

N° 3676

N° 223

—
ASSEMBLÉE NATIONALE

—
SÉNAT

CONSTITUTION DU 4 OCTOBRE 1958

DOUZIÈME LEGISLATURE

SESSION ORDINAIRE DE 2006 – 2007

Enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale
Le 07 février 2007

Annexe au procès-verbal
de la séance du 08 février 2007

**OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION
DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES**

RAPPORT

sur

LES GRANDS DOMAINES PROGRAMMATIQUES DE LA POLITIQUE SPATIALE DU FUTUR

POLITIQUE SPATIALE : L'AUDACE OU LE DÉCLIN

COMMENT FAIRE DE L'EUROPE LE LEADER MONDIAL DE L'ESPACE

Par M. Christian CABAL, Député, et M. Henri REVOL, Sénateur

—
Déposé sur le Bureau
de l'Assemblée nationale
par M. Claude BIRRAUX,

Premier Vice-Président de l'Office

—
Déposé sur le Bureau du Sénat
par M. Henri REVOL,

Président de l'Office

**Composition de l'Office parlementaire d'évaluation
des choix scientifiques et technologiques**

Président

M. Henri REVOL

Premier Vice-Président

M. Claude BIRRAUX

Vice-Présidents

M. Claude GATIGNOL, Député

M. Pierre LASBORDES, Député

M. Jean-Yves LE DÉAUT, Député

M. Jean-Claude ÉTIENNE, Sénateur

M. Pierre LAFFITTE, Sénateur

M. Claude SAUNIER, Sénateur

Députés

M. Jean BARDET
M. Christian BATAILLE
M. Claude BIRRAUX
M. Jean-Pierre BRARD
M. Christian CABAL
M. Alain CLAEYS
M. Pierre COHEN
M. Francis DELATTRE
M. Jean-Marie DEMANGE
M. Jean DIONIS DU SÉJOUR
M. Jean-Pierre DOOR
M. Pierre-Louis FAGNIEZ
M. Claude GATIGNOL
M. Louis GUÉDON
M. Christian KERT
M. Pierre LASBORDES
M. Jean-Yves LE DÉAUT
M. Pierre-André PÉRISSOL

Sénateurs

M. Philippe ARNAUD
M. Paul BLANC
Mme Marie-Christine BLANDIN
Mme Brigitte BOUT
M. Marcel-Pierre CLÉACH
M. Roland COURTEAU
M. Jean-Claude ÉTIENNE
M. Christian GAUDIN
M. Pierre LAFFITTE
M. Serge LAGAUCHE
M. Jean-François LE GRAND
Mme Catherine PROCACCIA
M. Daniel RAOUL
M. Ivan RENAR
M. Henri REVOL
M. Claude SAUNIER
M. Bruno SIDO
M. Alain VASSELE

Les grands domaines programmatiques de la politique spatiale du futur
Rapport de M. Christian CABAL, Député de la Loire et de M. Henri REVOL, Sénateur de Côte d'Or

POLITIQUE SPATIALE : L'AUDACE OU LE DECLIN

*

COMMENT FAIRE DE L'EUROPE LE LEADER MONDIAL DE L'ESPACE

AVANT PROPOS	7
SYNTHESE	9
INTRODUCTION :	15
LA CRISE EXISTENTIELLE DU SPATIAL EUROPEEN	15
PREMIERE PARTIE :	19
LA COMPETITION POUR L'ESPACE, UN DEFI POLITIQUE POUR LA FRANCE ET L'EUROPE	19
<i>I.- La concurrence généralisée pour l'accès à l'espace</i>	<i>20</i>
1. L'austérité imposée au spatial français et européen	20
2. Les compétiteurs originels en pleine relance de leur effort spatial	23
3.- Le foisonnement de nouveaux acteurs	26
3.- Vers un basculement du leadership spatial ?	33
<i>II.- Le boom du spatial invisible et des vols habités</i>	<i>35</i>
1. Le foisonnement actuel et futur des services spatiaux	36
2. La station spatiale internationale, un succès malgré les critiques	41
3. Les vols habités, une aventure humaine en plein renouveau	46
4. À quoi servent les vols habités	50
<i>III.- Redynamiser le spatial français et européen, un défi politique majeur</i>	<i>52</i>
1. La France et l'Europe prises à contre-pied	52
2. Les dangers du modèle européen de croissance spatiale par le marché	53
3. Changer de paradigme pour dynamiser le spatial français et européen	55
DEUXIEME PARTIE :	57
UNE VISION FRANÇAISE ET EUROPEENNE POUR UNE POLITIQUE SPATIALE AUDACIEUSE	57
<i>I.- Une vision du spatial français</i>	<i>57</i>
1. L'expression du génie français au service de l'Europe	58
2. Le service de la souveraineté nationale	58
3. La recherche spatiale française au premier rang mondial	59
4. Un moteur essentiel de l'économie future par ses retombées	60
5. La présence indispensable de l'homme dans l'espace avec les vols habités	60
<i>II.- Une vision du spatial européen</i>	<i>61</i>

1. L'espace pacifique au service de tous	61
2. L'espace, projet fédérateur et identitaire de l'Europe	62
3. Autonomie, compatibilité et transversalité du spatial européen	63
4. La présence indispensable de l'Europe en coopération dans le système solaire et au-delà	65
<i>III.- Une nouvelle gouvernance du spatial en France</i>	67
1. Replacer les décisions sur l'espace au sommet de l'État	67
2. Pour une loi de programmation spatiale	70
3. Une loi sur la responsabilité juridique en matière spatiale	70
4. Redonner une marge de manœuvre au CNES	72
5. Mobiliser les agences de soutien à la recherche et à l'innovation ainsi que les régions	75
<i>IV.- Une nouvelle gouvernance du spatial en Europe</i>	77
1. Réformer la gouvernance de l'ESA	77
2. L'Union européenne, un acteur spatial indispensable	80
3. Les institutions européennes existantes, un socle pertinent pour l'avenir	85
<i>V.- La dynamisation de l'industrie spatiale européenne dans sa configuration actuelle</i>	88
1. EADS ASTRIUM favorable à la pérennité de deux acteurs européens	88
2. ALCATEL ALENIA SPACE, l'autre grand acteur européen indispensable	89
3. L'amplification de l'activité par l'aval et les services	90
<i>VI.- Une coopération nécessaire mais conditionnelle avec les pays émergents</i>	92
1. Une coopération sans réserve dans la recherche fondamentale	92
2. L'exportation et la coopération industrielle	94
3. La formation en France plutôt que la création d'antennes à l'étranger	96
<i>VII.- Les nouveaux mécanismes de financement utiles mais non généralisables</i>	98
1. Les limites des nouveaux montages financiers – l'exemple de GALILEO	98
2. L'indispensable soutien public au spatial	101
<i>VIII.- Le développement des compétences et l'appropriation du spatial par le grand public</i>	105
1. Muscler la R&T spatiale	105
2. Le développement des compétences dans le secteur spatial, une question critique	107
3. Une information du public plus performante	109
4. Les vols suborbitaux, une chance unique de multiplier les accès et les références à l'espace	112
TROISIEME PARTIE :	115
COMMENT FAIRE DE L'EUROPE LE PROCHAIN LEADER MONDIAL DE L'ESPACE	115
<i>I.- L'autonomie d'accès à l'espace, une capacité critique à développer</i>	<i>116</i>
1. L'offre mondiale croissante de lanceurs	116
<i>A. Les États-Unis, en pleine refonte de leurs solutions de lancement</i>	<i>116</i>
1. Les États-Unis bientôt dans une impasse avec leurs services de lancement actuels	117
2. Le programme EELV et ses difficultés	118
3. Le programme COTS ou la recherche de ruptures technologiques et industrielles	119
4. Les nouveaux lanceurs ARES-1 et ARES-5 du programme lunaire	121
<i>B. La Russie et l'Ukraine à la recherche de progrès sur les lanceurs</i>	<i>123</i>
1. PROTON avec ILS, un lanceur dont le prix augmente	123
2. ZENIT avec Sea Launch et Land Launch, une autre menace	124
3. SOYUZ, un lanceur d'avenir	124
<i>C. La Chine et l'Inde, en progrès rapide sur les lanceurs</i>	<i>126</i>
1. Le succès du développement incrémental des lanceurs chinois LONGUE MARCHÉ	126
2. L'Inde, nouveau prestataire de services de lancements	127
2. ARIANE-5, un succès à amplifier	128
<i>A. Après un remarquable redressement, ARIANE-5 leader mondial</i>	<i>128</i>

<i>B. Comment consolider et amplifier le succès d'ARIANE-5</i>	129
3. Une gamme complète de lanceurs européens avec SOYUZ et VEGA.....	132
<i>A. SOYUZ au Centre spatial guyanais</i>	132
<i>B. Le lanceur VEGA en bonne voie</i>	133
4. Les lanceurs de nouvelle génération.....	133
5. La propulsion nucléaire pour les missions lointaines.....	135
<i>II.- Le spatial au cœur de la défense et de la sécurité, avec ou sans l'Europe</i>	137
1. Spatial de sécurité-défense et spatial militaire.....	137
2. L'effort massif des États-Unis en faveur du spatial militaire.....	139
<i>A. Le spatial militaire au cœur des forces armées américaines</i>	139
<i>B. Un avantage technologique recherché en permanence</i>	140
3. Les investissements de la Russie, de la Chine et de l'Inde.....	143
4. D'autres pays en passe de disposer de moyens spatiaux militaires.....	144
5. Le développement insuffisant et menacé du spatial militaire français.....	145
<i>A. L'absence d'Europe ne peut justifier l'immobilisme national</i>	145
<i>B. Les développements indispensables</i>	145
6. L'Europe.....	146
<i>A. Le retard de l'Europe en matière de spatial militaire</i>	146
<i>B. Les méthodes à retenir</i>	147
<i>C. Trois cadres de coopération pour le spatial de défense européen</i>	148
<i>D. Un plan réaliste de développement du spatial militaire européen</i>	150
<i>III.- La dynamisation des services spatiaux pour éviter le décrochage technologique</i>	154
1. La science spatiale, pour la connaissance et la technologie.....	154
2. Investir dans les télécommunications spatiales de nouvelle génération.....	155
3. Soutenir le développement des nouveaux marchés de la télédiffusion.....	156
4. Accélérer la mise en service du système de navigation GALILEO.....	157
<i>A. L'explosion du nombre de systèmes de navigation dans le monde</i>	157
<i>B. L'accélération indispensable de GALILEO</i>	158
5. De nouvelles approches pour la surveillance de l'environnement.....	159
<i>A. Des applications à 90% pour les pouvoirs publics</i>	160
<i>B. L'espace pour la sécurité sanitaire, un grand projet pour l'Europe</i>	161
<i>C. Des marchés de services complexes</i>	162
<i>D. L'état d'avancement de GMES</i>	163
<i>IV.- L'exploration et les vols habités, inséparables et inconcevables sans l'Europe</i>	166
1. Les réflexions en cours en Europe sur l'exploration et les vols habités.....	166
2. Intérêts et limites d'une présence sur la Lune.....	168
3. Les vols habités à portée de main de la France et de l'Europe – Trois scénarios.....	170
<i>A. L'Europe partenaire de la Russie et de l'Inde</i>	171
<i>B. L'Europe, transporteur indépendant de fret pour le programme lunaire américain</i>	172
<i>C. L'Europe en soliste vers la Lune dans un système international de systèmes</i>	174
1. ARIANE-5 qualifiable pour les vols habités dans les 10 ans.....	174
2. Hermès, l'ARD et l'ATV, les briques technologiques d'un système de transport européen.....	176
3. L'exploitation de l'ISS et la contribution de l'Europe à un système de systèmes d'exploration.....	177
<i>D. Le devoir d'ambition de l'Europe spatiale</i>	178
CONCLUSION	179
RECOMMANDATIONS	181
<i>I.- Les bases d'une nouvelle politique spatiale</i>	<i>181</i>
A.- La gouvernance du spatial en France.....	181
B.- La gouvernance du spatial en Europe.....	182
<i>II.- Les nouvelles missions et les nouveaux programmes spatiaux français et européens</i>	<i>183</i>

A.- Les lanceurs	183
B.- Le spatial de défense	183
C.- Les services spatiaux	184
D.- Les vols habités	184
COMPTE RENDU DE L'EXAMEN DU RAPPORT PAR L'OFFICE, LE 6 FEVRIER 2007	185
ANNEXE 1.....	189
COMITE D'EXPERTS	189
ANNEXE 2 :	191
LISTE DES PERSONNALITES RENCONTREES EN MISSION OU EN AUDITIONS PRIVEES	191
ANNEXE 3 :	199
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DU RAPPORT DE M. HENRI REVOL, DE MAI 2001	199

AVANT PROPOS

L'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques a été saisi le 3 mai 2005, par le Président de la commission des affaires économiques et du plan du Sénat, M. Jean-Paul EMORINE, d'une étude sur « Les grands domaines programmatiques de la politique spatiale du futur ».

Cette mission d'analyse de la politique spatiale et de proposition est la troisième du genre.

En 1991, le rapport de M. Paul LORIDANT, Sénateur, avait traité des orientations de la politique spatiale française et européenne.

En 2001, le rapport de M. Henri REVOL, Sénateur, avait présenté une synthèse de l'ensemble des activités spatiales, sous le titre « L'Espace : une ambition politique et stratégique pour l'Europe ». La plupart de ses recommandations ont été ultérieurement traduites dans les faits par les pouvoirs publics¹.

La commission à l'origine de la présente étude a détaillé le champ d'analyse de la manière suivante : « l'accès à l'espace; les applications grand public, en particulier les télécommunications ; le développement durable et les perspectives de meilleure surveillance de la planète pour la prévision et la détection des catastrophes ; la sécurité et la défense ; la recherche scientifique dans tous les thèmes utilisant l'espace ».

M. Henri REVOL, Président de l'Office, Sénateur, auteur du rapport de 2001, et M. Christian CABAL, Député, ont été désignés par l'Office au cours de sa réunion du 10 mai 2005.

Dans le cadre de l'étude de faisabilité préalable à la préparation du rapport, un colloque a été organisé le 2 novembre 2005, au Sénat, sur la politique spatiale européenne à l'horizon 2015. Il a réuni, autour des rapporteurs, les décideurs européens du secteur. L'étude de faisabilité du rapport a été adoptée le 3 mai 2006.

Un Comité d'experts a ensuite été constitué pour assister les rapporteurs dans leur travail de prise de contacts, de dialogue avec les spécialistes et de décryptage des informations recueillies.

Que ses membres, rassemblant l'ensemble des compétences de la recherche, de l'industrie, de l'agence spatiale et du monde astronautique, M. Jean-François CLERVOY, Astronaute de l'ESA ; M. Alain GAUBERT, Secrétaire général d'EUROSPACE ; M. Stéphane JANICHEWSKI, directeur général délégué du CNES ; M. Yves LANGEVIN, Directeur de recherche à l'Institut d'astrophysique d'Orsay, soient vivement remerciés pour leur précieux concours, tout en se voyant déchargés de toute responsabilité concernant les opinions émises et les recommandations présentées, la responsabilité politique du rapport incombant aux rapporteurs et à seuls.

Conformément aux méthodes de l'Office, des auditions privées ont été organisées, auxquelles ont bien voulu participer les principaux responsables français et européens de l'espace, représentants des pouvoirs publics et de l'industrie.

¹ Voir annexe 2 : conclusions et recommandations du rapport de M. Henri REVOL, de mai 2001.

Par ailleurs, plusieurs missions à l'étranger ont été ensuite réalisées, en Russie à deux reprises (juillet et octobre 2006), aux États-Unis (début novembre 2006), en Chine (fin novembre 2006) et en Inde (décembre 2006).

Pour l'ensemble de ces missions sur le terrain, les ambassades de France concernées, et en tout premier lieu leurs services scientifiques et leurs missions économiques, ont apporté leur concours indispensable et remarquable à vos rapporteurs.

*Que toutes les personnalités rencontrées et auditionnées, à Paris ou à l'étranger, ainsi que le secrétaire général du Groupe parlementaire sur l'espace, M. Emmanuel de LIPKOWSKI, qui a apporté son aide constante, soient ici remerciés pour leur précieux concours à la mission confiée à vos rapporteurs : **porter un diagnostic sur la situation du spatial français et européen, dégager une prospective à l'horizon 2020-2030 et proposer des recommandations pour renouer avec une grande ambition.***

SYNTHESE

Depuis l'annonce par les États-Unis, en 2004, de leur retour sur la Lune, projeté en 2020, l'actualité spatiale connaît, coïncidence ou pas, une véritable explosion. La Chine réalise son deuxième vol habité en 2005 et s'engage dans un programme lunaire pour 2020. Dans le domaine militaire, la Chine, toujours elle, en 2006, neutralise un satellite espion américain, en l'éblouissant par un tir de laser, puis, moins de six mois plus tard, détruit un de ses anciens satellites en orbite par un tir de missile balistique. En 2006, l'Inde affiche un programme de vols habités pour 2014, parvient, en 2007, à récupérer intact un de ses satellites, et gravit ainsi une marche de plus vers l'objectif d'un équipage d'astronautes indiens sur la Lune en 2020.

Par rapport au début de la décennie, les perspectives d'avenir du spatial sont bouleversées et sa dynamique relancée.

L'avenir du spatial ne semblait-il pas résider essentiellement dans les services marchands - télécoms, télédiffusion, positionnement - ? Si ces missions demeurent, d'autres s'imposent aujourd'hui, qui sont vitales pour l'humanité, avec l'étude du changement climatique et la recherche de moyens de lutte contre l'effet de serre, pour lesquelles le spatial constitue un outil incontournable.

Après les premières sondes autour de la Lune, de Mars, de Venus, et des planètes géantes Jupiter et Saturne, le temps des grandes découvertes concernant le système solaire semblait révolu. Aujourd'hui la recherche de la vie sur Mars s'avère nécessaire pour comprendre nos origines et l'auscultation du Soleil, en vue d'une météorologie solaire, est indispensable pour une meilleure gestion de la Terre.

La guerre des étoiles ne semblait-elle pas une aberration, née de l'affrontement entre les blocs? La course aux satellites militaires, pour l'observation, les transmissions, l'écoute, l'alerte avancée débouche aujourd'hui sur la mise en place de capacités de destruction de satellites en orbite.

Considéré comme arrivant à maturité, le spatial ne devait-il pas devenir une activité de marché? Les investissements publics redoublent de la part des grandes puissances, qu'elles reposent sur une économie de marché comme les États-Unis ou l'Inde, ou sur une économie centralisée comme la Russie ou la Chine.

La dynamique de développement du spatial est non seulement relancée mais prend l'allure d'une course encore plus rapide que celle des années soixante, cette fois avec plusieurs acteurs au lieu des deux blocs Est-Ouest.

Si le budget de la NASA, soit environ 17 milliards de dollars, n'augmente pas plus vite que la hausse des prix, les États-Unis allouent au spatial militaire un budget de 20-25 milliards de dollars, qui va croître de 30% d'ici à 2012.

Simultanément, grâce à ses revenus pétroliers et gaziers, la Russie a multiplié par dix, en huit ans, le budget de son agence spatiale civile, pour atteindre, en parité de pouvoirs d'achat, un niveau proche de celui de l'Agence spatiale européenne (ESA).

Le Japon accélère ses investissements et annonce un programme lunaire pour 2022.

Avec des budgets en forte croissance, de l'ordre du milliard de dollars, en réalité beaucoup plus élevés si l'on tient compte des différentiels de coûts et des budgets militaires, la Chine et l'Inde démontrent, chaque année, leur maîtrise technique croissante et leurs ambitions, qui englobent désormais les vols habités et les programmes lunaires. Autre phénomène capital, les technologies spatiales – lanceurs, satellites – apparaissent de plus en plus comme des «technologies proliférantes», avec un nombre croissant de nouvelles puissances possédant des missiles de longue portée, capables de lancer, voire de détruire des satellites.

