politique » dans son sens le plus archaïque est donc au cœur du vol habité. Plus que d'accroître les connaissances scientifiques, le but que recherchent les gouvernements est de raviver la flamme nationale autour d'un projet auquel seront sacrifiées d'importantes ressources et même parfois des cosmonautes morts en « héros ».

Dans ce sens, la course à l'espace fait parfois songer au célèbre rituel du « potlatch » autrefois analysé par le sociologue Marcel Mauss. Lors de ces étranges fêtes sacrificielles, les chefs de tribus indiennes rivalisent à qui sera capable de détruire la plus grande quantité de ses *propres* richesses :

« Mais ce qui est remarquable dans ces tribus, c'est le principe de la rivalité et de l'antagonisme qui domine toutes ces pratiques. (...) . On y va (...) jusqu'à la destruction purement somptuaire des richesses accumulées pour éclipser le chef rival (...) »³⁷

³⁴ Ceci n'implique évidemment pas que les projets d'exploration menés à partir de robots, s'ils reposent sur des demandes scientifiques avérées, ne présentent pas un intérêt fondamental.

³⁵ Posée en 1963 par les éditeurs de *Great Ideas Today*.

³⁶ Hannah Arendt, *La crise de la culture*, Folio Essai, p 353.

³⁷ Marcel Mauss, «Essai sur le don. Forme et raison de l'échange dans les sociétés primitives» - p 10 - disponible en version numérisée :

http://www.uqac.quebec.ca/zone30/Classiques_des_sciences_sociales/classiques/mauss_marcel/socio_et_anthropo/2_essai_sur_le_don/essai_sur_le_don.pdf

« On brûle des boîtes entières d'huile d'olachen (candle-fisch, poisson-chandelle) ou d'huile de baleine, on brûle les maisons et des milliers de couvertures; on brise les cuivres les plus chers, on les jette à l'eau, pour écraser, pour « aplatis » son rival.³⁸ »

Toutefois, le vol habité, comme tout rituel sacrificiel, n'échappe pas à la règle qui veut que son efficacité s'émousse avec le temps. Il est à craindre que s'ils étaient entrepris, les projets de colonisation lunaire susciteraient plus d'indifférence que de passion.

Compte tenu de ses coûts considérables, de son intérêt scientifique limité et de son efficacité de mobilisation politique de plus en plus discutable, le vol habité ne nous paraît plus présenter d'intérêt aujourd'hui. Seule une véritable rupture technologique dans la propulsion permettrait d'infirmer ce constat. En outre, étant donné son retard dans le secteur militaire, l'Europe ne peut plus se permettre d'investir dans ces projets aussi inutiles que coûteux et dont l'intérêt est plus mythologique que réellement stratégique.

- *Conclusion : l'intérêt du spatial est essentiellement stratégique*

Nous avons montré, dans ce chapitre, que les outils spatiaux étaient appelés à revêtir une place toujours plus importante pour la Défense nationale, et évoqué les risques qu'il y a à laisser l'argument du « spatial stratégique » être détourné par certains lobbies de la communauté spatiale.

Comme nous l'avons suggéré, nous répondrons à la question de l'utilité de l'effort spatial français en mettant en avant l'intérêt fondamental qu'a la nation à disposer de systèmes spatiaux servant efficacement ses armées. L'impact économique et scientifique du secteur doit être examiné à travers ce prisme stratégique.

Nous verrons dans le chapitre suivant que cette réponse peut être déclinée en doctrine et former le principe de quelques ajustements organisationnels.

³⁸ Ibid. p 48

Chapitre 4 : Retour sur les choix programmatiques des années quatre-vingt-dix et ébauche d'une doctrine spatiale

L'analyse théorique de l'utilité de l'effort spatial conduit à accorder la primauté aux applications militaires. Dans ce chapitre, nous cherchons à montrer que cette conclusion peut former le principe positif³⁹ d'une nouvelle doctrine spatiale française.

Nous commencerons par souligner l'utilité d'une telle doctrine en mettant le principe précédent en regard de la réalité des choix budgétaires française et européens de la dernière décennie. Nous constaterons que l'Europe peine à s'affranchir de l'héritage empoisonné des années quatre-vingt puisque la moitié de ses budgets sont encore engloutis par deux programmes contestables, Ariane 5 et l'ISS.

Nous aboutirons, au deuxième paragraphe, à quelques règles simples qui permettraient de trouver une issue à cette situation absurde. Nous terminerons en montrant que le programme GMES tirerait un avantage particulier de la doctrine que nous proposons.

Panorama des choix budgétaires des années quatre-vingt-dix

Nous devons, avant toute chose, souligner le manque flagrant de transparence des budgets spatiaux sur une période pourtant récente, et la difficulté d'obtenir les tableaux récapitulatifs suivants. Dans les rapports officiels, les programmes sont agrégés dans des catégories qui fluctuent au gré des années et il n'existe à notre connaissance aucun bilan détaillé par programme qui permettrait d'affiner l'analyse.

- *Les choix programmatiques des années quatre-vingt-dix*

Dans ces conditions, nous nous concentrons sur les rapports d'activité du CNES et de l'ESA, qui permettent de consolider leurs budgets à partir de 1995. Ceux-ci nous renseignent sur la stratégie française et européenne des années quatre-vingt-dix.⁴⁰

³⁹ Par opposition aux arguments économiques ou scientifiques et technologiques.

⁴⁰ Pour une analyse plus détaillée, voir l'annexe III.

	Budget moyen sur la période 1995-2002 en M€ / an		Répartition du budget par domaines	
	CNES programme national	ESA	CNES	ESA
Frais de fonctionnement (hors CSG)	372	299	33%	9%
R&T	46	39	4%	1%
Science hors microgravité	35	360	3%	11%
Observation de la Terre	353	577	31%	18%
Télécommunications et navigation	64	375	6%	12%
Vol habité et microgravité	18	597	2%	19%
Transport spatial (lanceurs)	76	770	7%	24%
CSG (Kourou)	168	0	15%	0%
Autres	0	205	0%	6%
Total	1 133	3 221	100%	100%

- Les budgets du CNES de la période sont caractérisés par des frais de fonctionnement relativement élevés, du fait de la taille des centres techniques, et par le poids de l'entretien du centre spatial guyanais (15% des budgets en moyenne). L'investissement important dans le secteur de l'observation de la Terre renvoie pour partie au maintien en parallèle de deux filières d'observation optique (Spot et Hélios). Il a fallu attendre le programme Pléiade pour que l'on revienne à un programme dual. Enfin, les budgets cumulés de R&T, de la science, de télécommunication et de navigation ne représentent que 13% des budgets du programme national.
- Sur la même période, les budgets de l'ESA, plus de trois milliards d'euros par an en moyenne, furent noyés à 43% (1,367 milliard d'euros par an en moyenne) dans les programmes Ariane 5, de la station spatiale et de la recherche en microgravité. Les budgets effectivement « utiles » cumulés (R&T, science, observation de la Terre...) se sont limités en moyenne à la moitié des ressources de l'ESA.⁴¹ Cette situation perdure aujourd'hui : les financements d'Ariane 5 et du vol habité continuent d'oblitérer les budgets scientifiques.