C'est à ces bouleversements que doivent répondre la France et l'Europe. La stagnation de leurs investissements spatiaux ne les y prépare pas, mais leur histoire et leurs compétences leur permettent de relever le défi.

La France demeure la première puissance spatiale européenne, mais le corset budgétaire imposé à l'agence spatiale nationale, le CNES, dont la subvention publique augmente moins vite que l'inflation, l'oblige à marquer le pas, alors qu'au contraire, l'Italie, l'Allemagne et le Royaume-Uni amplifient leurs efforts. La croissance du budget obligatoire de l'ESA ne dépasse pas la hausse des prix, et l'Union européenne ne prend qu'insuffisamment en compte le spatial dans ses politiques communes.

En cumulant les efforts nationaux et mutualisés, l'Europe investit quatre fois moins que les États-Unis dans le spatial civil et vingt fois moins dans le spatial militaire.

Quant à l'industrie spatiale européenne, elle subit depuis 2001 une cure d'austérité profonde, avec un recul de 20% de son chiffre d'affaires consolidé, entre 2001 et 2005, et une diminution de 16% de ses effectifs. L'effondrement du marché commercial des satellites de télécommunications, qui forment le socle de l'activité de l'industrie française et européenne, n'a malheureusement pas été compensé par une hausse des commandes publiques, alors qu'aux États-Unis, celles-ci représentent plus de 90% des commandes spatiales.

En réalité, pour ne pas perdre pied dans la compétition mondiale pour l'espace, la France et l'Europe ont besoin, en premier lieu, d'analyser les impasses actuelles et, ensuite, d'affirmer clairement une vision du rôle du spatial dans les prochaines décennies.

La première impasse française et européenne est l'opinion, actuellement répandue, selon laquelle la croissance du secteur spatial peut être assurée d'abord par le *marché*. Hormis l'Europe, aucune puissance spatiale ne commet cette erreur. Capitalistiques et à long terme, les investissements spatiaux produisent des externalités que les marchés ne prennent pas en compte et peuvent difficilement financer. La concurrence sur ce marché, est biaisée par le dumping d'industries, généralement publiques, plus soucieuses d'influence géopolitique que de rentabilité,. Faute d'un soutien public suffisant, les industries spatiales européennes voient leur pérennité compromise par une capacité de R&D et une rentabilité insuffisantes. Le soutien institutionnel au secteur spatial doit donc être renforcé, d'urgence, tant au niveau national qu'au niveau européen.

Autre impasse actuelle, le spatial d'aujourd'hui est *invisible*. L'opinion ignore qu'une journée sans satellites serait une journée de chaos économique et social. Soumises à une cure d'austérité, sans précédent, les agences spatiales et les industries concentrent leurs moyens sur leur propre survie. Réduits à leur plus simple expression, les vols habités manquent de la dimension nécessaire pour entraîner les imaginations, relever les défis technologiques de la performance, de la fiabilité, et de la complexité, irriguer l'industrie et l'économie, imaginer une gestion sage de la planète et avancer vers les nouvelles frontières de l'univers.

Une nouvelle politique s'impose donc en France et en Europe. Il faut la rebâtir depuis les fondations, en partant d'une vision à long terme du spatial français et européen.

La France doit, d'une part, revenir aux fondamentaux - la double dimension stratégique et scientifique, la priorité absolue donnée à des lanceurs autonomes et compétitifs, l'appui du spatial à la défense nationale, le leadership mondial dans la science spatiale - et, d'autre part, franchir la nouvelle étape des vols habités.

L'Europe, pour sa part, doit utiliser l'outil spatial pour poursuivre son rôle séculaire dans la découverte et l'exploration, renforcer sa cohésion, et fédérer les efforts mondiaux dans les vols habités.

Dans la mécanique institutionnelle française et européenne, le spatial doit retrouver son rang de *priorité*.

Une programmation spatiale à dix ans, révisable à mi-parcours, doit être élaborée au plus haut niveau politique et approuvée par le Parlement, en France comme en Europe.

L'organisation institutionnelle du spatial européen doit être simplifiée, en prenant appui sur ce qui marche – l'ESA (agence spatiale européenne - European Space Agency), EUMETSAT (organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques - European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites) –. Le soutien public à la recherche spatiale, fondamentale ou technologique, doit figurer dans les priorités françaises et européennes, sauf à entraîner un décrochage technologique global de l'Union européenne. Sans attendre un futur institutionnel imprévisible, l'Europe spatiale doit avancer sur la base de projets concrets.

En réalité, la France et l'Europe possèdent déjà des compétences techniques de premier rang et des positions de leader mondial sur certains segments comme les lanceurs, les satellites de télécommunications et d'observation. Avec une ambition politique à la hauteur de ses atouts scientifiques et industriels, l'Europe peut ambitionner d'être la première puissance spatiale mondiale.

Comme toutes les autres puissances spatiales, la France et l'Europe doivent s'appuyer sur l'espace pour affirmer à la fois leurs compétences et l'identité nationale et européenne. Leurs investissements doivent doubler dans ce secteur, en raison aussi de son effet d'entraînement technologique et de ses retombées économiques.

Dans le domaine des *lanceurs*, l'Europe est, avec ARIANE-5, leader mondial. Pour conserver cette position, l'Europe doit continuer à faire évoluer son lanceur vedette, en augmentant sa puissance, en le dotant d'un 3^{ème} étage réallumable et en le qualifiant pour les vols habités. La mise en service effective de SOYUZ au Centre spatial guyanais et la mise au point de VEGA doivent s'achever rapidement.

La France et l'Europe doivent imposer leurs compétences exceptionnelles dans le domaine de la *science spatiale*. Les satellites d'observation astronomique, les sondes automatiques et les robots d'exploration apporteront aux observations terrestres des compléments toujours plus importants pour la compréhension de l'univers, dont seuls 5% sont actuellement observés, identifiés et compris, ainsi que pour la formulation encore incomplète des lois de la physique fondamentale.

Avec leurs capacités croissantes, les satellites de *télécommunications* et de télédiffusion peuvent prendre en charge l'Internet à haut débit, la télévision numérique à haute définition, la télévision pour mobiles et la radio numérique, et participer à une diffusion large des nouvelles technologies audiovisuelles numériques.

Il appartient à l'Europe d'imaginer de grands projets et de lever tous les obstacles politiques et bureaucratiques, qui sont évidemment dérisoires en regard des enjeux.

Les services de *positionnement* et de *navigation* par satellite s'imposent dans l'industrie, dans les services et dans le grand public, à une vitesse très supérieure à celle observée dans le passé pour d'autres technologies, y compris la téléphonie mobile.

Les **satellites d'observation** constituent l'instrument idéal de suivi et de contrôle, pour la mise en œuvre du développement durable et la lutte contre le changement climatique. GALILEO et GMES (Global Monitoring of Environment and Security) et valent bien une priorité budgétaire européenne absolue, de même qu'un nouveau grand projet «*spatial pour la sécurité collective et l'égalité numérique européennes*», destiné à produire des retombées concrètes pour les citoyens européens.

Parce que le spatial s'affirme comme un **outil militaire irremplaçable** pour l'observation, les liaisons avec les forces armées, l'écoute et l'alerte avancée, au point que les satellites militaires doivent eux-mêmes être protégés par de nouveaux systèmes spatiaux, les principaux États européens impliqués dans le spatial, en premier lieu, la France, l'Allemagne et l'Italie, doivent mettre en place des coopérations multilatérales restreintes pour avancer dans tous ces domaines.

Enfin, la question des *vols habités* ne peut plus être éludée. Partenaire très minoritaire dans la station spatiale internationale, l'Europe ne peut continuer à être à la remorque des États-Unis et de la Russie pour le transport de ses astronautes.

Quand les États-Unis, la Chine et l'Inde posséderont leurs installations permanentes sur la Lune, les Européens pourront-ils pardonner à leurs dirigeants d'avoir manqué cette étape qui renforcera la confiance dans l'avenir et conduira à de nouvelles avancées technologiques et à d'autres découvertes scientifiques majeures?

L'Europe possède déjà les moyens techniques et les ressources financières de construire un système de transport spatial autonome et compatible avec les autres systèmes américains ou russes.

Son devoir est de valoriser ses compétences et de les mettre, en toute indépendance, au service de la communauté humaine, dont le destin est d'explorer, avec ou sans l'Europe, l'univers.

INTRODUCTION :

LA CRISE EXISTENTIELLE DU SPATIAL EUROPEEN

« Comment c'est dans l'espace ? »

« Si on allait dans l'espace, qu'est-ce qu'on ressentirait ? »

Ces deux questions sont les plus fréquentes adressées aux astronautes, en particulier à Jean-François CLERVOY et à Jean-Pierre HAIGNERÉ¹.

Les applications spatiales sont multiples et indispensables à notre vie quotidienne, même si elles sont le plus souvent invisibles. Leur importance est scientifique, industrielle, économique, politique, culturelle et identitaire. Dans le secteur spatial, les discussions voire les luttes d'influence sont permanentes pour faire prévaloir tel ou tel secteur dans un contexte de pénurie financière. L'essentiel se perd de vue.

Pour le « *fana* » ou simplement le curieux, il est naturel de se projeter dans l'espace pour mesurer sa condition et celle de la Terre dans l'univers.

« Ce qui frappe le plus les astronautes en vol autour de la Terre, au-delà de la fierté de l'exploit technique, c'est la beauté de la planète et la fragilité de la vie.

Depuis l'espace, on voit les ouragans de huit cents kilomètres de large, les volcans cracher leurs gaz et leurs cendres : la Terre a une vie indépendante de l'Homme, la planète est puissante et nous survivra. En passant au-dessus de l'Himalaya, on voit qu'aucune force créée par l'homme n'égalera jamais les forces qui ont poussé la plaque indienne sous la plaque tibétaine et ont fait émerger cette chaîne de montagnes majestueuses.

En orbite autour de la Terre, l'astronaute voit, par-delà la mince couche de l'atmosphère, l'obscurité et le vide dans toutes les directions. Cela impose le respect pour la planète. Sa fragilité et son exception font penser que l'espèce humaine disparaîtra un jour.

On peut toutefois espérer éloigner l'échéance. »²

Ce constat de Jean-François CLERVOY est partagé par tous les astronautes, professionnels ou amateurs.

Cinquante années après l'envoi par l'homme du premier satellite artificiel Spoutnik dans l'espace, les activités spatiales se sont développées à une vitesse

¹ Jean-François CLERVOY, astronaute, et, Jean-Pierre HAIGNERÉ, cosmonaute, audition du 21 décembre 2006.

² Jean-François CLERVOY, astronaute, audition du 21 décembre 2006.

unique dans l'histoire des technologies. Les applications spatiales irriguent tous les secteurs d'activité. Les avancées technologiques sont majeures et étonnantes. L'espace est aussi l'observatoire irremplaçable de la Terre pour corriger les dérives de notre utilisation de la planète.

Pourtant, à bien des égards, le spatial connaît aujourd'hui en Europe une crise existentielle.

En cumulant les efforts des différents États membres et ceux encore faibles de l'Union européenne, l'Europe est certes la deuxième puissance spatiale mondiale.

Mais l'Europe piétine là où les États-Unis relancent leurs efforts, où la Russie renoue avec son ambition soviétique, où le Japon après avoir restructuré son secteur spatial affiche un objectif lunaire et où la Chine et l'Inde se mobilisent pour l'exploration de la Lune.

Cette accélération de la course spatiale, l'Europe et la France s'avèrent, pour le moment, incapables de la suivre. L'Europe est en panne de priorités face aux multiples possibilités de développement spatial. Quant à la France dont le budget stagne, son leadership s'en ressent, l'empêchant de porter une grande ambition à la hauteur des enjeux.

D'ici à 2008, le spatial français et européen va se trouver à un tournant de son histoire. De multiples décisions sont à prendre, sauf à accepter le lent dépérissement actuel, qui conduira inéluctablement au déclin de l'Europe dans sa globalité.

Les capacités techniques et financières sont là. Les projets sont également là. Les programmes peuvent être finalisés et réalisés rapidement.

Un préalable reste à accomplir : élaborer, partager et populariser une vision proprement française et européenne de l'espace.

Une **vision** est par définition partagée. Le présent rapport entend proposer des éléments pour une vision française et européenne de l'espace des prochaines années, qu'il appartiendra aux pouvoirs publics et aux instances de l'espace d'ignorer, de critiquer ou d'améliorer.

Découlent de cette vision, des **principes** simples pour une nouvelle politique spatiale dont les ambitions seront à la hauteur de ce qu'est l'Europe dans le monde, c'est-à-dire une grande puissance qui s'ignore et qui pourrait être bien davantage respectée qu'elle ne l'est aujourd'hui.

À partir de cette vision, des **propositions techniques** simples peuvent être formulées, qu'il appartiendra aux industriels et aux agences d'ignorer, de critiquer ou d'améliorer.

L'espace européen est sur la voie du déclin et bientôt du décrochage.

On pardonnera aux parlementaires de l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques, leur intrusion dans un secteur à bien des égards trop régalien, trop technicien et trop lointain pour le public.

Mais précisément, ce dont le secteur spatial a le plus besoin en France et en Europe, c'est d'audace. L'Office parlementaire n'aurait pas rempli le mandat que lui a confié la commission des affaires économiques du Sénat, s'il ne faisait preuve d'audace pour l'espace.

Comment faire de l'Europe le leader mondial de l'espace ?

Tel est l'objet du présent rapport.

PREMIERE PARTIE :

LA COMPETITION POUR L'ESPACE, UN DEFI POLITIQUE POUR LA FRANCE ET L'EUROPE

En octobre 2007, le spatial fêtera son cinquantième anniversaire, si l'on date son début au 4 octobre 1957 quand fut lancé Spoutnik 1, premier satellite artificiel jamais mis en orbite.

Cinquante ans plus tard, coïncidence ou pas, ce secteur se trouve en France et en Europe à un tournant de son histoire.

Alors que précédemment, ses compétiteurs étaient essentiellement les États-Unis et l'Union soviétique, le secteur spatial français se trouve en Europe face au dynamisme croissant de l'Italie et de l'Allemagne, tandis que l'Europe tout entière enregistre la relance des efforts de ses compétiteurs originels.

Simultanément, les grands pays émergents, la Chine, l'Inde mais aussi le Brésil, non seulement démontrent leur maîtrise des grandes technologies spatiales mais font irruption sur le marché des lanceurs, des applications commerciales civiles et du transport spatial.

L'explosion de la concurrence dans les applications civiles de l'espace suffirait en soi à convaincre qu'une nouvelle ère a commencé, à laquelle il faut se préparer.

Mais, dans le même temps, le rôle du spatial s'accélère dans la défense et la sécurité. De surcroît, l'avenir de l'Europe dans la course aux technologies spatiales n'est plus préparé comme il le fut dans le passé, faute des investissements nécessaires pour simplement renouveler les compétences et les infrastructures.

Pour la France et l'Europe, le défi de la mondialisation s'incarne tout spécialement dans le spatial.

Compte tenu de ses implications sécuritaires, économiques et environnementales, la pérennité du secteur spatial européen est un défi politique majeur, auquel ne répond pas le consensus mou actuel sur un développement spatial national ou européen *a minima*.

I.- LA CONCURRENCE GENERALISEE POUR L'ACCES A L'ESPACE

En termes budgétaires, l'Europe est actuellement la deuxième puissance spatiale mondiale, si l'on ajoute aux efforts nationaux conduits en propre, les efforts mutualisés au sein de l'Agence spatiale européenne (ESA – European Space Agency) et les incitations – encore trop rares - de l'Union européenne.

En termes scientifiques et techniques, l'Europe maîtrise la quasi-totalité des technologies spatiales. Si la maîtrise des vols habités lui échappe tant au niveau des lanceurs que des capsules spécifiques pour ces missions, en revanche l'industrie européenne excelle dans les applications spatiales au service des citoyens, et dans les sciences spatiales liées à la connaissance de l'univers, avec l'aide des agences spatiales et des organismes de recherche.

Une photographie fin 2006 de la situation relative de l'Europe spatiale par rapport aux autres acteurs mondiaux ne soulève donc pas d'inquiétude particulière.

En revanche, les évolutions des dernières années et, en particulier, les observations faites directement, sur place, aux États-Unis, en Russie, en Chine et en Inde, par vos rapporteurs, montrent sans ambiguïté une dynamique très défavorable au vieux continent en général et à la France en particulier.

On pourrait certes dire que l'évolution du spatial européen ne fait que refléter la situation de l'industrie européenne dans son ensemble.

Mais le problème resterait entier et apparaîtrait même comme particulièrement critique, dans la mesure où le spatial, pour invisible qu'il soit - sauf aux amateurs -, joue d'ores et déjà un rôle critique dans les économies modernes et amplifiera sans aucun doute encore son importance dans les prochaines décennies.

1. L'austérité imposée au spatial français et européen

Comparée au reste du monde, la dynamique du secteur spatial n'est favorable ni à la France ni à l'Europe considérée dans son ensemble. Ceci vaut malheureusement aussi bien pour les investissements publics que pour l'industrie¹.

▪ L'essoufflement de l'effort spatial public de la France

La subvention de l'État au CNES s'est, en 2006, élevée à 1,376 Md€². Si l'on ajoute la part de la France à EUMETSAT, proportionnelle à son PIB, le total de l'effort public pour le spatial civil atteint 1,41 Md€, soit 34,2% du total européen. Par comparaison, l'effort public civil est de 0,822 Md€ pour l'Italie

¹ Alain GAUBERT, Secrétaire général, EUROSPACE, audition du 16 novembre 2006.

² Md€ pour milliard d'euros; M€ pour million d'euros.

(20% du total), de 0,766 Md€ pour l'Allemagne (18,6%), de 0,337 Md€ pour le Royaume Uni (8,2%) et de 0,206 Md€ pour l'Espagne (5%)¹.

Aussi la France conserve-t-elle en 2006 sa première position en Europe en termes d'effort public. Mais la dynamique n'est pas en sa faveur.

Depuis 2000, la France en effet décélère ses efforts spatiaux, au contraire de ses partenaires et néanmoins rivaux européens. Ses dépenses publiques pour l'espace ont en effet diminué, en moyenne, de 1,6% par an, alors que les investissements publics spatiaux augmentaient de 1,1% par an en Allemagne, de 4,1% par an en Italie et de 6,1% par an au Royaume Uni².

Le seul élément de redressement réside dans le fait que la subvention au CNES devrait s'accroître jusqu'en 2010 au taux de croissance annuel moyen de 0,7% par an et la subvention à la part nationale du budget du CNES au rythme de 1,5%. Mais ni l'une ni l'autre de ces augmentations ne dépasse la hausse des prix, ce qui revient à dire qu'en euros constants, l'effort continuera de diminuer.

▪ **La crise de l'industrie spatiale en France et en Europe**

Au plan industriel, l'évolution française n'est pas meilleure. Après une période 1996-2000 marquée par une croissance du secteur, un brutal retournement est intervenu en 2001, qui a inauguré une phase de rétraction majeure de l'activité.

Le chiffre d'affaires de l'industrie spatiale en France a en effet commencé par croître de plus de 60% entre 1996 et 2000. Puis une baisse de 28% est intervenue entre 2000 et 2005.

Alors même qu'une rationalisation avait été engagée entre 1996 et 2000 se traduisant par une diminution de 0,1% de l'emploi entre ces dates alors que l'activité augmentait fortement, les effectifs de l'industrie spatiale en France ont chuté de 19% entre 2000 et 2005.

Suite à l'éclatement de la bulle Internet, de nombreuses commandes de satellites de télécommunications ont en effet été annulées à partir de 2000. Amplifiant les conséquences désastreuses de ce phénomène indépendant du secteur, les commandes de satellites d'observation ont elles-mêmes diminué fortement après 2000.

Représentant 60% du chiffre d'affaires total de l'industrie européenne, les contrats institutionnels n'ont pas augmenté dans les années récentes. Les contrats commerciaux, qui représentent 40% du total, ont, eux, beaucoup diminué, même si un léger frémissement a été observé en 2006. Si l'industrie européenne a su globalement conserver sa part de marché pour les applications commerciales, des milliers de licenciements sont intervenus.

La crise de l'industrie spatiale est indéniable en France et en Europe depuis 2000 et ses conséquences sont inquiétantes pour l'avenir.

¹ Source : Note du CNES aux rapporteurs, sur la base d'évaluations d'EUROCONSULT et de données EUMETSAT, 26 décembre 2006.

² Rachel VILLAIN, EUROCONSULT, séminaire I-SPACE – PROSPACE, 27 septembre 2006.

▪ **L'insuffisance des relais institutionnels européens**

On aurait pu s'attendre à ce que pour étaler les effets de la crise du marché commercial, les institutions publiques françaises et européennes augmentent leurs commandes. Il n'en a rien été.

Les commandes de l'ESA à l'industrie européenne ont tendance à diminuer sensiblement, puisqu'elles ont baissé de 31% entre 1996 et 2005¹.

Sur un effort annuel total de 300 M€, les commandes de l'Union européenne à l'industrie européenne n'ont, en 2005, représenté qu'un montant de 14 M€.

Sur la base d'un budget de l'ESA de 2,9 Md€ en 2006, le taux de croissance prévu d'ici à 2010 n'est que de 2,5% par an en moyenne, pour le programme obligatoire (science et budget général) qui ne représente que 20% du total.

Les pouvoirs publics n'ont donc pas su jouer un rôle contra-cyclique qui aurait pu amortir la crise et préparer l'avenir.

▪ **La montée en puissance de l'Italie et de l'Allemagne**

Le fait majeur des années récentes dans le spatial européen est la montée en puissance depuis 2000 de l'Italie, deuxième puissance spatiale européenne, de l'Allemagne, au troisième rang et du Royaume Uni, au quatrième.

Ceci se vérifie à la fois pour l'effort public et pour l'industrie spatiale nationale².

L'effort public italien a représenté 0,822 Md€ en 2006, soit 20% du total de l'Union européenne et le deuxième plus important après la France. Suite au regroupement des entreprises italiennes au sein du conglomérat FINMECCANICA, l'industrie spatiale en Italie a accru son chiffre d'affaires de 17% entre 1996 et 2005. En 1996, le chiffre d'affaires de l'industrie spatiale en Italie représentait 13,8% du total européen. En 2000, sa part est passée à 15,5% et en 2005 à 16,6%. Tout se passe comme si l'Italie avait tiré parti de la crise pour se renforcer.

L'Allemagne a produit en 2006 un effort public de 0,766 Md€, qui représente 18,6% du total européen. L'industrie spatiale en Allemagne a réalisé en 2005 un chiffre d'affaires de 0,614 Md€, soit 14% du total européen. En 2005, ses effectifs représentaient 4 429 emplois, soit 16% du total européen. Le spatial allemand se renforce à un rythme qui pourrait notablement s'accélérer sous l'action du Chancelier, Mme Angela MERKEL, qui a marqué son intérêt pour le spatial à plusieurs reprises.

¹ Source : Pierre LIONNET, *EUROSPACE Facts & Figures*, édition 2006.

² Sources : Note du CNES aux Rapporteurs, sur la base d'évaluations d'EUROCONSULT et de données EUMETSAT, 26 décembre 2006 et Pierre LIONNET, *EUROSPACE Facts & Figures*, édition 2006.

Le soutien public au secteur spatial au Royaume Uni, représente 0,337 Md€ en 2006, soit 8% du total européen. Le chiffre d'affaires de l'industrie britannique s'est élevé à 0,501 Md€ en 2005, soit 11% du total européen, pour des effectifs de 3 382 emplois.

Enfin, l'Espagne a également amélioré ses positions. Toutefois l'effort public n'a, en 2006, représenté que 0,206 Md€, soit moins de 5% du total européen, et le chiffre d'affaires de son industrie ne s'est élevé, en 2005, qu'à 0,180 Md€, soit 4,1% du total européen.

2. Les compétiteurs originels en pleine relance de leur effort spatial

Pendant qu'une cure d'austérité est imposée au spatial français et européen, toutes les autres puissances spatiales les plus anciennes - États-Unis, Russie et Japon – relancent fortement leurs efforts.

▪ *Le nouvel élan du spatial américain, susceptible de creuser son avance*

Avec le programme civil CONSTELLATION de retour sur la Lune et l'amplification des investissements militaires, le spatial connaît un nouvel âge d'or aux États-Unis, alors que sa suprématie mondiale est déjà très forte.

Au plan budgétaire, le spatial civil est en croissance même si celle-ci est modérée. Le budget de la NASA (National Space Administration) s'élève à 16,5 Md\$ (Md\$ - milliards de dollars) pour l'année fiscale 2006, en augmentation de 2,4% par rapport à l'année fiscale précédente. L'autre grande agence spatiale civile, la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) voit ses activités spatiales¹ dotées d'un budget de 964 M\$ (M\$ - millions de dollars), en croissance de 6% par an.

Au-delà de ces augmentations budgétaires régulières, la vision « *Moon, Mars and Beyond* » exposée le 14 janvier 2004 par le Président Bush engage la nation américaine dans le programme CONSTELLATION de long terme de sondes automatiques, de robots et de vols habités pour l'exploration du système solaire, débutant par un retour sur la Lune et suivi de l'exploration de Mars et d'autres destinations. Pour le moment, ce programme doit être réalisé à budget constant, ce qui va obliger la NASA à redéfinir la plupart de ses infrastructures de vols habités. Mais un nouveau coup de fouet est donné à l'industrie américaine, sous la forme de nouveaux contrats de développement, innovants pour certains, comme le programme COTS (Commercial Orbital Transportation Services).

Le spatial militaire américain bénéficie de dotations budgétaires supérieures au spatial civil, depuis 1982². Ces dotations représentent de 20 à 25 Md\$, dont la moitié de programmes secrets dits « black programmes ». Compte tenu du remplacement à effectuer d'équipements actuellement opérationnels et des

¹ Activités regroupées au sein de son département intitulé NESDIS (National Environmental Satellite, Data and Information Service).

² A l'exception des années 1996 à 1998.

progrès technologiques à incorporer, on prévoit par ailleurs que le budget spatial militaire américain devrait augmenter de 30% d'ici à 2012¹.

Au total, le budget spatial fédéral américain approche les 40 Md\$ annuels, avec une augmentation rapide depuis 2004, qui devrait se poursuivre dans les prochaines années, qu'elle soit subie (programme lunaire) ou voulue (programme militaire).

▪ **La relance du spatial russe**

Grâce à la mise en valeur de ses ressources pétrolières et gazières² et à la remise en ordre de son économie, la Russie retrouve une croissance économique forte, son PIB croissant de 6% par an en moyenne depuis 2001. Simultanément, ses importantes recettes d'exportation lui ont permis d'accumuler les quatrièmes réserves mondiales de change et d'or (247 Md\$) et de constituer un fonds de stabilisation de 60 Md\$, avec une convertibilité totale du rouble depuis la mi-2006. La remise en ordre de son économie se traduit par une nouvelle politique industrielle conduite par l'État en coopération avec des entreprises privées. Enfin, les technologies de pointe sont érigées en deuxième priorité nationale, après l'énergie qui joue le rôle stratégique bien connu de pourvoyeur de devises et d'influence géopolitique. Il n'est donc pas étonnant que le secteur spatial russe soit en pleine renaissance.

Après l'effondrement de l'Union soviétique, les investissements de la Russie dans le spatial ont été, au cours de la décennie 1990, divisés par 5, par rapport à leur niveau moyen des dernières années de l'URSS. Grâce à la focalisation des ressources disponibles sur les secteurs essentiels que sont les lanceurs et certains satellites notamment à vocation militaire, les compétences et les moyens techniques ont pu être conservés.

Depuis 1998, un redressement est engagé. L'agence spatiale civile russe ROSKOSMOS a vu son budget multiplié par 10 en huit ans, atteignant 1 Md\$ en 2006³. Compte tenu du différentiel des coûts locaux et de ceux des pays occidentaux, le budget spatial réel de ROSKOSMOS doit être multiplié par un facteur de 2 à 4. Dans cette dernière hypothèse, le budget de ROSKOSMOS équivaut à celui de l'ESA (European Space Agency). Par ailleurs, depuis 1998, la Russie n'effectue jamais moins de 20 lancements par an, ce qui en fait le leader mondial de ce segment. Enfin, après que le secteur aéronautique a été remis en ordre, ROSKOSMOS a entrepris la rationalisation du secteur spatial, qui conserve des structures hautement efficaces comme l'Institut KELDISH, bureau d'études de haut niveau, ou les sociétés ENERGOMASH et CADB-KBKhA qui produisent d'excellents moteurs de fusées.

¹ ICA Hervé BOUAZIZ, Service de l'Attaché d'armement, Ambassade de France à Washington, 6 novembre 2006.

² La Russie est le 2^{ème} producteur mondial de pétrole et le 1^{er} producteur mondial de gaz naturel. Ses réserves prouvées de pétrole sont les 7^{èmes} au monde et celles de gaz naturel les 1^{ères}.

³ Alain FOURNIER-SICRE, ESA, Moscou, 6 juillet 2006.

Autre signe tangible de renaissance, un programme spatial fédéral a récemment été adopté pour la période 2006-2015, prévoyant, en particulier, un budget spécifique de 225 M\$ sur la période, pour le développement des technologies spatiales.

En pleine croissance économique, la Russie utilise tous les moyens pacifiques à sa disposition pour s'affirmer dans le concert des nations du vieux continent. On peut s'attendre que le spatial y joue un rôle particulier et, à tout le moins, que la Russie devienne un concurrent redoutable, non seulement dans le domaine des lanceurs mais aussi dans celui des satellites.

▪ **La confirmation des ambitions spatiales du Japon**

Troisième acteur spatial du monde, après les États-Unis (NASA, NOAA et autres) et l'ESA¹, le Japon a, en 2006, alloué un budget public de 2,2 Md\$ à ses activités civiles.

Le Japon a développé ses propres lanceurs dès les années 1950, mis en orbite son premier satellite en 1970 et participe à hauteur de 12,8% à la Station spatiale internationale (ISS – International Space Station).

Pour accélérer ses investissements tout en augmentant leur efficacité, le Japon a procédé en 2003 à une remise en ordre importante de son organisation spatiale. L'agence spatiale japonaise, la JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), résultant de la fusion de trois institutions précédentes², s'est dotée d'un plan à 20 ans, intitulé vision à long terme.

La montée en puissance de ses lanceurs a été interrompue par l'explosion du lanceur H-IIA en 2003. Depuis lors, MHI (Mitsubishi Heavy Industries) a reçu la responsabilité du développement du lanceur H-2B développé pour lancer son cargo HTV vers l'ISS.

Afin d'assurer la visibilité des investissements spatiaux, le Japon s'est fixé plusieurs objectifs en matière d'exploration. En premier lieu, des vols habités devraient avoir lieu à l'horizon 2020. Ensuite, une base polaire lunaire permanente serait construite à l'horizon 2025, en tant que but ultime du programme SELENE.

La croissance des investissements spatiaux, observée entre 1996 et 2002 mais interrompue depuis lors, devrait reprendre dans les prochaines années sous l'influence de plusieurs facteurs.

Avec ses satellites IGS (Information Gathering Satellites) de reconnaissance militaire, le Japon a pris conscience de l'intérêt de disposer de moyens autonomes de surveillance des États à risques de la région, comme la Corée du Nord. En se dotant de moyens d'observation pour ses propres besoins, le Japon a aussi acquis de fait une stature particulière en Asie³.

¹ Rachel VILLAIN, EUROCONSULT, séminaire ISPACE-PROSPACE, 27 septembre 2006.

² Les trois institutions précédentes sont la NASDA, le NAL, et l'ISAS

³ Xavier PASCO, Maître de recherches, Fondation pour la recherche stratégique, 25 octobre 2006.

Il y a tout lieu de penser que le développement spatial du Japon va s'accélérer dans les prochaines années.

Les activités spatiales constituent en effet un moteur reconnu du progrès technologique et un vecteur d'exportation efficace. Par ailleurs, le Japon se trouve concurrencé par la Chine, très active dans le spatial, et par la Corée du Sud dont les débuts sont vigoureux. Enfin, la menace nord-coréenne milite en faveur d'un développement accéléré de son spatial militaire.

3.- Le foisonnement de nouveaux acteurs

▪ *La Chine, future puissance spatiale dominante*

C'est en 1970 que la Chine a lancé son premier satellite artificiel. Depuis lors, 91 tirs de la fusée nationale Longue Marche ont été réalisés, portant 78 satellites dont 27 étrangers.

Au total, en 2006, la Chine avait lancé et repris 22 satellites récupérables, mis en orbite 22 satellites de télécommunications de tous types et disposait de 7 satellites météorologiques opérationnels de conception nationale. Couronnement de son programme spatial, la Chine a placé, avec son lanceur national, son premier taïkonaute en orbite en octobre 2003 puis un équipage de deux taïkonautes¹ en octobre 2005.

Le programme spatial chinois est le fruit d'une organisation centralisée. Les trois bases de lancement et les installations liées aux vols habités appartiennent à l'Armée populaire de libération. Institution clé du programme spatial chinois, la COSTIND (Commission of Science, Technology and Industry for National Defense), est dirigée par un ministre qui rapporte au Conseil d'État, et détient à la fois le pouvoir de décision, la clé des allocations budgétaires et la tutelle des entités publiques essentielles du secteur des hautes technologies².

Le bras armé de l'État chinois pour l'exécution des programmes spatiaux est la CASC (China Aerospace Corporation), qui assume, au moyen de plusieurs organismes plus ou moins dédiés, l'ensemble des tâches de conception et de production de l'ensemble des matériels spatiaux, lanceurs compris³.

Flanquant le complexe spatial militaro-industriel, trois autres instances jouent un rôle important, le ministère de la Science et de la Technologie (MOST), l'agence nationale spatiale chinoise (CNAS - China National Space Agency) et l'académie des sciences (CAS – Chinese Academy of Sciences).

¹ Les spationautes, qui volent dans un appareil conçu pour évoluer dans l'espace, sont désignés sous le terme de cosmonaute en Russie, d'astronaute aux Etats-Unis et en Europe et de taïkonaute en Chine (du mot taikongren ou homme du grand vide).

² En particulier, NORINCO (armement terrestre), CSSC (constructions navales), CNNC (nucléaire), AVIC (aéronautique) et CASC (China Aerospace Corporation).

³ Académies appartenant à la CASC, la CALT et la CAST assurent la conception et la fabrication, respectivement des lanceurs et des satellites.

Le pouvoir d'État et, au cœur de celui-ci, le parti communiste, ont donc les moyens d'exercer un pilotage direct du secteur spatial.

Le développement spatial de la Chine a, au départ, reposé sur les technologies russes. Aujourd'hui, la coopération est élargie à l'Ukraine, au Brésil, au Venezuela et à la France. Mais l'autonomie technologique est plus que jamais l'objectif.

En tout état de cause, le secteur spatial est identifié **comme l'un des cinq secteurs prioritaires du développement technologique chinois des quinze prochaines années, avec les matériaux innovants, les biotechnologies, les technologies de l'information et les sciences de l'énergie et de l'environnement**¹.

Pour les autorités chinoises², des innovations d'une grande portée sociale et économique proviendront en effet de la maîtrise des technologies spatiales. En conséquence, les budgets spatiaux connaissent des augmentations significatives. La seule CAST, chargée de la conception et de la fabrication des satellites, enregistre, depuis deux ans, des taux de croissance de son budget de 30%, pour atteindre 700 M€ en 2006. Suivant les estimations, ce budget doit être multiplié par 4 à 6 pour avoir son équivalent occidental en parité de pouvoir d'achat.

Le budget des applications militaires spatiales chinoises n'est pas public. Par référence à d'autres pays, comme l'Inde, on peut toutefois l'estimer à la moitié au minimum du budget civil.

Le cheminement du spatial chinois vers le futur est bien balisé.

La Chine s'est dotée d'une programmation spatiale civile à 5 ans, dont la dernière version date de 2006. Des objectifs détaillés sont fixés pour chaque grand domaine : mise au point de lanceurs de nouvelle génération, application des vols habités, mise au point du système national de positionnement, observation de haute résolution, exploration de la Lune.

Avec le centre de la CAST près de Beijing, l'industrie spatiale chinoise possède des installations de construction et de test au meilleur niveau mondial. On y trouve, en effet, la 3^{ème} plus grande chambre à vide du monde, pour le test des matériels et en particulier des vaisseaux spatiaux CHANG'E³, des chaînes de test de compatibilité électrique, de résistance au bruit et aux vibrations, des salles d'assemblage simultané de 10 satellites, ainsi que la plus grande chambre anéchoïde du monde pour le test des antennes radiofréquences.

Fait remarquable, la politique internationale chinoise s'appuie d'ores et déjà sur son secteur spatial. Deux satellites d'observation de la Terre ont été construits en commun avec le Brésil. Le système chinois de positionnement et de navigation BEIDU, qui ne compte pour le moment que trois satellites, devrait en comprendre 12 à terme et être proposé à ses partenaires de l'APSO (Asia Pacific

¹ Josselin KALIFA, Conseiller économique, Ambassade de France en Chine, Beijing, 27 novembre 2006.

² Dr SUN Laiyan, Administrateur, China National Space Agency, Beijing, 27 novembre 2006.

³ Ses dimensions sont les suivantes : hauteur 22,4 mètres ; diamètre : 12 mètres.

Space Cooperation)¹. Répondant à une volonté de partenariat énergétique avec des producteurs de pétrole et de gaz naturel, la Chine va fournir, dans le cadre de contrats fermés, un satellite de télécommunications au Nigeria et un autre au Venezuela.

En 2006, la Chine propose d'ores et déjà sur les marchés internationaux des satellites de télécommunications de moyenne puissance à des coûts compétitifs, dans le cadre d'offres assorties de conditions de financement et d'assurance agressives. L'avance technologique des industriels européens ou américains sur le spatial chinois ne serait plus que de cinq ans, selon certains experts.

Les avancées de la Chine dans le spatial militaire sont encore plus spectaculaires. Après avoir réussi en 2006 à « éblouir », c'est-à-dire à neutraliser, pendant quelques minutes, un satellite d'observation militaire américain par un tir de laser depuis le sol, la Chine est parvenue à détruire en vol un de ses satellites météorologiques, avec l'un de ses missiles balistiques.

Ce coup de tonnerre place la Chine dans le club, auparavant limité aux États-Unis et à la Russie, des puissances spatiales susceptibles de neutraliser des infrastructures satellitaires.

▪ L'Inde, puissance spatiale rigoureuse et déterminée

L'intérêt de l'Inde pour les applications spatiales se matérialise en 1962 par la décision du pandit NEHRU d'initier un programme de recherche et développement spatial, sur la suggestion de Vikram SARABHAI, considéré depuis lors comme le père du programme spatial indien.

Le premier satellite indien est lancé en 1975 par une fusée soviétique. En 1981, son propre lanceur SLV-3 permet à l'Inde de mettre en orbite basse une nouvelle charge utile de conception et de fabrication nationales. Dès lors, l'Inde progresse régulièrement dans l'acquisition de moyens spatiaux modernes.

Du côté des lanceurs, l'Inde se concentre sur l'orbite basse et les orbites polaires, avec une montée en puissance progressive (ASLV en 1987, PSLV en 1997), puis accède aux orbites géostationnaires (GSLV en 2001 et GSLV-MkIII en 2007). La base de lancement de Sriharikota, près de Chennai (Madras) comprend désormais trois pas de tirs, dont le plus récent, destiné au futur lanceur GSLV-MkIII, égale en dimension et en technicité les installations de Kourou².

Du côté des satellites, l'Inde a développé deux grands systèmes : d'une part, INSAT (Indian National Satellite) pour les télécommunications, la télédiffusion, la météorologie, la gestion des crises, la télé éducation et la télémédecine, et, d'autre part, IRS (Indian Remote Sensing Satellite) pour l'observation et la télédétection. Au total, l'Inde a mis en service opérationnel, 9 satellites de télécommunications et 7 satellites d'observation.