Cette étude sommaire prouve que les décideurs spatiaux n'ont pas eu la possibilité d'arrêter les grands programmes dispendieux (Ariane 5, l'ISS) ou, dans le cas français, de repenser la structuration d'une filière comme l'observation de la Terre.

En effet, en ce qui concerne le programme national, les ressources financières pour l'observation de la Terre ont été utilisées de façon inefficace sur deux programmes parallèles d'observation optique (Spot et Hélios). Une fois constatée la limitation de ce marché en dehors des besoins régaliens de l'Etat, le regroupement des deux filières s'imposait. Faute d'avoir réagi à temps, la France est aujourd'hui absente dans le domaine de l'observation radar et n'a d'autre solution que de compter sur l'Italie, avec le projet Orfeo (Pléiades – Cosmo Skymed), pour remédier partiellement et tardivement à cette situation.

⁴¹ Il faut nuancer ce constat : la part scientifique des budgets de l'ESA est sous-évaluée car les différents états fournissent en nature à l'ESA la charge utile des missions scientifiques. Une fois encore, il est impossible d'avoir une vision claire en raison de la complexité des mécanismes de financement.

- *Pourquoi une telle inertie dans les programmes ? La nécessité d'une nouvelle doctrine spatiale*

L'analyse précédente nous conduit à nous interroger globalement sur la rigidité du secteur spatial et sur l'inertie de ses grands programmes. Fondamentalement, ce sont les critères de prise de décision programmatique qui posent problème.

Le plus déterminant d'entre eux est constitué par les consignes politiques. Il est courant d'avancer que l'on paye aujourd'hui le prix de « non-décisions » d'arrêt ou de réorientation des programmes Ariane 5 et de la station spatiale internationale. On comprend aussi souvent que les décisions de la conférence de La Haye de 1987 étaient irrattrapables.

Cependant, il est capital de voir que cette incapacité à donner un coup d'arrêt à des projets devenus inutiles est autant la conséquence d'une mauvaise compréhension des enjeux réels de l'activité que celle de l'absence de doctrine claire focalisée sur des objectifs précis.

Cette doctrine aurait peut-être pu, de par le passé, mettre en avant une stratégie de recherche ou des applications civiles, mais on a vu qu'elle devrait être aujourd'hui tournée vers le volet stratégique de l'activité spatiale.

- *Le modèle européen dans l'impasse ?*

L'élaboration d'une nouvelle doctrine nous semble d'autant plus utile qu'il n'est pas certain que le modèle qui a sous-tendu la survie de l'industrie européenne au cours des années quatre-vingt-dix, fondé sur un quasi équilibre entre les parts de marchés commerciaux et institutionnels, soit désormais viable. En 2002, l'industrie spatiale européenne dépendait encore à 44,1% du marché commercial (3 sur 6,8Md\$ de chiffre d'affaire total), contre 18,6% pour son homologue américaine (3,8 sur 20,4Md\$). Aujourd'hui, les perspectives du marché commercial sont relativement pessimistes à moyen terme, qu'il s'agisse des lanceurs ou des satellites de télécommunications.

Les industriels du secteur recherchent donc une augmentation des financements institutionnels, en escomptant en particulier une participation de l'Union Européenne. Cependant, étant donné les difficultés budgétaires des Etats européens les plus engagés dans le spatial, un accroissement massif des crédits est improbable. La relance du secteur passe donc avant tout par une remise à plat des budgets spatiaux et une redistribution des ressources.

Des réformes sont nécessaires mais elles doivent être effectuées à l'aune d'objectifs suffisamment clairs pour que l'on puisse, dans le futur, éviter de commettre à nouveau les erreurs précédentes et arrêter ou réorienter les programmes devenus superflus. Tout grand programme court en effet le risque d'acquiescer à la longue une légitimité intrinsèque et d'aller parfois jusqu'à desservir ses objectifs initiaux. C'est ce schéma infernal que les idées simples que nous proposons ont pour fonction de prévenir.

Une clarification des idées nous semble d'autant plus opportune que, cinquante ans après le premier lancement d'un satellite, le spatial a acquis une certaine maturité. On sait désormais ce que peuvent apporter les technologies spatiales et ce qu'elles n'apporteront jamais, du moins en l'absence de rupture technologique majeure.

Ebauche d'une doctrine spatiale

- *L'utilité réelle des technologies spatiales*

Les technologies spatiales actuelles sont parvenues à un degré d'avancement assez éloigné des perspectives promises lors des premières décennies de la conquête de l'espace. A défaut d'apporter une nouvelle dimension à l'Humanité ou d'être une nouvelle frontière à conquérir, l'exploitation humaine de l'espace a essentiellement trois finalités :

- Transmettre des données à l'échelle planétaire sur de larges territoires
- Collecter des données sur la planète
- Collecter des données sur le reste de l'Univers

Potentiellement, ces applications peuvent servir à la recherche scientifique, à des services marchands ou non marchands et à la Défense.

Nous avons vu qu'en dehors de certains marchés de télécommunications et de navigation, il n'existe guère de demande solvable pour les produits spatiaux. Il faut en outre souligner les perspectives très incertaines du marché des télécommunications et noter que les arguments économiques ne peuvent pas justifier le projet Galiléo : un effet de levier équivalent aurait été obtenu avec un système GPS amélioré. Pour les services non marchands, seule la météorologie a pour l'instant démontré incontestablement son utilité.

Par ailleurs, si le spatial est très utile dans certains domaines scientifiques (astronomie, océanographie...) ceci ne justifie absolument pas qu'il occupe une part aussi importante des budgets de la recherche publique, d'autant plus qu'il n'y a guère de retombées technologiques à en attendre pour le reste de l'économie et que la France est peu présente sur d'autres secteurs d'avenir. En revanche, il est clair que la maîtrise de certaines informations environnementales ou climatiques peut être considérée comme une nécessité fondamentale du point de vue politique.

Enfin, le potentiel des technologies spatiales est incontestable pour les applications militaires mais on peut aussi imaginer, comme c'est le cas actuellement pour le GPS, de dépendre majoritairement des données américaines.⁴²

- *Une formulation rationnelle des enjeux stratégiques*

La dimension politique et stratégique est la raison d'être principale de l'effort spatial français et européen. Ce qui est en jeu peut donc se formuler simplement : il s'agit de **garantir un accès indépendant à certains flux d'informations jugés stratégiques essentiellement pour les besoins militaires** (images d'observation, signal de navigation...) mais pas uniquement (données climatiques, navigation⁴³...).

Cette formulation simple exclut déjà certaines dérives des décennies précédentes comme le vol habité ou le mimétisme technologique. On peut donc en déduire trois principes généraux qui pourraient constituer la base de la doctrine française d'indépendance spatiale :

⁴² C'était la vision du Ministre de la Défense du précédent gouvernement.

⁴³ Un signal de navigation indépendant peut être jugé stratégique étant donné la dépendance accrue des économies contemporaines envers le GPS (transports, hôpitaux...). Les marchés financiers sont eux aussi désormais calés sur des horloges GPS.