¹ L'APSO regroupe 9 Etats membres : Chine, Bangladesh, Indonésie, Iran, Mongolie, Pérou, Thaïlande, Pakistan, Turquie.

² Visite du 13 décembre 2006.

On notera par ailleurs que l'Inde projette de construire son propre système de positionnement-navigation, avec une constellation de 7 satellites.

Les sciences spatiales de l'Univers ne sont pas absentes, mais en retrait par rapport aux services à la collectivité indienne, priorité numéro un de l'Inde.

La responsabilité du développement spatial indien appartient au ministre de l'Espace qui rapporte directement au Premier ministre¹. Une commission dite de l'espace rassemblant l'ensemble des ministres intéressés par les activités spatiales assure l'implication des différentes administrations. L'ISRO (Indian Space Research Organisation) est l'agence spatiale opérationnelle, qui, assistée de différents laboratoires spécialisés, prend en charge la conception, la fabrication et le déploiement de toutes les infrastructures spatiales indiennes. Le budget de l'ISRO s'est élevé à 820 M\$ pour 2006, en croissance de 17% par rapport à l'année précédente².

Le spatial militaire est, selon les autorités indiennes, totalement déconnecté du spatial civil. Chargé d'une mission globale d'étude et de mise en service des équipements militaires, le DRDO (Defence Research and Development Organisation) est également en charge des applications spatiales de défense, dont le budget annuel est évalué à 500 M\$³.

Il ne fait pas de doute que l'Inde, confrontée aux tensions régionales récurrentes avec le Pakistan et la Chine, accorde des moyens importants à l'observation et aux télécommunications spatiales, sans parler du développement des missiles balistiques.

Depuis l'origine, le développement industriel de l'Inde s'effectue selon un schéma dirigiste. Si le décollage du secteur aéronautique bénéficie à la fois des efforts publics et privés, le développement du secteur spatial repose tout entier sur l'investissement public. La coopération est marginale et sur un pied d'égalité, tant la volonté indienne d'autonomie est importante. Cherchant à rentabiliser ses investissements, l'ISRO a créé la structure de commercialisation d'applications spatiales ANTRIX qui conduit une coopération exemplaire avec EADS ASTRIUM pour des satellites de télécommunications de milieu de gamme (voir Deuxième Partie).

S'exerçant d'ores et déjà sur les services de lancement et les satellites de milieu de gamme, la compétitivité spatiale de l'Inde est fondée sur des coûts comparativement peu élevés, une grande réactivité aux besoins des marchés résultant de la centralisation du processus de décision, et une technicité d'un très bon niveau appelée à progresser rapidement, en raison de la part très importante (64%) des ressources budgétaires allouées aux technologies spatiales.

Le programme CHANDRAYAAN-1 de sonde automatique placée en orbite lunaire en 2008 donnera à l'Inde une visibilité internationale forte et

¹ Dr. Rajeev LOCHAN, Director, INSES & Assistant Scientific Secretary, ISRO, Bangalore, 14 décembre 2006.

² Au total, depuis les origines, les investissements spatiaux civils de l'Inde sont estimés à 7 Md\$. Source : K. KUSTURIRANGAN, Director, National Institute of Advanced Studies and Member of Parliament, Bangalore, 15 décembre 2006.

³ La marge d'erreur de cette évaluation est large compte tenu du manque d'information dans ce domaine.

l'impulsion nécessaire à la mise en place du programme ambitieux de vols habités en cours de discussion fin 2006¹.

Début 2007, l'Inde a gravi une première marche vers la maîtrise des technologies nécessaires, en récupérant une capsule mise en orbite par l'un de ses lanceurs.

La définition d'un programme de vols habités vers la Lune est par ailleurs en cours. Le soutien de la communauté scientifique indienne est d'ores et déjà acquis. Le Parlement indien devrait se saisir rapidement du projet et lui accorder les moyens d'avancer.

▪ ***Israël, une puissance spatiale méconnue mais dynamique***

Israël fait partie du club, restreint à l'origine mais de plus en plus large au fil du temps, des nations disposant de capacités spatiales autonomes de lancement et de développement de ses propres satellites.

Créée en 1983, l'agence spatiale israélienne ISA (Israel Space Agency), d'abord liée au ministère des sciences et technologies, est directement rattachée au cabinet du Premier ministre. Le spatial militaire israélien dépend, pour sa part, du ministère de la défense².

Dérivé de missiles militaires, le lanceur SHAVIT, dont la première version a été opérationnelle dès 1988, permet aujourd'hui, depuis le territoire israélien, la mise en orbite basse de charges utiles d'environ 300 kg, un développement étant prévu pour porter la masse satellisable à 1,55 t³.

Pour des raisons militaires évidentes, Israël est présent depuis 1988 dans le secteur de l'observation. Aujourd'hui, les plus récents de ses satellites de la série OFEQ présentent des performances parmi les meilleures du monde pour l'observation submétrique et donc la reconnaissance.

Dans le domaine des télécommunications, Israël est également à la pointe du progrès, en particulier pour les microsattelites TECHSAT qui, à moins de 100 kg et de 3,5 M\$ offrent des performances remarquables. Par ailleurs, dès 1996, Israël a mis en orbite, avec l'aide d'ARIANESPACE, son premier satellite géostationnaire AMOS (Afro Mediterranean Orbital System) de télécommunications.

En tant que fournisseur de technologies spatiales de grande qualité, Israël est engagé dans des coopérations avec l'ESA, l'Allemagne, les États-Unis, Taiwan, la Turquie et l'Ukraine.

¹ Dr LOCHAN, ISRO, Bangalore, 14 décembre 2006.

² Source : CNES, note aux rapporteurs, 26 décembre 2006.

³ Contrairement à la pratique habituelle, les lancements effectués depuis le territoire d'Israël sont effectués vers l'ouest pour éviter le survol des pays riverains, ce qui oblige à réduire la masse embarquée.

▪ **Le Brésil, un nouvel acteur potentiel**

L'engagement déterminé du Brésil dans le secteur spatial date de 1994, avec la création de l'agence spatiale nationale AEB (agence de l'espace brésilienne) qui s'appuie notamment sur l'Institut national de recherche spatiale.

La première phase du développement spatial du Brésil est marquée par le développement de microsattelites lancés en 1993 et 1998 et par la réalisation et le lancement, en coopération avec la Chine, des deux satellites d'observation CBERS. Les trois échecs successifs du lanceur national à poudre VLS-1 (Veiculo Lancador de Satelites) conduisirent à une remise à plat complète des projets brésiliens et à un renforcement de l'engagement des pouvoirs publics¹.

Un programme d'État d'activités spatiales (PNAE - Programa nacional de atividades espaciais) est mis en place pour la période 2005-2014. Les ressources budgétaires annuelles allouées sont de 100 M\$ pour 2006, l'objectif étant fixé d'atteindre 200 M\$ en fin de période².

Le programme spatial prévoit notamment l'amélioration des infrastructures spatiales et l'approfondissement de la R&D dans un ensemble de domaines stratégiques³. Côté lanceurs, le programme VLS a été repris avec le soutien de la Russie, tandis que la base d'Alcantara a été ouverte à la fusée ukrainienne Cyclone-4 pour un premier tir prévu en 2007.

Le Brésil bénéficie de coopérations avec différentes puissances spatiales, dont l'Ukraine et la Russie. La coopération avec la Chine se poursuit au travers des satellites CBERS 3 et 4. L'Allemagne, avec la DLR, apporte son aide pour l'observation radar, tandis que l'ESA a signé en 2002 un accord-cadre de coopération.

Le Brésil ne représente pas pour le moment un compétiteur aguerri sur le marché spatial mondial. Mais le Brésil pourrait le devenir vers 2035, si les pouvoirs publics poursuivent leurs efforts sur la période d'au moins trente années qui semble indispensable pour devenir une puissance spatiale autonome.

▪ **L'Ukraine, un acteur non négligeable**

Après l'effondrement de l'Union soviétique et son accès à l'indépendance en 1991, l'Ukraine a naturellement conservé et récupéré pour ses objectifs propres les centres de conception et de fabrication YUSNOYE et YUZMASH de missiles balistiques intercontinentaux, qui ont été reconvertis dans la production des lanceurs CYCLONE, ZENIT et bientôt MAYAK.

L'effort public pour le secteur spatial en Ukraine est, en 2006, évalué à 60 M\$. Pour le déroulement de ces programmes, l'Ukraine recourt à l'aide de la Russie mais recherche à acquérir son autonomie. Disposant depuis 1992 d'une

¹ Les deux premiers échecs se sont produits en vol en 1997 et 1999. Le troisième échec, intervenu en 2003 sur le pas de tir, fit 21 victimes.

² Note du CNES aux rapporteurs, 26 décembre 2006.

³ En particulier : propulsion liquide, contrôle d'altitude, senseurs, imageurs optiques à haute résolution, radars à ouverture synthétique, nanotechnologies.

agence spatiale nationale (NKAU National Space Agency of Ukraine), l'Ukraine s'est dotée d'un programme spatial national pour la période 2002-2006.

Compte tenu des applications militaires possibles de ses compétences spatiales, la coopération internationale s'est très tôt déployée autour de l'Ukraine, sous l'action des États-Unis, de l'Inde et de l'Australie notamment, l'ESA étant également un de ses partenaires.

L'Ukraine ne disposant pas de site de lancement, ses fusées sont tirées depuis Plessetsk en Russie, Baïkonour au Kazakhstan et la plate-forme de SEA LAUNCH. Les services de lancement proposés par SEA LAUNCH reposent sur un lanceur dont les deux premiers étages sont de fabrication ZENIT et un troisième étage russe produit par ENERGIA. Des pays comme le Brésil et la Malaisie, intéressés par ses compétences techniques, ont en projet des coopérations sur les lanceurs avec l'Ukraine.

L'Ukraine possède également des compétences dans le domaine des satellites d'observation, qui furent fournis en plusieurs exemplaires à la Russie et dont l'Égypte a commandé un exemplaire. Sont à l'étude des satellites de télécommunications et des systèmes de propulsion avancée pour sondes automatiques.

En tout état de cause, l'Ukraine pourrait voir son rôle fortement augmenter à l'avenir, dans le cadre de coopérations avec des États disposant de moyens financiers importants et désireux de se doter de capacités spatiales.

▪ ***La course de la Corée du Sud vers la maîtrise du spatial***

Pour des raisons militaires – des relations complexes avec son dangereux voisin du nord -, la Corée du Sud a récemment décidé d'accélérer le développement de son secteur spatial. À cette fin, le soutien public au secteur spatial est monté à 209 M€ en 2006. L'objectif de la Corée du Sud est de figurer en 2015 parmi les dix premières puissances spatiales mondiales.

Sur le plan des lanceurs, après avoir échoué à construire par ses propres moyens un lanceur à deux étages, la Corée du Sud s'est, fin 2006, procuré en Russie les technologies du premier étage du lanceur russe ANGARA, le second étage étant de fabrication locale. La coopération avec la Russie semble destinée à s'amplifier puisque la Russie a proposé à la Corée du Sud d'assurer l'embarquement d'un Coréen du Sud sur un de ses vaisseaux SOYUZ.

Sur le plan des satellites, la Corée du Sud maîtrise les technologies de satellites d'observation. Ainsi le satellite KOMPSAT-2 a été lancé avec succès en juillet 2006 par EUROCKOT depuis Plessetsk. Sur le plan des télécommunications, la Corée du Sud est encore en phase d'apprentissage, les microsatsellites de Surrey Technology Ltd constituant le socle de départ.

La Corée du Sud a fait la preuve qu'elle savait, grâce à une politique volontariste, brûler les étapes du développement dans de nombreux secteurs : constructions navales, automobile, électronique grand public.

Un secteur spatial est certes d'une difficulté particulière à construire, mais il ne fait guère de doute que la Corée du Sud sera un acteur de poids d'ici à 2020.

3.- Vers un basculement du leadership spatial ?

L'évolution des années récentes qui voit un nombre croissant d'acteurs investir le domaine spatial, n'est pas près de s'arrêter. Les mêmes forces, qui ont poussé les premières puissances spatiales à s'engager dans ce secteur, sont en effet à l'œuvre. Il n'est pas inutile de les rappeler.

Alors que les technologies des lanceurs mises au point par l'Allemagne nazie, étaient reprises et développées par les États-Unis et l'Union soviétique à des fins stratégiques, les recherches spatiales sont rapidement apparues à leur tour d'une importance telle que fut créé en 1958 le Comité mondial pour les recherches spatiales (COSPAR).

La France a, pour sa part, poursuivi, dès 1961 avec la création du CNES (Centre national d'études spatiales), un double objectif stratégique et scientifique¹. Faisant de la France la troisième puissance spatiale mondiale, le lanceur français, Diamant A, tiré avec succès en novembre 1965 est issu d'un programme militaire et connaîtra dès 1970 une version civile, dont ARIANE-5 est le lointain héritier. Simultanément, sont développées les applications scientifiques et les services spatiaux qui, en particulier, aboutiront au lancement en 1984 du premier satellite de télécommunications français, TELECOM-1A.

Les impératifs de *souveraineté* et de prestige international jouent toujours un rôle moteur dans le développement du spatial pour un État donné. L'expérience accumulée montre que ces deux notions ont, au-delà des facteurs politiques, une dimension *technologique* et *économique* de plus en plus importante, rendant encore plus incontournable le spatial dans le développement économique.

Si le nombre d'acteurs dans le secteur spatial continue d'augmenter et leurs compétences propres de s'approfondir, quel peut être le paysage mondial dans les prochaines décennies ?

Les États-Unis sont-ils en mesure de conserver leur leadership spatial dans les deux prochaines décennies ? Compte tenu des coûts de l'aventure lunaire et des difficultés budgétaires américaines, leur alliance avec un partenaire disposant de la puissance financière adéquate sera-t-elle indispensable ?

La Russie aura-t-elle les moyens de retrouver seule le fil de son histoire spatiale brillante et, dans le cas contraire, avec qui voudra-t-elle s'allier ?

La Chine deviendra-t-elle l'atelier spatial du monde ou poursuivra-t-elle sa croissance spatiale en privilégiant son marché intérieur ?

¹ La création de l'ESA en 1973 a permis de regrouper les forces européennes tant pour la construction de lanceurs que pour la recherche spatiale.

L'Inde, de son côté, continuera-t-elle son développement autocentré ou, au contraire, pour accélérer sa montée en puissance, recherchera-t-elle un partenariat asiatique ou au contraire avec les puissances occidentales ?

Verra-t-on la coopération internationale s'intensifier dans un nombre croissant de segments spatiaux ou, au contraire, chacun des grands acteurs, anciens ou nouveaux, s'attachera-t-il à conserver son autonomie dans tous les domaines ?

Si le temps technologique et industriel s'accélère, rendant la prévision toujours plus difficile, il n'en demeure pas moins qu'il sera toujours préférable de négocier en position de force, sur la base de compétences et de réalisations nationales ou européennes solides.

Pour l'ensemble de ces raisons, la France et l'Europe ne peuvent continuer au pas actuel, d'autant plus qu'un véritable « boom » des applications spatiales se produit, assorti d'un foisonnement de projets de vols habités centrés sur la Lune qui auront notamment pour conséquence de tirer vers le haut les technologies spatiales.

II.- LE BOOM DU SPATIAL INVISIBLE ET DES VOLS HABITES

Vue de l'espace, l'image de la Terre est celle d'une planète bleue, irisée de blanc, unique dans l'univers connu aujourd'hui. Au-delà de l'atmosphère qui entoure la planète comme une peau, les multiples satellites lancés par l'homme, opérationnels ou déclassés, mais invisibles aux Terriens, forment une résille nouvelle et animée.

On estime à 5 500 le nombre d'objets de toute nature et d'une taille significative en orbite autour de la Terre¹, dont 2 500 satellites.

Sur une période de dix années, allant de 1997 à 2006, ce ne sont pas moins de 1 001 satellites qui ont été mis en orbite de par le monde, satellites militaires inclus.²

Prolongement dans l'espace des outils développés par l'homme pour améliorer sa condition, cette résille de satellites offre non seulement de nouveaux services mais aussi de nouveaux instruments pour observer et protéger la planète elle-même.

Une journée sans spatial verrait l'arrêt d'une grande part des télécommunications internationales, la suppression des retransmissions télévisées en mondiovision et le « black-out » audiovisuel sur de nombreuses régions du monde, le bégaiement des systèmes de défense et de sécurité, la régression des prévisions météorologiques aux temps anciens, la disparition des signaux GPS et des services associés, le retour à une observation parcellaire de la Terre, l'arrêt de la télé éducation et de la télé médecine en Inde et en Chine, le tarissement brutal d'une part essentielle des données scientifiques sur notre système solaire, sur notre galaxie et au-delà.

Si l'accès à l'espace fait l'objet d'une compétition mondiale, c'est bien parce que les technologies spatiales offrent, au-delà d'une prime de souveraineté et de prestige international, une palette de services directs et indirects dont l'importance va croître dans les prochaines décennies.

L'espace, c'est aussi l'exploration humaine au travers de vols habités. C'est la station spatiale internationale (ISS – International Space Station) qui forme aujourd'hui le socle des vols habités dans le monde. Décrite et mal connue dans de nombreux pays, l'ISS devrait être toutefois complétée et pérennisée dans les prochaines années.

Au-delà de l'ISS, de nombreux projets ont été récemment annoncés de vols habités dédiés à l'exploration, renouant ainsi avec le programme APOLLO d'exploration lunaire.

¹ Source : CNSA, Pékin, 27 novembre 2006.

² La répartition par types d'applications est la suivante : radiocommunications y compris navigation : 470 ; observation de la Terre : 87 ; science : 226 ; militaire incluant GPS : 218. Source : EUROCONSULT, cité par le CNES, note aux rapporteurs en date du 21 décembre 2006.

Tout autant qu'à propos de l'ISS, les débats ont longtemps fait rage sur l'intérêt des vols habités pour l'exploration spatiale, par opposition aux sondes automatiques et aux robots pouvant s'y substituer, dans une certaine mesure, pour des coûts largement inférieurs.

Aujourd'hui, la question est tranchée : les vols habités, en association avec les vols automatiques, font partie des meilleurs programmes d'exploration.

1. Le foisonnement actuel et futur des services spatiaux

N'accordant du prix qu'au service final dont il bénéficie, le grand public ignore souvent que le spatial est un maillon essentiel de nombreux services, qui touchent à la vie quotidienne, et, à plus grande échelle, aux grandes fonctions économiques et aux services publics. La place, qu'il a prise en cinquante années en tant qu'infrastructure de base, est, de toute évidence, faible par rapport à ce qu'il va devenir dans les prochaines décennies.

Le spatial est, en tout état de cause, un fournisseur incomparable de données scientifiques sur l'Univers et sur la Terre elle-même, ainsi qu'une infrastructure fondamentale de multiples services dont l'importance est déjà incontournable et va encore croître à l'avenir.

▪ *Un instrument essentiel pour les sciences de l'univers*

La possibilité d'échapper à l'atmosphère terrestre, qui perturbe les observations et d'envoyer des sondes automatiques dans le système solaire et peut-être un jour au-delà de celui-ci, représente un rêve de scientifique qui est devenu réalité en cinquante ans d'exploration spatiale.

S'agissant des *sciences de l'univers*, il serait faux de dire que le progrès des connaissances sur les origines et l'évolution de l'univers est impossible depuis la Terre, les grands observatoires jouant un rôle considérable dans le recueil d'observations de plus en plus fines de l'espace.

Mais les acquis des télescopes spatiaux et des sondes sont d'ores et déjà considérables, leur apport devant rapidement augmenter dans les prochaines années.

Ainsi, le télescope spatial HUBBLE a apporté des contributions décisives à la découverte de phénomènes comme l'expansion de l'univers et son accélération, la formation des galaxies, les sources de sursauts gamma, les trous noirs ou les planètes extra-solaires¹. Le satellite COBE a permis de mettre en évidence le rayonnement fossile et l'hétérogénéité de la densité d'énergie aux premiers âges de l'univers, qui entraîna la formation des galaxies. Le satellite COROT, lancé en décembre 2006, va sans aucun doute dépasser, en découvertes, le nombre de deux cents exoplanètes déjà répertoriées. Le télescope spatial de

¹ Roger-Maurice BONNET, Directeur exécutif, International Space Science Institute, audition du 21 décembre 2006.

nouvelle génération NGST permettra encore de gagner deux ordres de grandeur en termes de puissance rapportée à l'œil humain, par rapport à HUBBLE.

L'observation de l'univers lointain permet de remonter les 14 milliards d'années qui nous séparent du Big Bang ($t=0$), son origine selon la théorie actuellement la plus robuste. Mais pour le moment, les observations ne peuvent se faire avant la barrière des 300 000 ans ($t=300000$ ans). Le spatial apportera sans aucun doute une contribution majeure à la connaissance des étapes antérieures, pour le moment opaques pour l'observateur. Une fois mis au point les moyens de détection des neutrinos et des gravitons, on peut imaginer que l'observation spatiale jouera un rôle important.

En tout état de cause, concernant l'exploration de l'univers, le meilleur et le plus important pour la compréhension de l'univers est sans nul doute à venir.

La matière lumineuse, c'est-à-dire les étoiles, ne représente que 0,5% de la densité critique, et la matière ordinaire sombre, c'est-à-dire les protons, les neutrons et les électrons, environ 5%¹. La matière sombre exotique compte pour 25% et nous n'en connaissons pas la nature. Quant à l'énergie sombre, responsable de l'accélération de l'expansion de l'univers, elle représente 70% du cosmos mais sa nature est inconnue. Si une cartographie d'une petite portion de la matière sombre a récemment pu être réalisée, c'est encore grâce aux observations d'HUBBLE. Les prochains télescopes spatiaux permettront sans aucun doute des percées dans l'identification de la majeure partie de l'univers.

La compréhension approfondie des forces de la physique est un autre domaine auquel le spatial apportera sans doute une contribution essentielle. Ainsi, le mécanisme de la force faible, qui, notamment, assure la conversion des neutrinos en électrons et réciproquement reste à expliciter. Quant à la force gravitationnelle, son messenger, le graviton, qui opère pourtant sur des distances de millions de kilomètres comme en témoigne l'attraction du Soleil sur Pluton, n'a pas encore été mis en évidence.

Quant à la connaissance du *systeme solaire*, elle s'est accélérée d'une manière extraordinaire avec des programmes ambitieux de sondes automatiques².

L'Europe, qui était très peu présente jusqu'à la fin des années 1990, est aujourd'hui le deuxième acteur mondial, derrière les États-Unis, avec de remarquables succès comme la sonde HUYGENS de descente dans l'atmosphère de Titan³, et comme les sondes mises en orbite en 2004 et 2005 autour de Mars (MARS EXPRESS), de la Lune (SMART-1) et de Vénus (VENUS EXPRESS).

Cette dynamique va se poursuivre entre 2010 et 2020 avec la phase opérationnelle de la mission cométaire ROSETTA et la mission BEPICOLOMBO vers Mercure, en collaboration avec le Japon. Les équipes françaises ont joué un rôle important dans cette aventure, assurant la responsabilité de 30% des

¹ Hubert REEVES, *Dernières nouvelles du cosmos*, octobre 2002, éditions du Seuil.

² Yves LANGEVIN, directeur de recherche, Institut d'Astrophysique Spatiale d'Orsay, audition du 24 janvier 2007.

³ Titan est le plus gros satellite de Saturne.

instruments embarqués sur les missions européennes, et le CNES assurant la co-responsabilité du module d'atterrissage de la mission ROSETTA.

Les missions spatiales planétaires continueront à l'avenir de jouer un rôle décisif pour la compréhension de la formation du système solaire, pour obtenir des informations sur l'apparition de la vie, et pour explorer des environnements où elle aurait pu se développer indépendamment de la vie sur Terre.

L'enjeu scientifique majeur que constitue aujourd'hui l'exobiologie a conduit la communauté scientifique française à accorder une priorité à l'exploration de Mars¹.

Par ailleurs, les missions spatiales permettent d'observer en continu le Soleil, et ce dans toutes les longueurs d'onde, alors que beaucoup d'entre elles sont bloquées par l'atmosphère terrestre.

La mission SOHO, d'initiative européenne en collaboration avec la NASA, a précisément cet objectif prioritaire. L'approfondissement des connaissances sur le Soleil est un enjeu essentiel pour comprendre les cycles climatiques sur le long terme, et, ainsi, affiner les modèles d'évolution à court terme. De même, seules les missions spatiales permettent de caractériser les flux de particules et de rayonnements solaires, et leur interaction complexe avec le champ magnétique de notre planète. Cette « météo de l'espace » a fait de grands progrès depuis 2001, avec la mission multi-satellites CLUSTER, également d'initiative européenne.

En définitive, la science spatiale apparaît en plein devenir. Les prochaines décennies la verront se déployer selon les quatre axes déjà défrichés : détermination des lois de la physique ; origine et évolution de l'Univers ; formation des planètes et apparition de la vie ; interactions entre le Soleil et la Terre.

▪ **Une infrastructure prometteuse pour les télécommunications et la télédiffusion**

Concurrencé dans certains domaines par les réseaux terrestres, le satellite possède des atouts considérables pour les télécommunications et la télédiffusion de l'avenir.

La couverture des pays étendus lui appartient, ainsi que celle des territoires au relief accidenté et des zones délaissées par les grands réseaux. Si un certain scepticisme existe dans les pays développés sur l'intérêt du satellite pour réduire la fracture numérique, des continents entiers n'accéderont à l'Internet haut débit que par le satellite, éventuellement relayé par des réseaux locaux².

¹ Certains satellites des planètes géantes (Europe, satellite de Jupiter ; Titan et Encelade, satellites de Saturne) pourraient également présenter un intérêt de ce point de vue.

² Le satellite HYLAS construit par le partenariat euro-indien EADS ASTRIUM-ANTRIX a précisément pour objet la couverture bidirectionnelle de zones isolées en Espagne, au Royaume Uni et dans les Pays de l'Est afin de leur fournir un accès Internet à haut débit.

La télévision numérique haute définition constitue aussi un marché – en croissance aujourd’hui démontrée – pour le satellite, car c’est le meilleur moyen pour la porter.

Si des doutes existent, ça et là, quant à l’intérêt de la télédiffusion pour mobiles, celle-ci paraîtra dans une décennie aussi évidente et indispensable pour les prochaines générations que l’est aujourd’hui le téléphone mobile.

La radio numérique est également un secteur appelé à une croissance forte dans les années à venir. Déjà diffusée par Internet et par les réseaux terrestres, la radio numérique, grâce à la puissance des satellites, permet la continuité de la réception sur des zones étendues, grâce à la large couverture géographique du satellite, ainsi que la multiplication des programmes, pour des coûts unitaires dérisoires. Les radios d’entreprises et les radios pour des cercles restreints, par exemple les fans d’une culture ou d’un loisir spécifique, se multiplient aux États-Unis, laissant augurer un phénomène identique pour les programmes de télévision spécialisée¹.

▪ **Un fabuleux outil de gestion de la Terre**

C’est grâce au spatial que la prévision météorologique a amélioré ses performances avec des probabilités de près de 95% pour les prévisions à trois jours, de 85% à cinq jours, de 70% à sept jours et de 40% à 10 jours².

Le spatial permet des mesures précises des dimensions des volcans, de la montée des eaux ainsi que de leur température, de la pollution anthropogénique, par exemple le dioxyde d’azote.

Le potentiel de l’outil spatial est, en réalité, considérable, car il est synergétique, grâce à la fusion des capteurs et des informations³.

Par exemple, pour la gestion de crise, le spatial apportera un service unique issu de la combinaison de la météorologie, de l’imagerie, des télécommunications, du positionnement et de la navigation.

De même, le spatial contribuera de façon décisive à la révolution de l’agriculture de précision. Le satellite multispectral identifiera les parcelles et les résultats des cultures. Avec la combinaison des données climatiques, de la météorologie prévisionnelle et des données agronomiques, il sera possible d’atteindre un rendement maximal avec des économies d’eau et d’engrais. Bien entendu, l’agriculteur qui se connectera à Internet pour connaître ses quantités optimales d’engrais par hectare, pourra ignorer la contribution du spatial mais celle-ci sera déterminante.

Parmi l’infinité de services que la fusion des potentiels créera, on peut également citer les services institutionnels, comme la maîtrise urbaine pour la

¹ Stéphane VESVAL, EADS ASTRIUM, Bangalore, 15 décembre 2006.

² Roger-Maurice BONNET, Directeur exécutif, International Space Science Institute, audition du 21 décembre 2006.

³ Yannick d’ESCATHA, Président, CNES, audition du 16 novembre 2006.

construction, la gestion des crues, pour laquelle l'observation spatiale se révèle très supérieure à l'observation aérienne, ou la sécurité civile.

La télé-éducation et la télé-médecine par satellite sont par ailleurs des applications phares pour les nouvelles grandes puissances spatiales que sont la Chine et l'Inde. Ces services publics sont ainsi apportés aux régions les plus reculées, pour un coût d'investissement en infrastructures minimal.

Enfin, en combinant les relevés sur le terrain et les prévisions météorologiques, un suivi épidémiologique peut être réalisé et des mesures de prévention mises en place avec une efficacité maximale.

▪ **Les progrès technologiques induits par les activités spatiales**

Au motif que les applications spatiales sont toujours onéreuses, il est de bon ton, dans certains cercles, de méconnaître leur rôle de moteur technologique.

Pourtant, c'est bien dans le but de mettre en place de nouvelles applications spatiales que nombre de technologies ont été développées avant d'être utilisées dans d'autres secteurs. D'ailleurs, certains pays, comme le Japon, ne s'y trompent pas, en définissant des objectifs de développement technologique majeurs autour d'une vision spatiale à long terme, comme la Vision 2025 de l'agence spatiale japonaise JAXA.

Les applications spatiales ont nécessité des progrès considérables dans la miniaturisation et le durcissement des composants électroniques, les radiocommunications, les capteurs électromagnétiques, les senseurs d'observation, le traitement du signal, l'ingénierie, les logiciels et les systèmes de propulsion.

Les satellites sont de grands consommateurs d'énergie. Les piles à combustible ont été perfectionnées pour le spatial. Les cellules et les panneaux solaires et les batteries associées fournissent l'essentiel de l'énergie consommée en vol. Les applications spatiales ont puissamment contribué au progrès technologique dans ces domaines.

Les matériaux composites trouvent dans le spatial des débouchés particuliers, compte tenu des gains de poids et de performances mécaniques qu'ils permettent. Les technologies de manipulation à distance et les automatismes sont également mis à contribution en permanence dans l'espace.

Compte tenu du coût et de la complexité des lancements et des satellites eux-mêmes, sans parler des contraintes spécifiques des vols habités, le spatial a permis de progresser dans les méthodes de fiabilisation et de management de la production industrielle et des services.

Il n'est pas étonnant que la vision spatiale de l'administration Bush se justifie de la manière suivante : **« le but fondamental de la vision spatiale américaine est de promouvoir les intérêts scientifiques, sécuritaires et**

économiques de la Nation, grâce à un robuste programme d'exploration de l'espace »¹.

2. La station spatiale internationale, un succès malgré les critiques

Disposer d'une station spatiale permanente en orbite autour de la Terre est un rêve formulé par des auteurs de science-fiction depuis près de deux siècles.

C'est l'Union soviétique qui, la première a concrétisé ce rêve avec SALYUT-1 mise en orbite dès 1971. Les États-Unis ont ensuite placé SKYLAB en 1973. L'URSS a ensuite procédé à l'assemblage de la fameuse station MIR à partir de 1986.

Après ces efforts réalisés dans une situation de compétition entre deux blocs, un projet de station internationale (ISS - International Space Station) a vu le jour, quelques années après la fin de la guerre froide, et ses deux premiers éléments ont été assemblés en 1998, les premiers équipages internationaux ayant pris pied dans l'ISS en 2000.

Projet phare de coopération spatiale internationale, l'ISS a rempli son objectif premier de permettre à des communautés spatiales différentes d'apprendre à travailler ensemble et de faire converger des approches technologiques différentes.

A posteriori, il apparaît que l'ISS n'était sans doute pas le meilleur moyen de progresser dans les technologies des vols habités. Par ailleurs, l'ISS n'a pas répondu aux espoirs placés en elle en tant qu'équipement de production en apesanteur de médicaments ou de matériaux complexes à finalité commerciale. La responsabilité en incombe non pas à des échecs dans la construction de la station et de ses équipements, mais plutôt dans l'échec, peut-être provisoire, d'une voie de recherche.

En tout état de cause, ayant le mérite de fédérer les efforts de plusieurs puissances spatiales, l'ISS doit être achevée et son exploitation conduite à son terme.

L'ISS est en effet un équipement d'étude essentiel pour l'exploration spatiale et un modèle de coopération internationale, qui devrait jouer son rôle jusque vers 2020, même si le nombre et la nature des partenaires changent d'ici là.

▪ Une finalité commerciale démentie

Vendue à l'opinion publique comme une installation de production commerciale, la station devait, entre autres, permettre de tirer parti de l'absence de gravité pour fabriquer rentablement de nouveaux médicaments ou de nouveaux matériaux.

¹ *A Renewed Spirit of Discovery, The President's Vision for U.S. Space Exploration, President George W. BUSH, January 2004.*

Il n'en a rien été. C'était prévisible pour les matériaux. Ce l'était moins pour les molécules à usage thérapeutique et ce fut une véritable déception. Mais les paris technologiques ne sauraient toujours être gagnés.

Le retour commercial de l'ISS est certes très faible, en dehors des séjours payants en orbite. Mais, offrant de nombreuses possibilités pour des expériences scientifiques, la station est un formidable *laboratoire écologique* en apesanteur.

Écologique, car tournant inlassablement autour de la Terre sans dépense d'énergie, à raison de 16 révolutions par jour, la station produit son électricité à partir de ses gigantesques panneaux solaires, relayés par des batteries lors de son passage, seize fois par jour, dans l'obscurité.

Formidable *laboratoire*, car, d'une taille impressionnante, avec une longueur aujourd'hui d'environ 40 mètres, amenée à croître à environ 100 mètres, l'ISS offre dans ses différents modules, dont la hauteur sous barreau est de l'ordre d'un mètre quatre-vingts, une qualité de vie acceptable sur une longue période et des conditions satisfaisantes pour des expérimentations scientifiques multiples.

Déjà nombreuses dans les modules russes et américains, les expériences scientifiques vont croître en nombre, avec l'arrivée du laboratoire spatial européen COLUMBUS et du laboratoire japonais. Côté européen, les expériences seront sélectionnées au fur et à mesure, et les financements débloqués en conséquence. M. Léopold EYHARTS devrait participer à l'automne 2007 à la mission d'installation du laboratoire COLUMBUS sur la station internationale. Cette mission inaugurera une séquence particulièrement chargée. La 2^{ème} partie du bras canadien et le premier module de la partie japonaise feront l'objet de la mission suivante. Puis, une troisième mission sera consacrée à la fin de la construction du module japonais.

▪ **L'ISS, laboratoire de la vie dans l'espace**

L'ISS est, en tout état de cause, un terrain de choix pour conduire les études nécessaires à l'exploration. D'où le nombre important d'expériences relatives aux sciences de la vie qui y sont prévues.

Concernant les effets de la microgravité sur la physiologie humaine, certains effets potentiels obligent à étudier et à mettre en place des contre-mesures. On a pu ainsi montrer que le système cardiovasculaire s'adapte vite et bien à la microgravité. Mais, sur longue période, le volume du fluide sanguin et du muscle cardiaque diminue légèrement, ce qui génère une hypotension au retour sur Terre et un délai de réadaptation de 3 jours pour les vols courts et d'un mois pour les vols longs¹. D'où le port de vêtements de contention après le vol. Par ailleurs, la microgravité déclenche des phénomènes d'ostéoporose qui devront être étudiés d'une manière approfondie.

¹ Visite des Biomedical Laboratories, Johnson Space Center, Houston, 3 novembre 2006.

Le deuxième domaine auquel l'ISS apportera une contribution essentielle, sera l'étude de la protection contre les rayonnements de l'espace qui devront être stoppés avec des dispositifs spécifiques¹.

Le troisième domaine d'étude est celui des effets psychologiques de l'isolement, du confinement et de la promiscuité, dont les résultats seront essentiels pour les vols habités lointains, en particulier vers Mars.

▪ **Un investissement déjà réalisé**

Certains scientifiques français présentent le coût de la station spatiale internationale comme tellement rédhitoire que notre participation financière aurait absorbé toutes les ressources disponibles en France pour les grands équipements scientifiques.

Mais l'Europe n'aura financé l'ISS qu'à moins de 10% du total. La part de la France, inférieure au quart de la part européenne, représente donc environ 2,5%. La dépense est déjà faite à 90%. Cet investissement donne à la France la possibilité d'accéder à tous les moyens offerts par la station.

Le Japon a, lui, contribué à hauteur de 12,8%.

Accuser les États-Unis d'avoir reporté la charge financière de l'ISS sur ses partenaires, n'a donc guère de sens, puisqu'ils assurent 80% de son coût.

Au contraire, il est légitime de constater que l'Europe a bien négocié pour disposer, au moindre coût, d'un accès à ce laboratoire scientifique et à ce banc d'essai d'une nature unique pour la vie dans l'espace.

Les conditions de financement de l'ISS changeront toutefois après son achèvement. Il est prévu que la contribution de l'Europe soit, en grande partie, fournie en nature avec le transport de fret réalisé par l'ATV (Automated Transfer Vehicle), d'où l'importance pour l'ESA d'en réussir le lancement en 2007.

▪ **Une formidable coopérative internationale de construction et d'exploitation**

Un pari d'une importance politique capitale a été gagné par l'ISS : la capacité à mener à bien un projet commun à partir de cultures techniques et managériales différentes. Rendre compatibles les disparités technologiques des différentes parties prenantes n'était pas en effet un pari gagné d'avance.

Formidable coopérative internationale, l'ISS est, à ce jour, le plus important projet technico-scientifique international jamais mené à bien.

Le premier module, ZARYA (aube) a été lancé par l'Union soviétique. Le deuxième module, intitulé UNITY, construit par les États-Unis, s'est raccordé au premier, symbole politique malheureusement oublié. L'ensemble n'était toutefois toujours pas habitable. Représentant une évolution de MIR, le module de services russe ZVEZDA s'est ensuite arrimé, permettant la vie à bord de la station.

¹ Vincent SABATHIER, CSIS, Washington, 9 novembre 2006.

Aujourd'hui encore, c'est le module où se prennent les repas de l'équipage, où se trouvent les seules toilettes du bord et les seuls moteurs de la station. Sans ce module, aucune vie ne serait possible dans l'ISS. Mais la Russie pourrait détacher ce module autonome de l'ISS, continuer seule sa mission bien qu'avec une ressource électrique limitée et une consommation accrue de carburants pour maintenir son orientation, tandis que les autres parties seraient inutilisables.

La Russie expédie ses modules avec sa fusée PROTON et ses cosmonautes avec SOYUZ. Les États-Unis utilisent leur navette spatiale pour apporter la contribution des pays industrialisés, en particulier le laboratoire scientifique européen COLUMBUS bientôt en 2007, et les modules japonais ensuite.

Arrimé pendant 6 mois à la station spatiale, un vaisseau SOYUZ assure la sécurité des astronautes comme module d'évacuation, toujours prêt à ramener trois astronautes sur Terre. La station comprend d'ailleurs trois ports d'arrimage pour SOYUZ.

Le bras robotique canadien extrait les charges de la soute de la navette et procède à l'assemblage. Bientôt, avec sa deuxième partie, ce bras permettra des opérations fines, réduisant ainsi le nombre de sorties extra-véhiculaires. Parmi les briques de cet énorme « Lego » de l'espace, on trouve aussi le MPLM, énorme bidon ou valise spatiale italienne, qui achemine des marchandises via la navette, reste accroché le temps d'être déchargé, puis repart avec le même véhicule.