- Premièrement, les infrastructures spatiales permettent de garantir un accès indépendant à certains flux d'informations stratégiques, essentiellement pour les besoins des forces armées.
- Deuxièmement, pour pouvoir mettre en place ces infrastructures spatiales, il faut disposer de trois outils essentiels : un accès à l'espace, des technologies spécifiques et des capacités industrielles.
- Troisièmement, le maintien de ces trois outils est une nécessité mais pas un but en soi et doit être conduit de manière à satisfaire les besoins réels qui sont d'abord ceux de la Défense. Ce dernier point n'interdit pas de poursuivre des objectifs secondaires, de développement de services à la société civile ou de recherche scientifique par exemple, s'ils concourent à la réalisation des objectifs stratégiques, mais implique de les y subordonner explicitement.

Cette formulation lève le flou conceptuel qui permet l'instrumentalisation de l'argument du « spatial stratégique ». On constate par exemple que la prise de commandes sur le marché commercial des lancements n'a aucun intérêt en soi et doit être subordonnée aux objectifs plus généraux de contrôle des flux d'information. On voit également que le but recherché par l'Europe en matière de lanceur ne devrait pas être le maintien à tout prix de ses parts de marché mais la garantie d'un lancement institutionnel le plus fiable et le moins coûteux possible⁴⁴. Seul ce critère aurait du être pris en compte lors du choix de l'abandon d'Ariane 4 ou des discussions de coopération avec la Russie.

Nous allons maintenant détailler les implications des principes précédents en matière de défense.

- *L'avenir du spatial passe par la Défense*

Ce qui sous-tend l'analyse précédente, c'est que les évolutions du contexte géopolitique actuel confèrent au secteur spatial stratégique un potentiel considérable. La France dispose d'une puissante industrie qui permet d'affronter sereinement cette nouvelle problématique. Elle doit néanmoins procéder à plusieurs ajustements d'organisation.

Ces ajustements doivent intégrer, au premier titre, les contraintes européennes. En raison du développement de ses capacités industrielles, auxquelles le marché commercial ne fournira pas une charge suffisante, la France n'a pas d'autre choix rationnel que de devenir le moteur de la coopération européenne en matière de spatial militaire. En effet, elle ne peut pas attendre la constitution de l'Europe de la Défense, qui restera longtemps prisonnière des désaccords des ses états-membres en matière de souveraineté.

L'expérience du leadership malheureux sur Ariane 5 ne doit pas conduire les décideurs politiques à se défier de la communauté spatiale mais à renouveler en profondeur la doctrine française. Il faut voir une chance dans le fait que les besoins de défense prennent une ampleur sans précédent au moment même où la filière spatiale cherche de nouvelles voies de développement.

Comme nous le verrons ensuite, ceci n'implique pas de ne plus rechercher des applications civiles mais de garder continûment à l'esprit que la seule raison d'être du spatial est stratégique.

⁴⁴ Ce coût incluant évidemment les coûts récurrents et non récurrents (développement et industrialisation).

Le spatial doit donc être structuré de manière à ce qu'il puisse répondre au mieux aux besoins de la Défense. Il faudrait avant tout que les états-majors français s'organisent, comme les Américains ont su le faire, pour répondre en premier lieu aux enjeux de la Défense spatiale.

La question peut paraître délicate en raison des contraintes de la coopération européenne. Une coloration militaire trop marquée des investissements spatiaux français pourrait éventuellement dissuader nos partenaires les plus pacifistes. Il est clair toutefois que l'organisation actuelle est inefficace car elle court le risque de détourner les investissements de leur finalité essentiellement stratégique.

On peut par exemple imaginer un partage des tâches clair entre l'Union Européenne qui aurait à sa charge les programmes à vocation civile (essentiellement les programmes scientifiques ou la météorologie) et une agence nationale sous tutelle unique du ministère de la Défense recentrée sur les programmes stratégiques (observation de la Terre à haute résolution, navigation). Pour ces programmes, la priorité serait donnée à la coopération intergouvernementale comme pour le programme Pléiade. A terme, ils seront associés aux projets menés dans le cadre de l'Europe de la Défense.

On nous objectera que les programmes spatiaux ont le plus souvent une vocation duale, civile et militaire, et qu'il est donc délicat d'effectuer ce partage. Nous ne pensons pas que cette objection soit dirimante. Un critère de partage pertinent consiste à distinguer les secteurs qui répondent à une réelle nécessité stratégique et qui n'existeraient pas sans volonté politique forte.

L'exemple de Galiléo est, à ce titre, éclairant. Pour impliquer l'Union Européenne dans ce projet essentiellement stratégique, il a fallu le maquiller sous un discours à dominante économique mais les conséquences négatives de cette approche se sont avérées très nombreuses⁴⁵. De la même façon, le risque du programme GMES est de présenter l'observation de la Terre à travers ses applications civiles alors que les utilisateurs principaux de ces technologies sont militaires.

Dans tous les cas, le débat sur la réorganisation de l'Europe spatiale doit être conduit en tenant compte des enjeux réels de cette activité. Un pilotage institutionnel fort du secteur est indispensable, dans la mesure où ce secteur d'activité ne peut subsister qu'avec un afflux continu d'argent public.

Les projets de recherche, les développements de services commerciaux ou à la société civile, les programmes scientifiques doivent être encouragés dès qu'ils ne desservent pas la France et l'Europe dans la poursuite de leurs objectifs de défense.

Sur ce point précis, il nous semble essentiel de souligner que le fait que le militaire soit la raison d'être de la filière spatiale française n'est absolument pas incompatible avec la part fortement minoritaire des contrats militaires dans les chiffres d'affaires des industriels. Mais il faut saisir que la dépendance des industriels vis-à-vis de marchés commerciaux fluctuants constitue bien un enjeu stratégique pour la Défense française.

Par ailleurs, on sait que le fait que la Défense soit le moteur de la demande de spatial n'est absolument pas un frein au développement des applications spatiales civiles, comme nous allons le constater avec l'exemple de GMES.

⁴⁵ Voir *supra*, chapitre 1 *in princ.*

▪ *Une illustration de cette doctrine avec l'initiative GMES*

Nous pouvons illustrer concrètement la doctrine précédente en examinant le cas de l'initiative GMES d'observation de la Terre, ce qui permettra aussi de lever de possibles malentendus. L'enjeu pour l'Europe spatiale est de s'organiser afin d'éviter à tout prix les coûteux errements du programme Galiléo.

Pour le moment, les industriels sont confrontés à une multitude de demandes éparses et disparates émanant de scientifiques ou des services de sécurité civile. Parmi ces nombreux interlocuteurs, aucun n'a un poids suffisant pour structurer ces demandes. Or, comme pour Galiléo, il est frappant de constater l'importance des synergies entre les besoins civils et militaires.

En effet, pour apporter une valeur ajoutée tangible lors de la gestion de crises environnementales ou humanitaires, les systèmes d'observation de la Terre doivent acquérir une qualité proche de celle nécessaire aux forces armées lors d'un conflit. Il s'agit d'obtenir des images les plus précises, le plus rapidement possible, et en s'affranchissant des conditions atmosphériques. Par exemple, on imagine mal, lors d'inondations en particulier, de devoir attendre une éclaircie nuageuse pour obtenir des images satellites. De la même façon, pour avoir une réelle efficacité dans la détection et l'identification de navires pollueurs, les images fournies doivent avoir une précision « militaire » et un délai de réponse le plus court possible. Enfin, ces données doivent être fournies de façon opérationnelle directement aux utilisateurs présents sur le terrain.