L'ATV (Automated Transfer Vehicle), réalisé par dix pays européens sous maîtrise d'œuvre française, rejoindra bientôt la station selon une procédure très innovante de rendez-vous automatique non piloté.

Pour remonter la station sur son orbite ou éviter des débris spatiaux qui pourraient l'endommager, trois nations apportent une solution.

La Russie offre, d'une part, les possibilités du vaisseau cargo PROGRESS, qui une fois arrimé, sert de remorqueur, et, d'autre part, les moteurs du module de service ZVEZDA.

L'ATV européen fournira ce même service dès 2007.

Les États-Unis fournissent les ressources de propulsion de la navette lorsqu'elle est connectée.

De même, pour maximiser sa production d'électricité, l'ISS doit être positionnée au mieux par rapport au soleil. Alors les gyrodynes de la partie américaine ou les moteurs russes du module de service la remettent d'aplomb¹.

C'est depuis le sol que sont assurées la plupart des commandes de l'ISS¹. Trois satellites américains et un ensemble de stations au sol russes assurent le relais des télécommunications vers la station.

¹ Lorsque les gyrodynes sont saturés, il faut recourir aux moteurs pour effectuer le rétablissement et pour désaturer ces équipements.

Coopérative spatiale internationale, l'ISS est aussi un lieu de coopération pour les astronautes de tous pays. Cela ne concerne-t-il que quelques dizaines d'astronautes triés sur le volet ?

En réalité des centaines de personnes les ont entraînés, dans chaque pays fournisseur des modules majeurs de la station, et à Houston pour l'intégration des différentes parties et la gestion des situations d'urgence. Des milliers d'ingénieurs et de techniciens internationaux se sont aussi concertés étroitement pour concevoir les différents modules et les intégrer les uns aux autres.

Est-ce, même après la fin de la guerre froide, un acquis qui peut être tenu pour accessoire ?

▪ **Maintenir l'ISS en vie le plus longtemps possible**

La fin d'activité de l'ISS est théoriquement prévue pour 2016. Peut-on imaginer laisser tomber en déshérence un investissement de 100 milliards \$, les équipements correspondants et les possibilités qu'il offre ?

L'ISS finira d'être assemblée fin 2010, si tous les vols de la navette spatiale américaine se déroulent normalement. La décision a été prise par la NASA, de retirer la navette du service dont le coût d'exploitation n'est pas compatible avec ses contraintes budgétaires actuelles.

Lorsqu'il a pris les commandes de la NASA, l'administrateur Michaël GRIFFIN était très critique vis-à-vis de l'ISS. L'attachement des autres pays à sa construction et à son exploitation complètes, l'a convaincu de ne pas remettre en cause les engagements américains. Pour la NASA, l'ISS est une priorité². Non seulement, tout sera mis en œuvre, selon des informations recoupées et concordantes, pour achever la station mais, selon toute vraisemblance, son utilisation par la NASA sera prolongée.

Après l'arrêt de la navette en 2010, les États-Unis estiment qu'ils ne seront pas privés de moyen d'accès à l'ISS, à moins que le programme COTS (Commercial Orbital Transport Services) de développement de lanceurs par de nouveaux industriels du secteur commercial ne débouche pas sur des résultats rapides³.

Au cas où COTS ne se traduirait pas par une offre nouvelle à partir de 2010, des créneaux ont, de toute façon, été achetés à la Russie sur des vols SOYUZ, pour assurer l'envoi et la présence d'astronautes américains sur la période 2010-2014.

À partir de 2014, ARES-1 et la capsule ORION rétabliront le lien direct. La NASA estime que l'ISS est une « *bonne base* » pour la coopération

¹ L'expérience de l'ISS permet de conclure que les vaisseaux du futur devront avoir plus d'autonomie, car le temps de transmission des signaux, déjà non négligeables pour l'ISS, empêchera, lors de missions lointaines, un pilotage en temps réel indispensable en cas d'avarie.

² M. Robert CABANA, Deputy Director, Johnson Space Center, NASA, Houston, 3 novembre 2006.

³ Voir Troisième partie I. L'autonomie d'accès à l'espace.

internationale qui se développera dans le cadre des missions d'exploration futures¹.

Si la question de l'acheminement d'équipages semble ainsi résolue, il n'est pas de même des équipements de grande taille et non pressurisés qui sont actuellement véhiculés dans la soute de la navette, en particulier et surtout pour leur retour sur Terre².

La Russie a, pour sa part, maintenu à travers les difficultés de la perestroïka et de l'effondrement du régime soviétique, une présence humaine dans l'espace. Il ne fait pas de doute qu'elle contribuera à la pérennité de l'ISS. La question est de savoir à quel coût.

3. Les vols habités, une aventure humaine en plein renouveau

▪ *Le silence assourdissant de l'Europe sur l'exploration lunaire*

Les priorités de l'ESA en matière d'exploration planétaire sont, en 2006, l'étude de Mars et le recours aux sondes automatiques et aux robots. Un retard de quatre ans est toutefois déjà concédé par la mission robotique ExoMars qui, programmée initialement pour 2009, est reportée à 2013.

Bien que l'Europe, par le truchement de la sonde automatique SMART-1, ait, en septembre 2006, remporté un succès majeur dans l'exploration lunaire, le programme d'exploration du système solaire de l'ESA est muet ou quasiment quant à d'éventuels vols habités sur la Lune.

Ce silence étonne à plus d'un titre.

L'ESA n'a pas en effet accumulé un stock de connaissances importantes, relatives à notre satellite.

Par ailleurs, les grandes puissances spatiales programment toutes depuis 2004 des missions lunaires considérées notamment comme des étapes de validation technologique essentielles.

De fait, les missions lunaires sont considérablement plus aisées à réaliser que les missions martiennes. Les progrès obtenus enclencheront une dynamique d'exploration à laquelle il sera ultérieurement très difficile de recoller.

▪ *Le programme lunaire et martien des États-Unis*

En vigueur de 1963 à 1972, le programme APOLLO de la NASA s'est traduit par l'alunissage et le retour sur Terre de 6 missions. L'opinion américaine d'aujourd'hui, en grande partie, ne comprend pas pourquoi ce programme a été

¹ M. Robert CABANA, *op. cit.*

² Par exemple les racks d'expériences scientifiques, de par leurs dimensions, ne peuvent passer dans les sas intérieurs des modules russes. D'autres solutions devront donc être trouvées, comme par exemple l'arrimage d'objets lourds et encombrants sur l'ATV.

interrompu et approuvé à plus de 60% le programme annoncé par le président BUSH, le 14 janvier 2004.

Le programme lunaire CONSTELLATION repose sur la conception et la construction d'un ensemble entièrement renouvelé de lanceurs, de capsule et de module lunaire, sur la base de technologies éprouvées. Pour des raisons de prudence technique et de maîtrise budgétaire, les plans actuels de la NASA se limitent au retour sur la Lune. Ni une présence à long terme sur la Lune ni le vol vers Mars ne sont inclus dans les budgets actuellement annoncés.

La NASA reprend le concept de capsule polyvalente, de type APOLLO, qui servira aussi bien aux vols en orbite, aux transferts vers l'ISS qu'aux vols lunaires.

La capsule ORION, d'un volume deux fois et demi supérieur à celui de la capsule APOLLO, pourra véhiculer de 4 à 6 astronautes. En 2012 devrait intervenir son premier vol à vide et son premier vol avec équipage en 2014. La première mission lunaire habitée est programmée pour 2020.

La capsule ORION sera mise en orbite par le lanceur ARES-1 à deux étages, conçu pour satelliser en orbite basse des masses de 20 à 25 tonnes.

Le programme CONSTELLATION comprend également la construction du nouveau lanceur lourd ARES-5, destiné à mettre en orbite basse des charges utiles de 130 tonnes. Ce lanceur comprend deux parties principales, dont la deuxième, intitulée « *Earth Departure Stage* », transportera le module lunaire auquel la capsule ORION se raccordera par rendez-vous orbital.

Les spéculations sur la pérennité de ce programme après une éventuelle alternance politique en 2008, sont vaines, celui-ci étant accepté dans sa finalité aussi bien par le parti démocrate que par le parti républicain.

L'intérêt du peuple américain pour l'espace plonge en effet ses racines dans son histoire. Le mythe de la frontière, la conquête de l'Ouest et aujourd'hui de l'espace, font durablement partie de ses moteurs imaginaires et économiques. Étendard de la capacité du peuple américain à relever tous les défis, le programme spatial national, au premier rang duquel figure le programme lunaire, a aussi pour mission de démontrer un savoir-faire unique¹.

Quant aux interrogations sur la capacité de la NASA de le mener à bien à l'intérieur de ses objectifs budgétaires, elles semblent également infondées². L'arrêt de la navette spatiale en 2010 dégagera une marge de manœuvre d'au moins 5 Md\$ par an. Par ailleurs, l'arrêt de la contribution américaine à l'ISS devrait intervenir vers 2015. À cette date, les 8 Md\$ annuels consacrés aux vols habités seront entièrement mobilisables pour le programme CONSTELLATION.

¹ Jean-Pierre HAIGNERÉ, *Astronaute*, 21 décembre 2006.

² Les enveloppes budgétaires de la NASA sont les suivantes, en termes d'années fiscales : 16,45 Md\$ (2006) ; 16,96 (2007) ; 17,3 Md\$ (2008) ; 17,61 Md\$ (2009) ; 18,03 Md\$ (2010).

▪ **Le programme lunaire de la Russie**

La Russie nourrit plusieurs projets ambitieux pour accroître ses connaissances sur la Lune, pourtant déjà très conséquentes.

S'agissant des sondes automatiques et des robots, la Russie programme pour 2012 le lander LUNA-GLOBE, et pour 2020 au plus tard, le rover LUNA-ROVER, le retour d'échantillon LUNAR-GRUNT ainsi que la station de surface LUNAR-POLYgone. La présence de cosmonautes russes sur le sol lunaire est prévue pour 2020, suivie d'une station lunaire orbitale pour 2025 et une base lunaire permanente en 2030.

Ces projets lunaires sont complétés par la mission PHOBOS-GRUNT de retour d'échantillons provenant du satellite PHOBOS de la planète Mars. Le retour d'échantillons martiens est prévu entre 2020 et 2025, avec comme objectif la présence de cosmonautes russes sur Mars vers 2033.

▪ **Le programme lunaire chinois**

Après ses succès enregistrés dans les deux vols habités réalisés en 2003 et 2005, la Lune constitue pour la Chine un nouveau but, selon un processus comportant plusieurs étapes intermédiaires.

En premier lieu, la Chine entend se perfectionner dans les techniques des vols habités. Les objectifs sont de réaliser avant 2011, des sorties extra-véhiculaires et des jonctions entre capsules et cargos. Le but suivant est d'installer un laboratoire spatial permanent et autonome, maintenu par des missions de taïkonautes¹. Ce laboratoire devrait présenter des caractéristiques voisines du SALIOUT soviétique des décennies soixante-dix et quatre-vingts².

Sur le plan des lanceurs, un grand programme de cinq années est en cours. L'objectif est de pouvoir placer en orbite lunaire des charges de 10 tonnes, au lieu des 3 tonnes actuelles.

S'agissant de l'exploration lunaire, la Chine distingue trois étapes correspondant chacune à des vols automatiques : d'abord la mise en orbite lunaire du satellite CHANG'E-1 dont le lancement est prévu en avril 2007³ ; ensuite l'alunissage d'un Rover avec CHANG'E-2 pour 2012 et enfin le retour automatique d'échantillons lunaires avec CHANG'E-3 pour 2020.

Ainsi que l'ont indiqué les responsables de l'agence spatiale chinoise⁴, la Chine recherche des partenariats pour diminuer les coûts de ses programmes, la collaboration de la France étant appelée de ses vœux.

¹ Dr WANG KERAN, Directeur délégué, China National Space Agency (CNSA), Beijing, 27 novembre 2006.

² Philippe BERTHE, EADS ASTRIUM SPACE TRANSPORTATION, audition du 20 décembre 2006.

³ Ce satellite de la CAST, d'une masse de 2,3 tonnes, sera placé sur une orbite polaire de la Lune à 200 km d'altitude, afin de cartographier la surface lunaire, d'analyser la composition et de mesurer la densité du sol lunaire et d'étudier l'environnement lunaire. Source : Roger-Maurice BONNET, Directeur exécutif, International Space Science Institute, audition du 21 décembre 2006.

⁴ Dr. YE PEIJIAN, Member, Chinese Academy of Sciences, China Academy of Space Technology, Beijing, 28 novembre 2006.

Un programme de vols habités vers la Lune et d'alunissage d'une équipe de taïkonautes est actuellement à l'étude.

En 2020, la Chine devrait être au niveau technique de la Russie¹.

▪ **Le programme lunaire japonais**

Le Japon est un partenaire majeur de la station spatiale internationale, avec une participation de 12,8% à son financement et une enveloppe d'investissement d'environ 8 Md€ sur la durée du programme². Le module japonais JEM-KIBO sera lancé en trois segments séparés, en 2007 et en 2008.

Pour le moment, les projets lunaires du Japon ne sont pas d'une grande ampleur. En l'absence de capacités de vols habités, le Japon se focalise sur les sondes automatiques et les robots, comme SELENE à lancer en 2007 et comme LUNAR-A à lancer en 2010, qui est dédié à l'étude géologique de la Lune, à l'aide de sismomètres et de pénétrateurs. Mais des travaux préparatoires importants ont été conduits dans le passé sur des projets d'infrastructures lunaires permanentes.

Sa rivalité stratégique séculaire avec la Chine poussera vraisemblablement le Japon à accélérer l'ensemble de son programme spatial.

De fait, un groupe de travail a été créé en 2006 pour l'élaboration d'un programme lunaire. Les principales dates avancées sont 2020 pour une exploration robotique, suivie de la création vers 2022 d'un avant-poste lunaire et en 2025 d'une base polaire.

▪ **Le programme lunaire indien**

Engagée comme on l'a vu plus haut dans un programme spatial ambitieux, l'Inde considère les missions lunaires comme s'inscrivant dans une progression technologique naturelle.

Un budget de 80 M\$ leur est déjà consacré. La priorité actuelle est donnée aux sondes automatiques et aux robots. Le satellite CHANDRAYAAN-1 sera, en 2008, placé sur orbite polaire lunaire pour cartographier le sol lunaire et identifier sa composition chimique. L'étape ultérieure sera l'alunissage d'un robot déposé sur le sol lunaire par CHANDRAYAAN-2 en 2010³.

Des réflexions poussées se sont déroulées en 2006, en vue d'une décision rapide et selon toute probabilité positive pour des vols habités. La communauté scientifique est favorable à cette perspective à laquelle l'opinion publique indienne adhère avec enthousiasme⁴.

Sous réserve d'une décision définitive, l'Inde vise un premier vol habité en 2014 et la présence d'astronautes indiens sur le sol lunaire en 2020.

¹ Philippe BERTHE, EADS ASTRIUM SPACE TRANSPORTATION, audition du 20 décembre 2006.

² Mathieu GRIALOU, CNES, Séminaire I-Space-Prospace, 17 mai 2006.

³ Dr LOCHAN, ISRO, Bangalore, 14 décembre 2006.

⁴ Dr C V S PRAKASH, Director, International Marketing, ANTRIX, Bangalore, 15 décembre 2006.

La probabilité de réalisation du programme indien est d'autant plus élevée que le budget de 2 Md\$ avancé pour les cinq premières années n'a pas suscité de réaction de rejet des pouvoirs publics.

4. À quoi servent les vols habités

Les vols habités présentent de multiples intérêts, d'ordre politique et médiatique, mais aussi technique, technologique, industriel et donc économique.

Sur un plan *politique*, le peuple américain s'est identifié, en son temps, au programme APOLLO qui a démontré le leadership technologique des États-Unis et, sur un plan politique, a compensé le désastre humain et moral de la guerre du Vietnam.

Pour les nouvelles puissances spatiales, les vols habités ont la même finalité d'affirmation de l'identité nationale, de démonstration de la capacité technologique du pays et de rassemblement autour d'un grand projet.

Sur un plan *technique*, les sondes automatiques sont utiles pour atteindre un objectif bien précis. Mais celles-ci étant dédiées à une tâche déterminée d'avance et dimensionnées pour une application précise, les enseignements des programmes correspondants sont nécessairement limités¹.

Par ailleurs, les sondes automatiques et les robots ne sont pas adaptés à la réalisation de tâches délicates ou imprévues, par exemple les *réparations* complexes. À titre d'exemple, ce sont les astronautes amenés sur site par la navette spatiale américaine qui ont permis la réparation du télescope spatial HUBBLE et sa modernisation régulière². La maintenance et la réparation des satellites sont des missions, qu'en dépit des difficultés techniques et des dangers encourus, les astronautes sont mieux à même de remplir que des robots. C'est le cas, par exemple, de missions d'assemblage de grandes structures dans l'espace ou de gestion de plates-formes complexes, dont on ne peut envisager le remplacement pur et simple par des moyens automatiques.

Les vols habités constituent également un puissant *levier technologique*.

Les dimensions et les fonctionnalités des objets spatiaux – lanceurs, capsules - doivent être augmentées et complétées par rapport aux sondes automatiques, ce qui oblige à développer un ensemble de nouvelles technologies. Des progrès décisifs doivent être faits pour la fiabilité des infrastructures, des équipements et des procédures.

Les vols habités sont aussi des projets d'une très grande complexité, qui nécessitent un savoir-faire difficile à mettre au point, mais aisément transposables à d'autres activités qui, d'elles-mêmes, ne s'attaqueraient pas nécessairement à la résolution de leurs propres problèmes complexes.

¹ Igor Petrovitch VOLK, audition du Groupe parlementaire de l'espace, Moscou, 6 juillet 2006.

² Roger-Maurice BONNET, Directeur exécutif, International Space Science Institute, audition du 21 décembre 2006.

Enfin, la *visibilité* des activités spatiales est décuplée par la présence d'équipages d'astronautes. Des exploits techniques comme l'atterrissage de Huygens sur le satellite Titan de Saturne, ont rencontré principalement l'intérêt des spécialistes et d'un public averti. Le ressenti et la conceptualisation d'un équipage sont apparus en creux comme particulièrement importants pour donner une dimension supplémentaire et incomparablement plus forte, dont celle de l'identification du public n'est pas la moindre. Le programme APOLLO a enthousiasmé tout particulièrement les jeunes Américains, en particulier les étudiants, avec une augmentation des inscriptions dans les cursus scientifiques et dans les programmes de doctorat (PhD).

Pour toutes les puissances spatiales, la présence de l'Homme dans l'espace apparaît en définitive inévitable et indispensable car nécessaire à l'accomplissement d'une ambition spatiale forte et durable, et, par là, porteuse d'une grande fierté identitaire.

III.- REDYNAMISER LE SPATIAL FRANÇAIS ET EUROPEEN, UN DEFI POLITIQUE MAJEUR

La concurrence croissante des nouveaux acteurs et l'émergence de nouvelles applications spatiales d'une grande importance se produisent, alors que les industries spatiales françaises et européennes sont considérablement affaiblies et que les agences nationales ou européennes n'ont pas, pour le moment, de marges d'action significatives.

Cette situation défie l'autonomie stratégique, le rayonnement politique et la compétitivité économique de la France et de l'Europe.

1. La France et l'Europe prises à contre-pied

Le secteur spatial français et européen est actuellement pris à contre-pied.

Après la phase de croissance forte de la décennie 1990 où le chiffre d'affaires de l'industrie spatiale a augmenté de près de 60%, un brutal retournement de tendance s'est produit avec la chute de 2000 à 2005 de 22% du marché des télécommunications, de 53% de l'observation de la Terre, de 35% des lancements, de 86% des infrastructures spatiales et des programmes de vols habités, et même de 17% des applications scientifiques.

L'industrie spatiale européenne a donc dû diminuer ses effectifs et restructurer ses implantations.

Si un redressement semble s'être produit en 2006, avec le retour à un volume mondial de commandes de 20 satellites de télécommunications par an, le volume d'activité dans ce secteur reste inférieur d'un tiers aux plus hauts de la décennie précédente.

Les marchés de l'observation de la Terre ne sont pas, pour le moment, en mesure de procurer un surcroît d'activité décisif, même si des commandes annuelles d'une dizaine de satellites ou plus sont probables dans les toutes prochaines années.

C'est dans ce contexte de croissance molle des marchés qu'apparaissent sur la scène internationale de nouveaux compétiteurs, qui sont d'autant plus redoutables que la notion de rentabilité est secondaire dans leurs offres, en raison de leur structure publique.

Les conséquences de la crise n'étant pas effacées, l'industrie spatiale européenne se trouve ainsi frappée de plein fouet par une concurrence asymétrique, tout en n'ayant pas les moyens financiers de reprendre un avantage compétitif décisif.

2. Les dangers du modèle européen de croissance spatiale par le marché

Tout se passe en France et en Europe comme si la politique spatiale prenait comme hypothèse que le secteur spatial était un secteur mûr opérant sur un marché mondial concurrentiel.

En conséquence, pour l'équilibre des finances publiques ou pour dégager des subventions pour les autres secteurs, l'on considère que ces industries devraient voler de plus en plus de leurs propres ailes, le soutien de l'État pouvant être réduit progressivement.

Une telle analyse est erronée et met en danger le spatial français et européen.

▪ *L'insuffisance de la commande publique*

La structure commerciale ou institutionnelle des marchés spatiaux, selon les pays, a une grande incidence sur la santé de leur industrie.

La France est le seul pays en Europe où les marchés institutionnels et les marchés commerciaux sont au même niveau. En Allemagne, le marché institutionnel est supérieur d'environ un tiers au marché commercial. En Italie, le marché institutionnel est cinq fois plus important que le marché commercial, et au Royaume Uni huit fois plus important¹.

Aux États-Unis, les marchés institutionnels – civil ou militaire – ont représenté 95% du chiffre d'affaires de l'industrie spatiale américaine en 2005².

L'importance des commandes sur le marché commercial est certes une indication rassurante sur la compétitivité instantanée de l'industrie qui en bénéficie. Mais cette situation crée une dépendance dangereuse vis-à-vis de marchés essentiellement cycliques.

Il faut rappeler qu'entre 2000 et 2005, le chiffre d'affaires consolidé de l'industrie spatiale européenne a diminué de 20% et que ses effectifs ont fondu de 16%.

Toute autre industrie aurait obtenu un soutien massif des pouvoirs publics.

On a vu plus haut ce qu'il en a été. En réalité l'industrie s'est adaptée par ses propres moyens. Des gains de productivité ont été réalisés. Des restructurations internes ont permis de réduire les doublons d'équipes dispersées dans les différents pays d'implantation.

Il n'en reste pas moins que les difficultés rencontrées ont entraîné le rabotage des marges. La R&D interne, essentielle pour l'avenir, est de fait à un niveau la plupart du temps insuffisant. Par ailleurs, l'intérêt financier des projets

¹ Pascale SOURISSE, Présidente, EUROSPACE, ESTEC, 29 mai 2006.

² Jean-Jacques TORTORA, le programme spatial américain, CNES, I-Space-Prospace, 2006.

spatiaux a perdu de son lustre, leur rentabilité étant même descendue à des niveaux inquiétants pour leur pérennité.

La montée en puissance des partenaires européens de la France ne serait pas inquiétante en soi si la France avait elle-même une politique dynamique. Mais, comme on l'a vu plus haut, ce n'est pas le cas.

Le manque d'engagement des pouvoirs publics a déjà fait sentir ses conséquences et le fera plus encore à long terme, tant en ce qui concerne la recherche et le développement, qui conditionne l'avenir, qu'en ce qui concerne la rentabilité, dont l'insuffisance peut conduire à la cession pure et simple de l'outil national ou européen.

▪ **L'insuffisance de la R&D**

En 2005, l'ESA a alloué 85 M€ à la recherche et à la technologie. L'effort des agences spatiales européennes peut être estimé à 240 M€.

Le total de l'effort public avoisine donc 325 M€, soit un montant très inférieur à l'effort américain.

Le Département de la Défense des États-Unis consacre en effet près de la moitié de son budget spatial à la recherche, à la technologie, aux tests et aux évaluations, soit près de 10 Md\$ par an. La NASA alloue par ailleurs environ 1,2 Md\$ à la recherche et aux technologies relatives à l'exploration et aux vols habités.

Dans ces conditions, on pourrait espérer que les entreprises puissent combler l'écart, en conduisant par elle-même des programmes de recherche et de technologie ambitieux. Il n'est malheureusement rien, en raison de leurs contraintes financières.

La part du chiffre d'affaires dévolue à la recherche et à la technologie (R&T) est de l'ordre de 6% dans l'industrie spatiale européenne¹. L'effort industriel européen peut être estimé à 300 M€ par an, toutes entreprises de l'Union européenne confondues.

Les programmes spatiaux scientifiques apportent certes une contribution au développement technologique. Mais ils ne sauraient dispenser d'un effort spécifique massif.

▪ **La rentabilité trop faible des activités spatiales**

Les activités spatiales correspondent à des investissements massifs et à long terme, entachés au surplus d'aléas non négligeables.

Leur rentabilité est souvent faible, comparée aux projets à court terme recherchés par de nombreux investisseurs. Les conséquences sont de deux ordres.

¹ Pascale SOURISSE, Présidente, EUROSPACE, audition du 16 novembre 2006.

En premier lieu, les financements sont difficiles à réunir, comme le montrent les obstacles rencontrés par le projet européen GALILEO de positionnement et de navigation par satellite.

En deuxième lieu, dans les grands groupes, le spatial peut faire figure de poids mort compromettant leur rentabilité globale. Si les activités spatiales ne génèrent heureusement pas de pertes financières importantes en Europe, les objectifs de profitabilité de grands groupes comme EADS, ALCATEL, THALÈS et FINMECCANICA sont très supérieurs à ceux du domaine spatial¹.

D’où le risque qui ne doit pas être sous-estimé, de voir de tels groupes se débarrasser de cette activité.

Par ailleurs, les entreprises de taille moyenne sous-traitantes du spatial, rachetées par des fonds d’investissement à la recherche de retours sur investissement et de revalorisation rapides, peuvent aussi être conduites à se délester de leurs activités spatiales².

3. Changer de paradigme pour dynamiser le spatial français et européen

À travers les difficultés actuelles du secteur spatial, c’est l’organisation politique française et européenne qui est mise au défi de réagir.

Partout dans le monde, à l’extérieur de l’Europe, les puissances spatiales accordent un soutien institutionnel – civil ou militaire – décisif à leur secteur spatial.

Nulle part dans le monde, les activités spatiales ne s’équilibrent totalement sur le plan financier.

Seules l’Europe et la France, confrontées à la réduction des marges budgétaires, veulent croire que les marchés commerciaux, par leurs débouchés, pourraient compenser la stagnation de l’effort spatial public. Mais il n’en est rien.

En tout état de cause, l’intervention de la puissance publique est indispensable dans un secteur stratégique comme le spatial dont le développement exige des investissements importants sur le long terme, produit des externalités positives de tous types pour la collectivité et dont le financement dépasse les possibilités du secteur privé.

Il est vain de croire que le dogme du marché puisse s’emparer des activités spatiales.

Il serait dramatique de limiter les développements spatiaux aux seules activités qui peuvent être prises en charge par le marché.

¹ Pascale SOURISSE, Présidente, EUROSPACE, audition du 16 novembre 2006.

² Stéphane ALBERNHE, Senior Partner, Roland Berger Strategy Consultants, CEPS (Centre d’étude et de prospective stratégique), 25 octobre 2005.

L'Europe et la France ne peuvent se payer le luxe de cette erreur de perspective et doivent au contraire renouer avec les politiques volontaristes qui les ont conduites, dans le passé, à des succès majeurs.

DEUXIEME PARTIE :

UNE VISION FRANÇAISE ET EUROPEENNE POUR UNE POLITIQUE SPATIALE AUDACIEUSE

Une politique à long terme de l'espace doit être mise en place en France et en Europe, pour faire face à l'émergence des nouvelles puissances spatiales et déterminer les moyens, non seulement d'y faire face mais aussi de rebondir.

La France et l'Europe ne pourront pas faire l'économie de définir leur propre vision de l'espace.

À quoi devra servir l'espace dans les prochaines décennies ? Quels seront les moyens à allouer au secteur spatial et ses priorités de développement ? Quels principes d'organisation devront être adoptés en Europe et en France ? Quelle coopération internationale l'Europe sera-t-elle disposée à mettre en place ?

Pour s'orienter dans le foisonnement des enjeux et des techniques, il faut une vision.

Pour faire comprendre au public ce qu'est l'espace et quel sera son rôle dans les prochaines années, il faut une vision.

Une fois arrêtée cette vision à long terme de l'espace, alors une politique au long cours peut être déroulée, composée d'une politique transversale dont les éléments d'importance majeure sont évoqués dans la suite, et d'une politique sectorielle portant sur les différents segments spatiaux, traitée en troisième partie.

I.- UNE VISION DU SPATIAL FRANÇAIS

La France ne peut justifier son manque d'ambition spatiale par les attermolements de l'Europe.

Le spatial européen n'existerait pas sans l'action de pionnier de la France. Les États membres de l'Union européenne le reconnaissent volontiers. Mais les pays qui investissent aujourd'hui le secteur spatial aspirent à accroître leur influence et leur rôle, un droit que la France ne peut leur contester.

Pour tenir son rang, la France doit donc accroître ses efforts. L'horizon des activités spatiales étant le long terme, il faut à la France une vision à long terme du spatial national au sein de l'Europe.

Le contrat pluriannuel État-CNES 2005-2010 fournit un premier élément de cette vision. Mais il ne saurait suffire, en raison de ses limites.

La politique spatiale française ne saurait en effet être ni corsetée dans un budget croissant moins vite que la hausse des prix, ni figée pour six longues années sans marge de manœuvre lui donnant un minimum de réactivité. La politique spatiale française ne saurait non plus s'abstenir de fixer des objectifs et des moyens à long terme à son industrie et à ses laboratoires de recherche.

Le spatial français que nous connaissons est le fruit de la vision des pionniers des années 1950 et 1960.

Assurant la présence de l'industrie française aux quatre coins du monde et remportant des victoires ignorées du grand public face à une concurrence féroce, les responsables du spatial d'aujourd'hui possèdent une vision mais ne la formulent pas clairement.

Les éléments qui suivent constituent une proposition qui a pour but d'amorcer le processus qui, *animé par le CNES, l'industrie, la presse spécialisée et le Parlement*, devra conduire, d'ici à la fin 2007, à l'adoption par le Gouvernement de *la vision spatiale française des années 2008-2030*.

Proposition pour une vision spatiale française

1. L'expression du génie français au service de l'Europe

L'aventure spatiale de la France a, dès le départ, lié les objectifs stratégiques et scientifiques. Il s'agit là d'une spécificité originale et remarquable, comparée aux autres pays qui, le plus souvent, ont privilégié l'un ou l'autre des deux aspects.

Autre spécificité française, son développement spatial s'est appuyé, dès le départ, sur les institutions publiques et sur les entreprises industrielles, tirant le meilleur parti d'une économie mixte.

La France a joué un rôle de pionnier dans l'aventure spatiale européenne dans le domaine des lanceurs avec la série dite des pierres précieuses (lanceurs Agate, Topaze, RUBIS, ÉMERAUDE, SAPHIR, DIAMANT), puis la série des lanceurs ARIANE 1 à 5. Son expertise est unique dans le domaine des satellites, comme en témoignent les succès des établissements industriels français.

Il appartient aux générations successives de mettre en valeur et de poursuivre les avancées spatiales des générations de chercheurs et d'ingénieurs qui ont donné à la France les atouts qui sont les siens aujourd'hui.

Il appartient également aux générations successives de mettre les avancées spatiales françaises au service de l'Europe, dans le respect de l'intérêt national.

2. Le service de la souveraineté nationale

L'espace est un enjeu de souveraineté pour la France : la crédibilité de la dissuasion nucléaire, les compétences technologiques de nos entreprises, leur place sur les marchés internationaux en dépendent.

En complément à la souveraineté qu'elle possède en propre sur son territoire, son espace aérien et son espace maritime, la France possède une souveraineté partagée sur l'espace extra-atmosphérique.

Cette souveraineté partagée habilite la France, dans le respect des intérêts des autres nations, à utiliser l'espace pour sa défense et sa sécurité, pour l'exploitation de nouveaux services rendus aux pouvoirs publics, aux entreprises et aux citoyens et pour faire progresser la connaissance sur les origines et l'évolution de l'Univers.

▪ ***Le spatial au service de la défense nationale***

L'espace constitue la quatrième dimension de la défense nationale, avec la défense terrestre, aérienne et maritime.

En tant que multiplicateur de force, le spatial garantit l'efficacité de la dissuasion nucléaire, enrichit la vision stratégique et accroît l'efficacité et la protection des combattants sur le champ de bataille.

À ce titre, il appartient aux Armées d'instruire et d'appliquer une politique systématique de développement de l'outil spatial définie par le Gouvernement et le Parlement.

▪ ***L'utilisation de technologies duales, chaque fois que nécessaire***

Afin de réduire les coûts de chaque outil et de permettre la multiplication des infrastructures spatiales, les technologies duales, civiles et militaires, sont mises en œuvre systématiquement, dès lors qu'elles sont compatibles avec l'impératif de sûreté et d'efficacité.

▪ ***La protection de l'outil spatial***

Les infrastructures spatiales possèdent leur propre vulnérabilité qu'il convient de réduire par les moyens techniques adéquats.

La politique spatiale de défense prend cet impératif en compte à chaque niveau. Les meilleures technologies sont utilisées ou développées à cet effet.

3. La recherche spatiale française au premier rang mondial

Dans la continuité de son histoire scientifique, la France accorde une place particulière aux recherches sur la formation et l'évolution de l'Univers, en vue d'enrichir le patrimoine commun de l'humanité.

Dans cette perspective, les outils spatiaux prennent toute leur place dans la panoplie des très grands équipements scientifiques à caractère thématique¹.

¹ *Le rôle des très grands équipements scientifiques dans la recherche publique ou privée, en France et en Europe, Christian CUVILLIEZ, Député et René TRÉGOUËT, Sénateur, rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Assemblée nationale n° 2821, Sénat n° 154, décembre 2000.*

Le développement des instruments scientifiques utilisés par les sondes automatiques, les robots d'exploration et les vols habités constituent une priorité de la recherche nationale.

4. Un moteur essentiel de l'économie future par ses retombées

Participant à la compétitivité de l'économie nationale, les activités spatiales concourent au développement économique et à l'amélioration du niveau de vie des Français.

Pour valoriser pleinement les investissements consentis dans les lanceurs, les satellites, les sondes automatiques et les vaisseaux habités, la plus grande importance est accordée à la maximisation de leurs retombées économiques, directes ou indirectes, et notamment par le transfert de technologies aux autres secteurs. Les retombées économiques directes ou indirectes des programmes spatiaux sont indéniables dans de nombreux domaines et doivent être reconnues comme telles, officiellement, comme dans de nombreux autres pays, en particulier les États-Unis.

Une attention spécifique est également accordée non seulement au segment sol mais également au traitement des données, à leur valorisation par des modèles numériques, à leur utilisation et donc à leur diffusion.

L'investissement public et l'investissement privé sur l'ensemble de la chaîne spatiale sont encouragés par tous les moyens compatibles avec les engagements communautaires ou internationaux de la France.

En particulier, les utilisateurs publics de données contribuent au financement des infrastructures, à leur exploitation et à leur pérennité.

Les services associés aux données spatiales font l'objet d'une politique nationale et locale de développement accéléré.

5. La présence indispensable de l'homme dans l'espace avec les vols habités

Il est dans la destinée de l'humanité d'explorer l'Univers et d'y implanter des installations habitées pérennes. L'accès de l'Homme à l'espace circumterrestre, à la Lune et aux planètes du système solaire et dans un futur indéfini au reste de la galaxie, est, en conséquence, encouragé.

Les bénéfices attendus de cette exploration sont le progrès des connaissances et des technologies.

Pour franchir une étape de son développement spatial, la France établit un programme à long terme d'exploration du système solaire. Les pouvoirs publics en assurent la réalisation dans le cadre d'une coopération européenne et internationale, qu'il leur appartient de favoriser et de mettre en place effectivement.

Les sondes automatiques et les robots sont utilisés en parallèle avec les vols habités.

II.- UNE VISION DU SPATIAL EUROPEEN

L'Europe a besoin d'une identité : « *là où il n'y a pas de vision, le peuple souffre* »¹, et son secteur spatial a besoin d'une vision qui donne un sens à toutes les nombreuses avancées qu'elle a opérées mais dont le sens échappe à la majorité des Européens, à cause d'un défaut de communication et non pas d'un défaut de sens.

Les éléments qui suivent constituent une proposition visant à lancer le processus partagé de l'élaboration indispensable d'une vision du spatial européen, à conduire dans les cercles européens, industriels ou institutionnels.

Proposition d'une vision du spatial européen

1. L'espace pacifique au service de tous

▪ L'Europe, à l'avant-garde de la découverte de l'Univers

La connaissance de l'univers et la découverte de ses lois physiques, de ses origines et de son devenir, représentent un défi que l'humanité dans son ensemble relève depuis ses origines. Les sciences spatiales offrent une opportunité décisive pour accélérer cette quête dans les prochaines années.

Les découvertes faites grâce aux outils spatiaux faisant progresser les sciences et les conditions de vie de l'humanité, l'Europe se fixe l'objectif d'y contribuer à l'avant-garde des recherches relatives aux sciences de l'Univers. Les efforts européens traitent à la fois de l'origine et de l'évolution de l'univers, de l'étude des lois fondamentales de la physique, de la formation des étoiles et des planètes, de l'apparition de la vie dans l'espace et de la compréhension du fonctionnement du système solaire.

La diffusion des connaissances fondamentales acquises dans l'espace est une obligation ardente et permanente que l'Europe s'impose à l'égard de tous les autres États conduisant des activités spatiales.

Afin de maximiser les efforts mondiaux, l'Europe s'assigne la mission de fédérer les efforts des différentes puissances spatiales pour les sciences de l'Univers.

▪ L'Europe en faveur de l'utilisation de l'espace au service de tous

L'appropriation nationale de l'espace, du système solaire, voire de la galaxie, doit être prohibée.

¹ "Where there is no vision, the people suffer" : cette citation de la Bible est inscrite en lettres majuscules au-dessus de la tribune de la commission des affaires économiques de la Chambre des Représentants du Congrès des Etats-Unis..

L'Europe assurera la ratification de l'Accord international de 1979 encadrant les activités des États sur la Lune et sur les autres corps célestes par l'ensemble de ses membres¹ et contribuera à sa ratification par l'ensemble des puissances spatiales.

Dans l'état actuel des technologies, l'exploitation économique des planètes et de leurs satellites, en particulier de la Lune, est peu probable, contrairement à certaines positions hâtivement prises sans rapport avec les réalités techniques actuelles.

Si elle se révélait malgré tout possible, l'exploitation des ressources du système solaire, de la galaxie et d'ailleurs, ne pourrait s'effectuer qu'après l'étude approfondie de ses conséquences tant pour la planète elle-même que pour la Terre et ses habitants et devra bénéficier à l'humanité tout entière.

▪ ***L'espace pour la sécurité collective européenne et mondiale***

L'espace contribue à la sécurité en offrant des capacités d'observation, d'alerte avancée et de contre-mesures.

L'Union européenne s'attache à mettre en place des outils spatiaux de sécurité pour ses propres besoins, à les mettre à disposition des États membres et de ses alliés afin de contribuer à la paix dans le monde.