Au-delà de la convergence des besoins techniques, on peut également prévoir un effacement progressif des frontières délimitant les domaines touchant à l'environnement, l'humanitaire et la Défense. Aujourd'hui, les conflits armés sont déjà liés d'une manière plus ou moins forte à des questions de ressources naturelles (eau, pétrole) ou bien à des crises humanitaires⁴⁶. Avec la raréfaction prévisible de certaines ressources, cette tendance est amenée à se renforcer. De la même façon, pour le renseignement politique, la connaissance des données environnementales d'un pays (déforestation, émissions de carbone) deviendra sans doute aussi importante que celle de ses capacités militaires et de la présence ou non sur son territoire d'armes de destruction massive.

Dès lors, la frontière entre l'observation de la Terre civile et militaire ne semble plus pertinente. Cette frontière délimite aujourd'hui artificiellement deux domaines de précision du signal fourni. Or, comme nous venons de le constater, de nombreuses applications civiles pourraient profiter d'images à haute précision. La situation est donc semblable à celle de Galiléo dont le signal amélioré devrait pouvoir être utilisé par certaines applications civiles comme l'aéronautique.

Il faut cependant admettre que contrairement au monde militaire où l'utilité du spatial n'est plus à démontrer, l'efficacité des images satellite pour la gestion de crises environnementales ou humanitaires est encore largement théorique. On ne peut donc pas attendre de la « société civile » une demande forte et structurée pour ces technologies. Par conséquent, le moteur du projet GMES doit d'abord être militaire et pousser à une amélioration constante des systèmes d'observation jusqu'à ce qu'ils acquièrent une qualité susceptible d'intéresser des utilisateurs civils. Ceci suppose de la part des autorités de la Défense une réelle volonté de partager ces données et donc d'abandonner une culture du secret aujourd'hui dépassée.⁴⁷

⁴⁶ La guerre contre le terrorisme n'entre pas dans ces catégories. Dans tous les cas, il ne semble pas que le renseignement spatial apporte une grande valeur ajoutée dans ce combat.

⁴⁷ Du côté français, ceci suppose une réorganisation du renseignement spatial, aujourd'hui dirigé par la Direction du Renseignement Militaire.

Etant donné la multitude d'acteurs des mondes de la recherche, de l'environnement ou de l'humanitaire, si l'on veut éviter l'enlisement du projet GMES, la seule voie possible consiste donc à donner la priorité aux besoins militaires.

Conclusion

Le monde spatial européen vit aujourd'hui une crise majeure qui, au delà du retournement du marché des télécommunications, résulte de décisions politiques passées.

On peut citer, à propos des lanceurs, le choix d'Ariane 5, l'abandon d'Ariane 4 et la collaboration limitée avec les industriels russes. Le programme Ariane 5 est d'ailleurs indissociable du vol habité et de la station internationale. En ce qui concerne le programme national, l'entretien de la fiction d'un marché pour l'observation de la Terre a conduit au maintien de programmes civils et militaires redondants et limités à l'observation optique.

Ces choix malheureux, partiellement corrigés aujourd'hui, nous paraissent découler d'une compréhension insuffisante des enjeux réels de l'activité spatiale. Afin d'éviter à l'avenir la répétition des erreurs passées, il est indispensable de clarifier le débat et d'enterrer définitivement certains mythes.

La libéralisation de l'espace s'avère extrêmement réduite. Les seuls secteurs où les investissements publics sont parvenus à créer un marché partiellement solvable sont les télécommunications spatiales et la navigation. Pour tous les autres secteurs (lanceurs, observation de la Terre, etc.), la commercialisation des produits et services joue pour la nation un rôle similaire aux exportations d'armes (Cf. chapitre 1).

Le vol habité est coûteux et inutile aussi bien du point de vue scientifique et technologique que politique. La participation européenne à l'ISS se fait au détriment des budgets scientifiques réels. (Cf. chapitre 2)

Les retombées technologiques des investissements spatiaux sont minimales pour le reste de l'économie. L'inclusion du spatial dans les budgets de la recherche ne paraît donc pas justifiée, d'autant plus que la France investit peu dans d'autres secteurs porteurs. (Cf. chapitre 2)

L'analyse montre en revanche positivement que **la justification primordiale de l'effort spatial est de garantir un accès indépendant à certains flux de données stratégiques**, essentiellement pour les besoins militaires, mais aussi pour les informations environnementales et climatiques. (Cf. chapitre 3)

Partant, les applications militaires constituent la raison d'être primordiale de l'ampleur de l'investissement français dans le secteur. Une réorientation de la doctrine spatiale française est

possible et souhaitable et nous avons proposé quelques principes simples qui permettraient de lever le flou conceptuel actuel (Cf. chapitre 4).

Comme nous l'avons signalé pour l'exemple de GMES, ces principes n'impliquent absolument pas de négliger les applications civiles. Au contraire, comme la plupart des technologies spatiales sont duales, une impulsion militaire pour l'innovation est la meilleure garantie d'obtenir des retombées civiles. Les difficultés de mise en place de la constellation Galiléo en sont une démonstration a contrario.

Les principes que nous avons énoncés sont aujourd'hui largement partagés au sein de la communauté spatiale. Cette évolution positive des mentalités ne s'est cependant pas encore totalement traduite dans les choix budgétaires. Si l'installation de Soyouz à Kourou ou le choix d'une constellation Pléiade duale civile et militaire nous semblent appréciables, d'autres ajustements paraissent beaucoup plus délicats à mettre en œuvre.

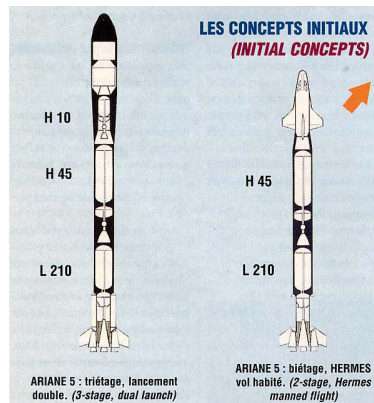
Il conviendrait en premier lieu de tout tenter pour essayer de sortir du piège de la station spatiale internationale. Ensuite, dans le domaine des lanceurs, le maintien à tout prix de la filière Ariane 5 ne doit pas demeurer un sujet tabou. Enfin, il faut tirer les leçons des difficultés de la mise en place du système Galiléo, notamment pour ce qui concerne le projet GMES, dont nous avons souligné tout le bien fondé théorique mais qui risque lui aussi de s'enliser dans la bureaucratie européenne.

Plus généralement, il nous semble indispensable d'analyser le secteur spatial le plus rationnellement possible, en s'affranchissant en particulier de tous les mythes de la conquête de l'espace. La meilleure façon d'utiliser les potentialités des technologies spatiales consiste à en mesurer objectivement les limites. Le terme même de « politique spatiale » n'est plus forcément pertinent aujourd'hui et devrait être inclus dans des objectifs plus généraux de souveraineté.

ANNEXE I - Ariane 5

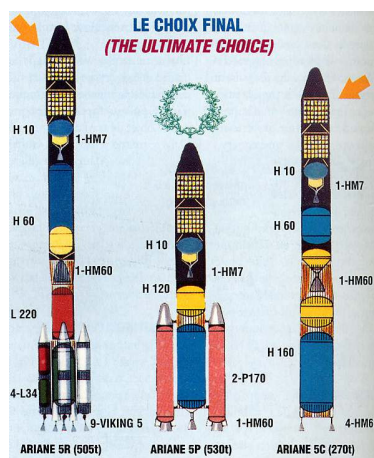
L'origine du projet et le programme Hermès

Le programme de lanceur Ariane 5 émerge à la fin des années 1970 et est destiné en priorité au lancement du futur planeur orbital :



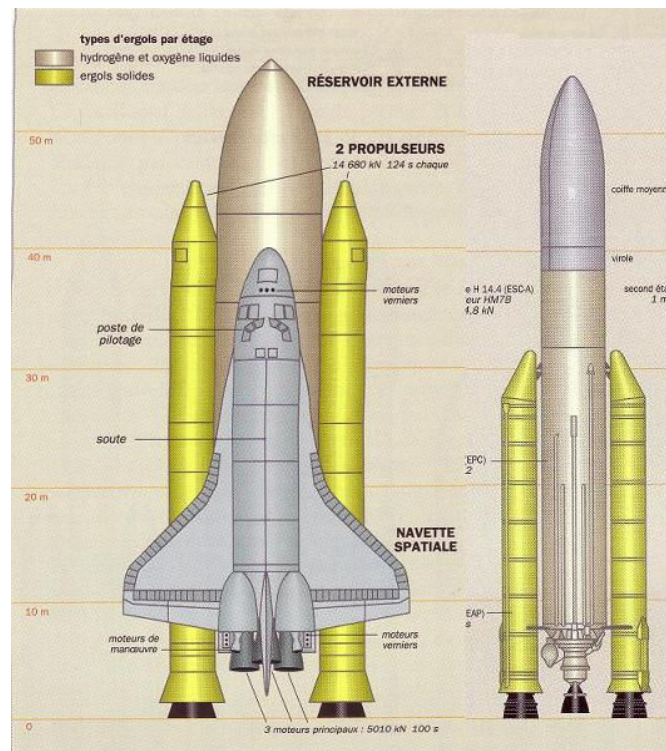
Source : capcomespace.net

Par la suite, le choix se porte sur une architecture composée d'un corps central cryotechnique et de deux boosters à poudre :



Source : capcomespace.net

En réalité, ce qui a motivé ce choix semble une imitation de ce qui avait été fait outre-Atlantique avec la navette. Les similitudes sont en effet frappantes (voir page suivante).



La navette spatiale et Ariane 5

Sources : *L'espace nouveau territoire* ; Fernand Verger - Isabelle Sourbès-Verger - Raymond Ghirardi - Xavier Pasco ; Belin ; 2003

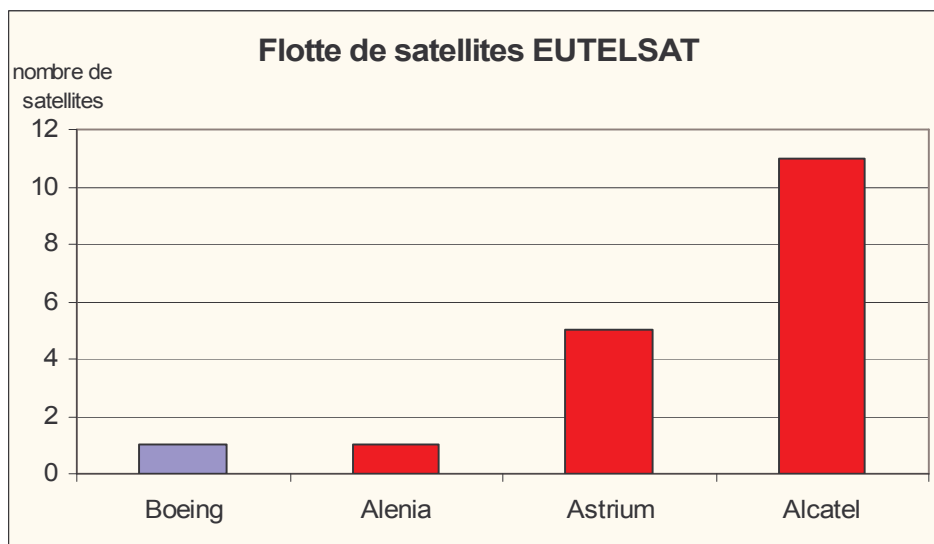
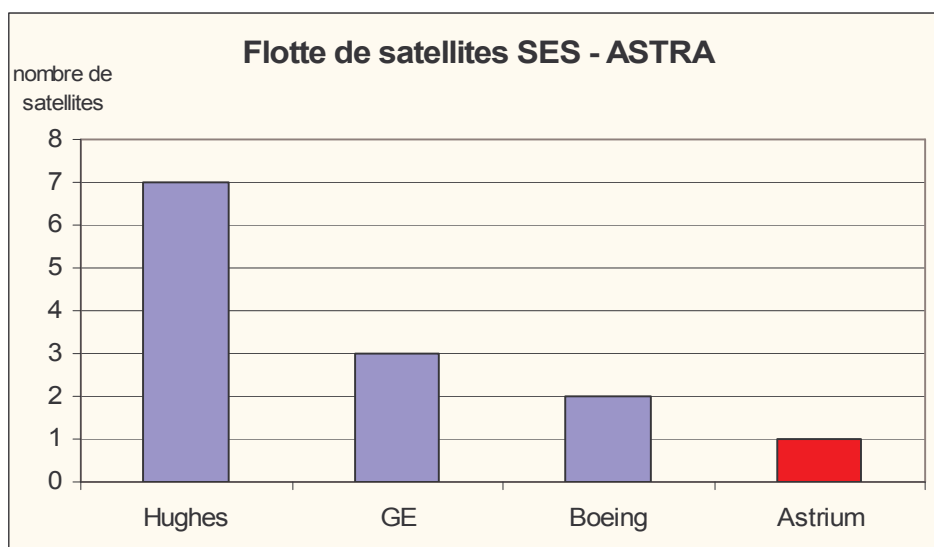
À l'issue du développement, après l'abandon du programme Hermès, le lanceur, optimisé pour le lancement en orbite basse, s'est trouvé assez mal adapté à son nouvel objectif : le lancement commercial de satellites. Ceci explique donc les nombreuses adaptations destinées à accroître sa capacité en orbite géostationnaire. Aujourd'hui, plus de vingt ans après son commencement, le programme est toujours en phase de développement.

Le lanceur européen peut-il encore être compétitif ?

Malgré le généreux programme de subventions EGAS d'un montant total de près d'un milliard d'Euros, il est à craindre que la réponse soit négative. Aujourd'hui, les lanceurs russes opérés par les industriels américains (Boeing et Lockheed) semblent beaucoup moins onéreux. Un lancement sur Proton coûte 40 M\$ pour 6T en GTO⁴⁸ contre 115 M€ pour une Ariane 5 (subvention comprise de 30 M€). Même avec un lancement double grâce à la version 10 T qui doit encore être qualifiée, ce coût paraît trop élevé. En outre, le lancement double impose certaines contraintes aux clients qui peuvent devenir prohibitives. Cet écart de prix vertigineux résulte aussi bien des conditions salariales en Russie que de modes de production beaucoup plus industrialisés et d'une conception plus économique.

⁴⁸ Orbite de Transfert Géostationnaire.

ANNEXE II - Les politiques d'achats de satellites

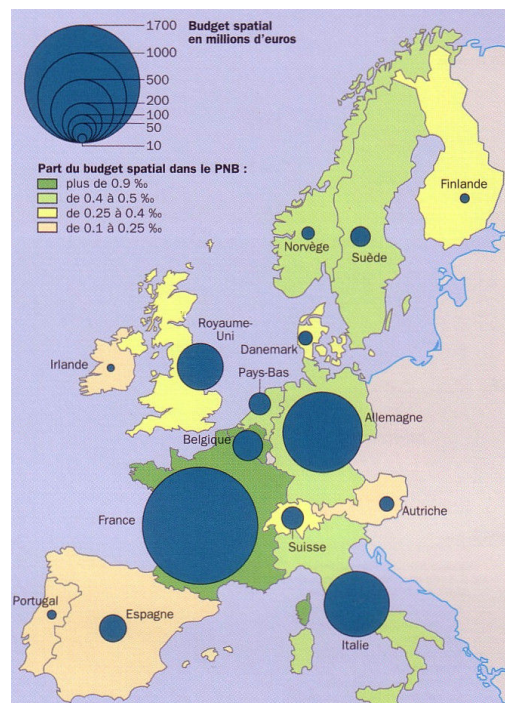


Les commandes passées aux fabricants de satellites américains sont représentées en bleu, celles passées aux européens en rouge. La différence entre les stratégies d'Eutelsat et de SES Astra est saisissante.

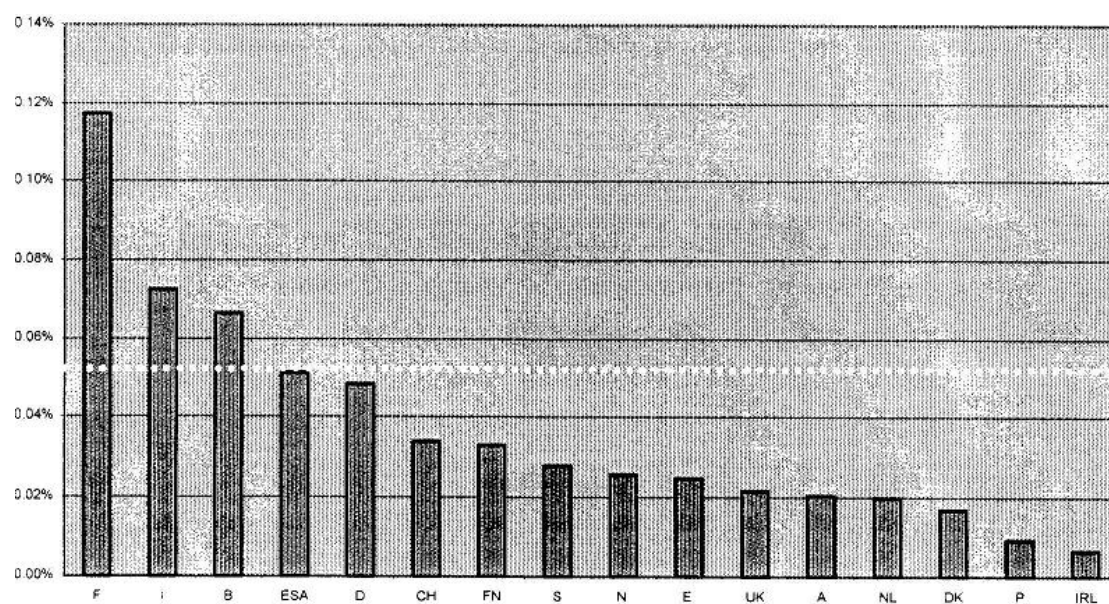
Ces deux graphiques illustrent bien le fait que le marché des satellites commerciaux est très éloigné d'un marché de concurrence parfaite.

ANNEXE III - Les budgets spatiaux européens

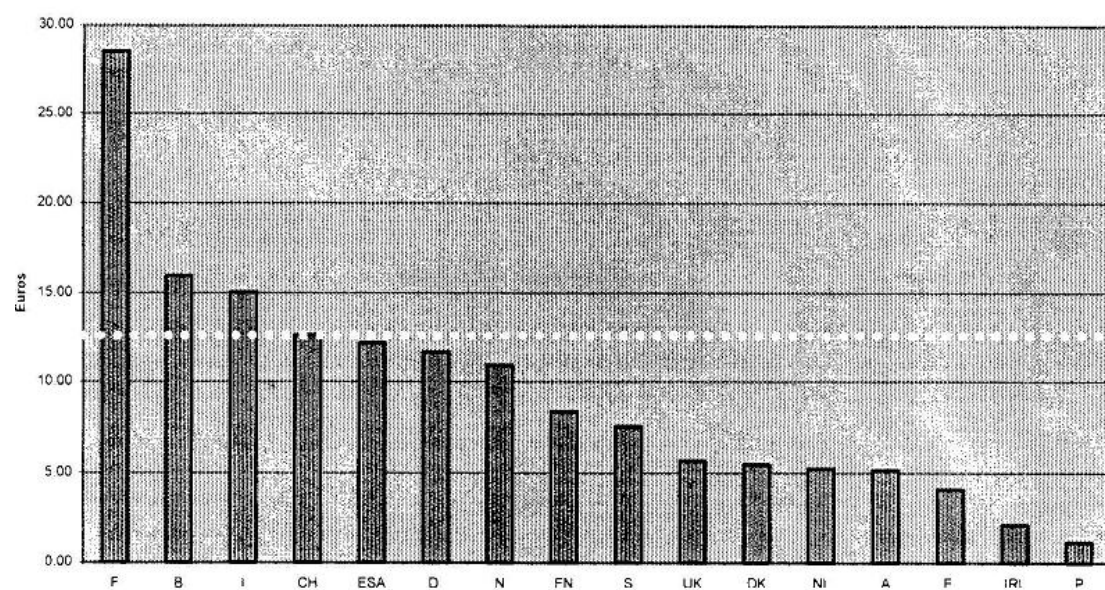
Le poids de la France en Europe



Sources : *L'espace nouveau territoire* ; Fernand Verger - Isabelle Sourbès-Verger - Raymond Ghirardi - Xavier Pasco ; Belin ; 2003

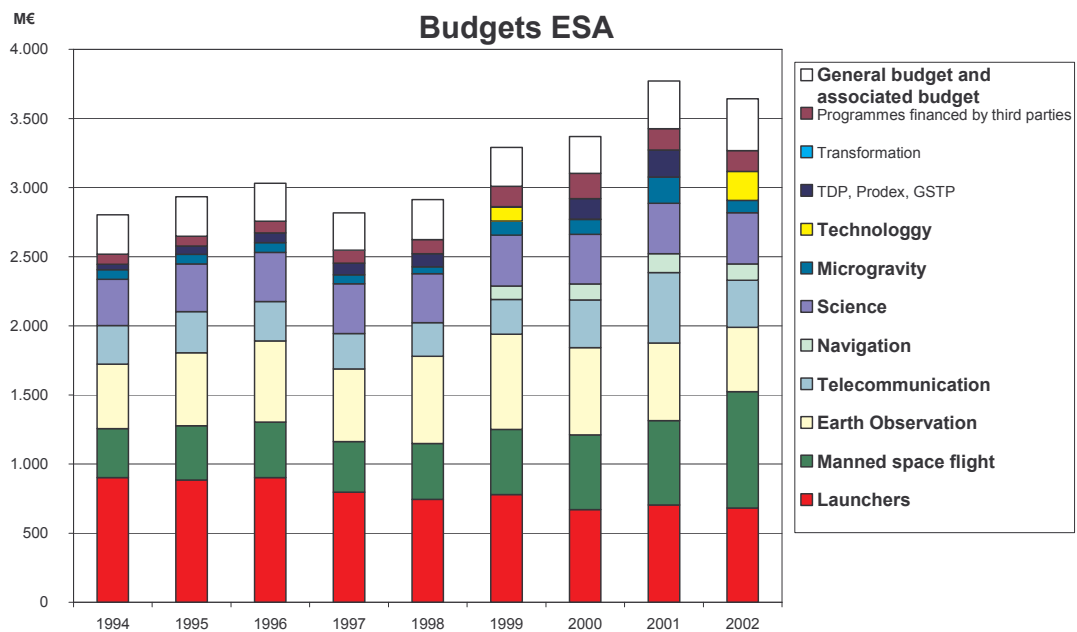
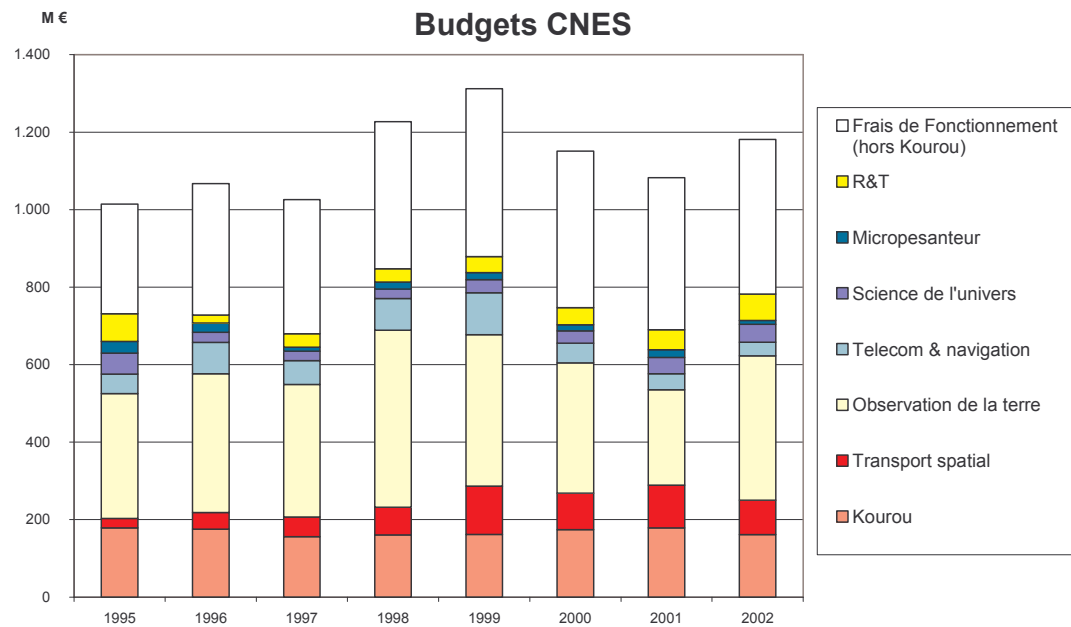


Budgets publics spatiaux en pourcentages du PIB en 2002 (source : ESA)



Budgets publics spatiaux par habitant en 2002 (source ESA)

Les budgets des agences



Nous avons agrégé ces données dans le tableau récapitulatif suivant.

	Budget moyen sur la période 1995-2002 en M€ / an		Répartition du budget par domaines	
	CNES programme national	ESA	CNES	ESA
Frais de fonctionnement	372	299	33%	9%
R&T	46	39	4%	1%
Science hors microgravité ⁴⁹	35	360	3%	11%
Observation de la Terre	353	577	31%	18%
Télécommunications et navigation	64	375	6%	12%
Vol habité et microgravité	18	597	2%	19%
Transport spatial (lanceurs)	76	770	7%	24%
CSG (Kourou)	168	0	15%	0%
Autres	0	205	0%	6%
Total	1 133	3 221	100%	100%

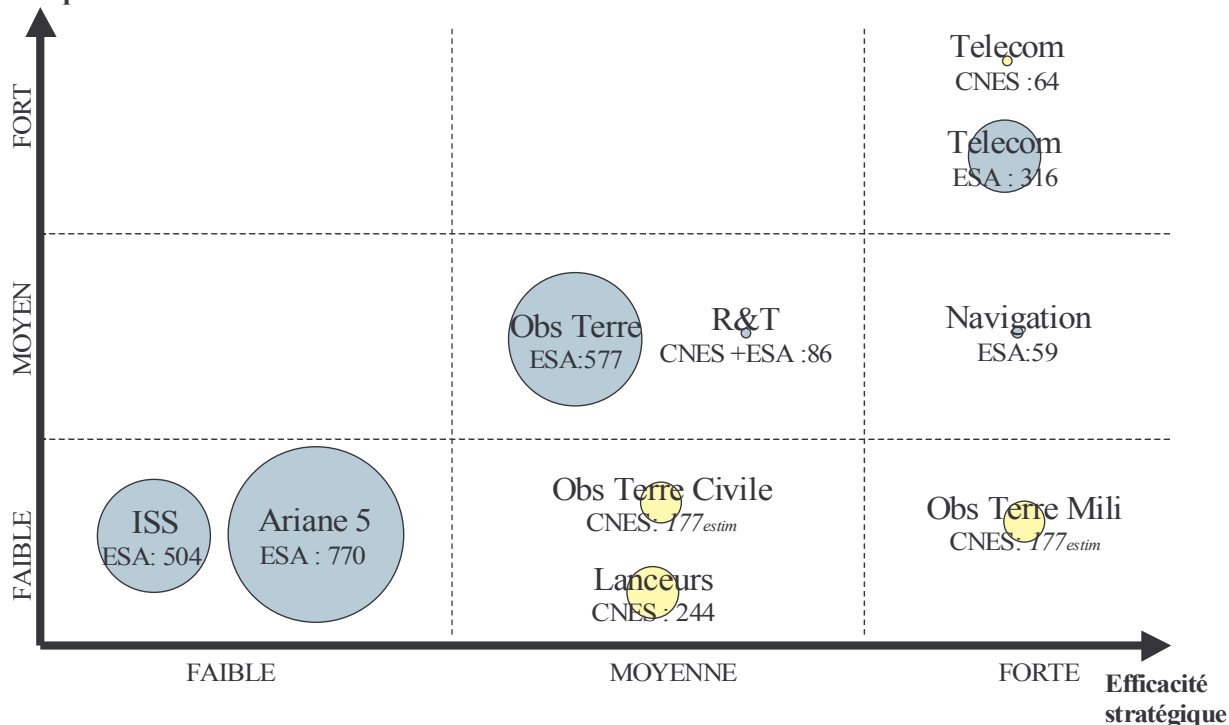
On peut présenter ces données sous une forme très synthétique en comparant les poids budgétaires respectifs des catégories de programmes (proportionnels aux diamètres des bulles) et leur intérêt selon les trois critères (économique, scientifique et stratégique). Le classement reflète qualitativement les analyses présentées dans le mémoire. En l'absence d'un bilan chiffré de chaque programme qui permettrait une analyse beaucoup plus fine, on est conduit à une estimation en moyenne de chaque catégorie qui cache les disparités entre les différents programmes d'intérêt parfois très variable.

⁴⁹ La part scientifique est sous évaluée (voir chapitre 4)

Effet de levier
économique

ANALYSE DES PROGRAMMES STRATEGIQUES

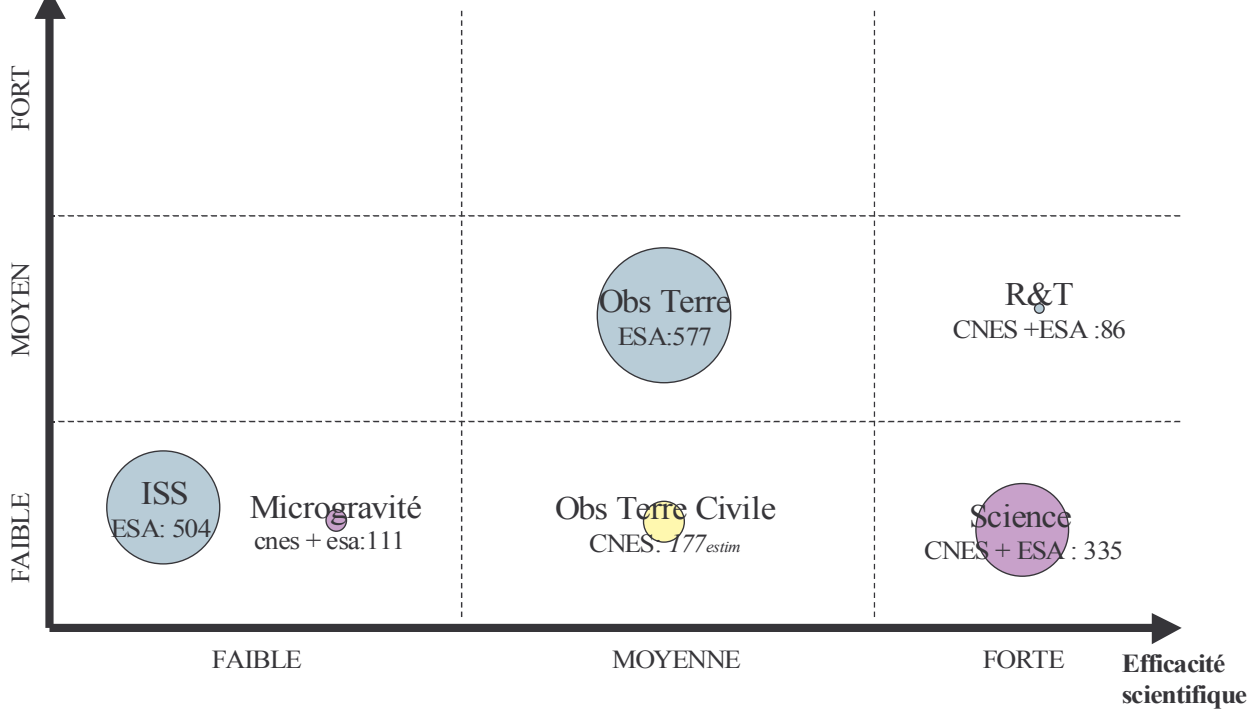
M€ / an moyenne 1995 - 2002



Effet de levier
économique

ANALYSE DES PROGRAMMES SCIENTIFIQUES

M€ / an moyenne 1995 - 2002



Remerciements

Ce rapport a été rendu possible grâce à la collaboration de nombreux membres de la communauté spatiale française que nous remercions chaleureusement. Les critiques, toujours constructives, de la note d'avancement que nous avons fait circuler au printemps 2004 forment l'essentiel de la matière du texte final.

Les principaux organismes avec lesquels nous avons travaillé sont les suivants :

- Académie Nationale de l'Air et de l'Espace
- Alcatel Space
- Arianespace
- Astrium
- CNES
- Commission Européenne
- EADS
- ESA
- Eurospace
- Eutelsat
- Fondation pour la Recherche Stratégique
- Ministère de la Défense
- Représentation Permanente de la France auprès de l'Union Européenne
- SNECMA
- Spot Image

Nous tenons à remercier plus particulièrement Gilles Le Blanc (CERNA, Ecole des Mines de Paris) et Geneviève De Bouzy (CNES) pour avoir supervisé ce mémoire ainsi que la Commission des Travaux Personnels du Corps des Mines, pour nous avoir fourni de précieuses indications tout au long de notre travail.

Bien entendu, les thèses du présent rapport ne sauraient engager d'autres personnes que leurs auteurs.

Table

Introduction	2
Chapitre 1 : L'efficacité économique des investissements publics spatiaux	4
L'intérêt du marché commercial et l'effet de levier des investissements publics.....	5
Les dérives de certains programmes.....	7
Chapitre 2 : La recherche spatiale	13
L'espace au service de la recherche.....	13
L'effet d'irradiation de la recherche spatiale.....	15
Chapitre 3 : L'enjeu de souveraineté	18
Le danger d'instrumentalisation du discours stratégique	18
L'enjeu fondamental de défense.....	20
Les périls du « spatial stratégique »	23
Chapitre 4 : Retour sur les choix programmatiques des années quatre-vingt-dix et ébauche d'une doctrine spatiale	27
Panorama des choix budgétaires des années quatre-vingt-dix	27
Ebauche d'une doctrine spatiale.....	30
Conclusion	35
ANNEXE I - Ariane 5	37
L'origine du projet et le programme Hermès.....	37
Le lanceur européen peut-il encore être compétitif ?	38
ANNEXE II - Les politiques d'achats de satellites	39
ANNEXE III - Les budgets spatiaux européens	41
Le poids de la France en Europe.....	41
Les budgets des agences	43
Remerciements	46
Table.....	47