2. L'espace, projet fédérateur et identitaire de l'Europe

Les possibilités offertes par l'espace sont de nature à faire progresser l'identité européenne à pas de géant. L'exploration lunaire puis de Mars par des équipages européens suscitera dans tous les pays européens une fierté européenne trop longue à se constituer. Les applications spatiales contribueront d'une manière décisive à la sécurité et à la cohésion européennes. Un grand projet doit être engagé à cet effet.

▪ ***La sécurité, vecteur du développement de l'identité européenne***

L'Europe construit actuellement un discours sur la sécurité dont les liens avec les technologies spatiales sont évidents². D'une grande importance politique, le programme GMES a pour but de contribuer à la sécurité environnementale, en particulier à la lutte contre l'effet de serre et à la prévention des catastrophes naturelles.

D'autres possibilités sont offertes par les satellites dans des domaines qui touchent à la sécurité au sens large, comme, par exemple, la surveillance des frontières et la lutte contre l'immigration clandestine.

Le spatial européen dédié à la sécurité pourra se forger une identité propre et contribuer efficacement au projet politique de l'Europe.

¹ Au 1^{er} janvier 2006, seuls 12 États avaient ratifié cet accord et 4 l'avait signé. Parmi les États membres de l'Union européenne, seuls l'ont ratifié : la Belgique, les Pays-Bas ; la France et la Roumanie l'ont, pour leur part, signé.

² Xavier PASCO, Maître de recherche, Fondation pour la recherche stratégique, audition du 25 octobre 2006.

▪ **Une contribution au développement équilibré et dynamique de l'Union européenne**

Le développement équilibré des États membres constitue un objectif prioritaire de l'Union.

De par leurs caractéristiques techniques favorables, les technologies spatiales pourront apporter une contribution importante pour favoriser la mise en place d'une agriculture performante et durable, réduire la fracture audiovisuelle et la fracture numérique, favoriser la construction et le fonctionnement de réseaux de recherche, tirer vers le haut l'éducation et la santé publique.

▪ **Un grand projet « Le spatial pour la sécurité collective et l'égalité numérique européennes », pour contribuer à l'identité de l'Europe**

À la veille de fêter en 2007 les cinquante années du Traité de Rome, l'Union européenne est toujours à la recherche de son identité. Chaque année davantage, l'Europe apparaît aux citoyens comme incapable de protéger les États membres contre les effets de la mondialisation. La raison profonde en est que l'Europe apparaît sur la défensive, malmenée par les vents du large. La dynamique européenne doit donc être d'urgence renforcée.

On sait ce qu'il advient des stratégies générales assorties d'objectifs chiffrés comme la stratégie de Lisbonne et ses 3% du PIB consacrés à la recherche : elles sont non seulement difficilement déchiffrables par les citoyens mais aussi souvent régulièrement démenties par les faits, sans qu'aucune sanction ne tombe sur des responsables difficilement localisables.

Appliqué à l'ensemble de la population européenne, y compris aux nouveaux États membres, un grand projet de développement, d'une part, de la sécurité au sens large, incluant l'environnement, et, d'autre part, de généralisation à toute l'Europe des télécommunications Internet à haut débit, tirant parti de toutes les ressources spatiales et suscitant un ensemble de nouveaux services, affirmera la vocation de l'Europe à protéger ses citoyens tout en les ouvrant au monde.

Un tel projet « *Le spatial pour la sécurité collective et l'égalité numérique en Europe* » impliquera l'ensemble des industries spatiales et du secteur des services, et sera orienté vers la création immédiate d'emplois de toutes qualifications.

3. Autonomie, compatibilité et transversalité du spatial européen

▪ **L'autonomie et la compatibilité**

L'Europe doit viser l'autonomie des systèmes spatiaux assurant des fonctions stratégiques pour sa sécurité et son développement économique.

Cette autonomie ne doit signifier ni l'isolement ni le refus de la coopération.

L'Europe doit contribuer à la standardisation des systèmes spatiaux et rechercher la compatibilité de ses propres systèmes avec le plus grand nombre possible de systèmes appartenant aux autres régions du monde.

▪ **Une approche « système de systèmes » à généraliser**

Le développement spatial de l'Europe doit être conçu selon l'approche de système de systèmes.

L'approche traditionnelle du développement des activités spatiales est celle des programmes, qui mobilisent des moyens spécifiques pour atteindre un objectif précis. Les moyens alloués peuvent éventuellement servir à d'autres applications sans que la complémentarité ne soit ni recherchée ni approfondie. Une fois l'objectif atteint, l'organisation mise en place est dissoute et ses composantes sont réaffectées à d'autres buts.

Le système de systèmes est, au contraire, un ensemble d'infrastructures à géométrie variable s'adaptant aux évolutions technologiques et concourant à différentes missions, grâce à un traitement intelligent de l'information et à des interfaces standardisées. Le système de systèmes non seulement met en relation un ensemble de moyens mais les utilise en réseau, selon le principe d'architecture ouverte « *Open architecture* »¹.

Ainsi, le système GEOSS (Global Earth Observation System of Systems) combinera la contribution européenne dans l'observation de la Terre, à savoir GMES, à celle d'autres partenaires, en particulier les États-Unis, ce qui obligera à mettre en place des plates-formes satellitaires cohérentes, échangeant et déchargeant des données sur les stations au sol et les traitant d'une manière coordonnée.

Avantage considérable, un système de systèmes garantit l'avance technologique du pays qui le met en œuvre. Le système de systèmes assure en effet l'exploitation maximale de l'ensemble des informations disponibles, qui relativise l'importance d'une percée effectuée par un pays particulier dans un domaine donné. Ce concept présente également l'avantage d'accroître la robustesse de l'architecture dans la durée.

▪ **La transversalité du spatial européen**

Apportant par lui-même une contribution irremplaçable, le spatial voit son efficacité décuplée lorsqu'il est associé à d'autres technologies.

Outil puissant et spécifique, le spatial se situe au cœur des systèmes technologiques modernes et peut concourir à des missions d'intérêt général.

¹ Ainsi, dans une approche système, des lanceurs sont guidés par des satellites GPS. Des systèmes de positionnement et de navigation comme GALILEO ou GPS sont interopérables, ce qui apporte de multiples avantages en termes de back-up, de robustesse et de services additionnels.

Le secteur spatial met en œuvre des approches nouvelles, répondant au principe de transversalité, et propose des applications nouvelles comme l'Espace pour la santé, l'Espace pour la sûreté, l'Espace pour la mobilité, l'Espace pour le développement¹.

4. La présence indispensable de l'Europe en coopération dans le système solaire et au-delà

L'Europe doit faire entendre sa voix dans le concert des annonces de projets lunaires ou martiens et mettre en place son propre projet résultant d'une combinaison harmonieuse des forces de l'ESA et de celles des agences nationales. Il lui appartiendra ensuite de travailler à la compatibilité sinon à la coordination des projets mondiaux.

Il est, en tout état de cause, inconcevable que l'Europe soit absente de l'exploration lunaire et de l'exploration martienne, qui doivent combiner les moyens complémentaires que sont les sondes automatiques, les robots et les vols habités.

▪ La présence des Européens dans l'exploration

L'Europe est présente dans les vols orbitaux grâce à sa présence d'astronautes de l'ESA dans les équipages de l'ISS. Sa contribution à l'exploitation de l'ISS va par ailleurs augmenter significativement en 2007 et en 2008 avec la mise en service du cargo ravitailleur ATV et du laboratoire COLUMBUS. Pour autant, l'Europe dépend des vaisseaux russes SOYUZ et de la navette américaine pour l'accès à bord de ses astronautes et de cette dernière pour l'installation de COLUMBUS.

Sans dénier, bien au contraire, l'intérêt de cette coopération, l'Europe ne peut continuer dans cette voie, contraire à son propre développement spatial et à celui de l'ensemble du monde malheureusement privé de ses capacités de premier niveau.

Actualisant et dépassant le programme AURORA de l'ESA, l'Europe élaborera en conséquence sa propre vision du spatial, lui permettant d'être présente dans l'espace avec son propre système de transport autonome mais compatible avec les autres systèmes.

▪ L'Europe fédératrice des projets d'exploration mondiaux

Avec leurs programmes d'exploration, les grands pays émergents, Chine et Inde, affirment leur identité nationale, démontrent leur haut niveau de développement technologique et affichent leur puissance sur la scène internationale.

Les puissances spatiales les plus anciennement établies accélèrent leur développement ou retrouvent leurs ambitions anciennes.

En matière d'exploration de l'Univers, comme dans d'autres, la tâche de l'humanité est de s'unir pour maximiser ses forces et accélérer ses progrès dans la connaissance.

¹ *Claudie HAIGNERÉ, conseiller du directeur général de l'ESA, ancien ministre, cosmonaute, audition du 25 janvier 2007.*

Face aux différents projets d'exploration et de vols habités vers la Lune puis vers Mars, l'Europe s'assignera la tâche de promouvoir et de réaliser la compatibilité entre les systèmes spécifiques, de manière à diminuer les coûts de chaque système, d'augmenter les performances de l'ensemble et de parvenir à élever le niveau de sécurité globale de l'exploration de l'univers proche ou lointain.

L'exploration de l'espace, voire son exploitation, ne peut valablement prendre appui sur des programmes indépendants ou, pire, concurrents les uns des autres. Du fait de l'ampleur des défis à relever, l'avenir appartient au contraire à la mise en place d'un système de systèmes complémentaires et interdépendants.

L'Europe s'attachera à promouvoir la compatibilité technologique des initiatives nationales.

III.- UNE NOUVELLE GOUVERNANCE DU SPATIAL EN FRANCE

L'histoire récente du spatial dans les institutions politiques françaises est celle d'une descente dans l'enfer de l'anonymat et de l'oubli de son importance majeure pour l'avenir du pays.

Les défis économiques et militaires du spatial dans le monde imposent son retour en terme de priorité nationale.

1. Replacer les décisions sur l'espace au sommet de l'État

Dès lors qu'une priorité claire est donnée à l'espace, les structures gouvernementales lui font une place au plus haut niveau. Ce fut le cas en France dans le passé mais cela ne l'est plus.

Alors que la concurrence mondiale s'emballé tant sur les marchés spatiaux que sur l'exploration, une réaction forte de la France est indispensable, pour son propre avenir et pour celui de l'Europe, dont elle a toujours été le moteur dans ce domaine.

▪ L'espace au cœur des systèmes décisionnels des grandes puissances spatiales

Chez les nouvelles puissances spatiales, l'espace est naturellement au cœur du pouvoir puisque son essor est un projet politique conduit par des structures publiques.

En *Chine*, le spatial est du ressort de l'Armée populaire de libération et de la COSTIND, la commission de la science, de la technologie et de l'industrie pour la défense nationale, dirigée par un ministre de plein exercice siégeant au Conseil d'Etat. Par ailleurs, les structures de recherche et toutes les entreprises industrielles du spatial sont entièrement publiques.

En *Inde*, l'espace est un ministère de plein exercice, exerçant une tutelle directe sur l'agence spatiale indienne ISRO, elle-même coiffant un ensemble de structures d'étude et de production publiques.

Les puissances spatiales anciennement établies comme la Russie ou les États-Unis assurent, elles aussi, un niveau de responsabilité ministériel à l'espace.

En *Russie*, les activités spatiales reposent sur une agence nationale spécialisée, ROSKOSMOS, après la scission de ROSAVIAKOSMOS, agence aérospatiale. Le directeur général de ROSKOSMOS, nommé par le président de la Fédération de Russie, a le rang de ministre.

Aux *États-Unis*, le Président dispose auprès de lui, d'une part, de l'Office de la politique de la science et de la technologie, dont l'attention constante pour le spatial s'est traduite par la publication de plusieurs rapports fondateurs de la

politique spatiale américaine¹, et, d'autre part du PCAST (Président's Council of Advisors on Science and Technology), qui comprend des présidents d'universités et des représentants de toutes les industries de haute technologie, en particulier du secteur aérospatial². Aussi le Président des États-Unis a-t-il les moyens de conceptualiser les évolutions des techniques spatiales et de les traduire en une politique cohérente et dynamique.

Dans le domaine de l'espace civil, l'agence spatiale américaine (NASA National Aeronautics and Space Administration), établie en 1958 par le Congrès, est dirigée par un administrateur nommé par le Président des États-Unis, sur le conseil et avec le consentement du Sénat.

Le ministère de la Défense (DoD Department of Defense) a placé le spatial au centre de sa stratégie de défense, ce qui assure un excellent niveau de visibilité et d'investissement au secteur. Chacune des armées dispose d'un état-major spatial (Space Command). L'état-major espace (US Space Command) a par ailleurs été intégré à l'état-major stratégique (USSTRATCOM - US Strategic Command), afin de consacrer et d'amplifier encore le rôle du spatial dans la stratégie militaire américaine.

En outre, le ministère du Commerce a créé au sein de l'administration chargée de la météorologie et de l'océanographie (NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration) un département spécialisé dans le traitement des données notamment spatiales (NESDIS – National Environmental Satellite, Data and Information Service). Le ministère des transports assure une tutelle étroite du spatial par l'intermédiaire de l'administration fédérale de l'aviation (FAA Federal Aviation Administration) et un contrôle des aides à la recherche spatiale dispensée par la fondation nationale de la science (NSF National Science Foundation).

Enfin, le **Japon**, s'il ne dispose pas d'un ministère spécifique pour l'espace, a vu le Conseil pour la politique scientifique et technologique (CSTP), présidé par le Premier ministre, publier en 2004 une stratégie de base pour le développement de l'espace et de son utilisation. Le ministère de tutelle de l'agence spatiale japonaise avait lui-même publié auparavant, en 2003, un plan à long terme pour le développement spatial et l'agence spatiale japonaise JAXA a pour sa part élaboré sa propre vision à long terme du spatial. Enfin, six ministères participent au Japon au financement du développement spatial^{3,4}.

¹ Avril 2003 : *US Commercial Remote Sensing Policy*. Janvier 2004 : *U.S. Space Exploration Policy*. Décembre 2004 : *U.S. Space-Based Positioning, Navigation and Timing Policy*. Janvier 2005 : *U.S. Space Transportation Policy*.

² En particulier, est membre du PCAST, Norman R. AUGUSTINE, ancien président directeur général de LOCKHEED MARTIN, premier industriel du spatial américain.

³ Ces ministères sont les suivants : MEXT (ministère de l'éducation, de la culture, du sport, de la science et de la technologie), tutelle de la JAXA et principal acteur ; MLIT (ministère du territoire, des infrastructures et des transports) ; METI (Ministère de l'économie, du commerce et de l'industrie), soutien de l'industrie spatiale japonaise ; MIC (Ministère des affaires internes et de la communication) ; MoE (ministère de l'environnement) ; MAFF (Ministère de l'agriculture, de la pêche et des forêts).

⁴ Mathieu GRIALOU, Bureau du CNES à Tokyo : le secteur spatial japonais, Séminaire I-Space-Prospace, 17 mai 2006.

Au vu des exemples étrangers, il apparaît clairement et logiquement une corrélation entre la dynamique du développement spatial et le niveau de décision dans l'appareil d'État. Cette observation s'applique aussi au cas de la France.

▪ **Replacer l'espace au meilleur niveau ministériel**

Le dernier ministère à comprendre l'Espace dans son intitulé fut en France le ministère délégué auprès du Ministre de l'Industrie, de la Poste et des Télécommunications, chargé de la Poste, des Télécommunications et de l'Espace (1995-1997). Depuis lors, la référence à l'espace a non seulement disparu des dénominations ministérielles mais aussi, depuis mai 2006, de celui de l'administration centrale du ministère délégué à la recherche, qui prend le nom de Direction générale Recherche et Innovation (DGRI). En outre, l'espace n'est plus qu'une des attributions d'un département sectoriel de la DGRI en charge par ailleurs des sciences de la terre et de l'univers, du géo-environnement, de l'aéronautique et des transports.

La différence est donc frappante avec la situation qui a prévalu de 1992 à 1993 lorsque le Gouvernement comprenait un ministère de la recherche et de l'espace.

Par ailleurs, un Haut Conseil de la science et de la technologie a été créé par la loi de programme de 2006 pour la recherche¹. Ce Haut Conseil est « *chargé d'éclairer le Président de la République et le Gouvernement sur toutes les questions relatives aux grandes orientations de la Nation en matière de politique de recherche scientifique, de transfert de technologie et d'innovation* ».

On ne peut que déplorer que parmi les vingt membres du Haut Conseil nommés pour quatre ans en septembre 2006, aucune figure historique du secteur spatial ni aucun de ses grands témoins ou spécialistes n'ait été retenu.

Par ailleurs, le CNES, établissement public à caractère industriel et commercial, est placé sous la tutelle du ministre de la défense, du ministre chargé de l'espace et du ministre de la recherche, qui sont en l'occurrence actuellement confondus. Depuis 1996, la tutelle de l'industrie a disparu.

Pour assurer l'implication de l'ensemble des ministères concernés par le spatial, il convient de créer un **Conseil de l'espace**.

Sous l'autorité du Président de la République, le **Conseil de l'espace** assurera la préparation des grandes décisions de la politique spatiale française, élaborera la loi de programmation spatiale, et contrôlera l'application des décisions².

La dynamisation du secteur spatial, si importante pour l'avenir de la France, passe par ailleurs par la création d'un **ministère de l'espace** de plein

¹ Loi de programme n° 2006-450 du 18 avril 2006 pour la recherche.

² Exemple de référence et d'efficacité, le comité de l'énergie atomique, sous l'autorité du Premier ministre, et avec la participation des différents ministères concernés, arrête les grandes décisions de la politique nucléaire du pays et en vérifie l'application.

exercice, ayant la tutelle du CNES et chargé de préparer, d'impulser et de contrôler la politique spatiale du pays.

Sur le plan militaire, un *commandement de l'espace* doit être créé au sein de l'État-major des armées.

2. Pour une loi de programmation spatiale

Le moyen terme est pris en compte dans le secteur spatial français par la négociation du contrat pluriannuel État-CNES, dont la dernière édition porte sur la période 2005-2010.

Il s'agit du résultat positif d'une méthode qui doit toutefois être approfondie et complétée.

L'espace a un impact notable sur la vie quotidienne des Français, sur l'emploi dans de grandes régions françaises et sur la vigueur du tissu économique national.

Le Parlement doit donc être encore plus présent dans la détermination de la politique spatiale française. Des débats de politique spatiale devront être organisés dans chaque assemblée, à intervalles réguliers. Une *loi de programmation spatiale* devra être mise en place, détaillant la politique spatiale sur dix ans, avec un réexamen et une révision éventuelle à mi-parcours.

La loi de programmation spatiale comprendra en particulier les volets suivants : développement des lanceurs, défense et sécurité, recherche et technologie, sciences de l'univers, services spatiaux, exploration et vols habités, contribution à l'ESA.

3. Une loi sur la responsabilité juridique en matière spatiale

Afin de donner un caractère juridique stable à toutes les activités spatiales, le Président de la République a demandé au Gouvernement, en mars 2006, de préparer une loi sur l'espace, le Conseil d'État ayant, pour sa part, déjà publié un rapport sur ce sujet. L'objectif est de formaliser, de structurer voire d'étendre les dispositions existantes, de manière à mettre fin à l'insécurité juridique actuelle de l'État par rapport aux activités spatiales.

▪ *Les enjeux de la future loi relative au droit spatial*

La loi relative au droit spatial devra sécuriser les activités spatiales et non pas stériliser les initiatives et les nouvelles applications, en particulier les vols suborbitaux.

Son contenu sera bien entendu nourri par les exemples des lois spatiales des autres pays. Un colloque a été organisé par le Conseil d'État sur ce thème en janvier 2007¹.

Le projet de loi devrait être soumis au Parlement début 2007.

Le rôle de la FAA (Federal Aviation Administration), administration fédérale de l'aviation aux États-Unis, donne un éclairage intéressant sur les enjeux de la loi.

Son rôle est d'abord de protéger les populations des retombées possibles d'un lanceur ou d'un engin spatial privé. En cas d'accident, le régime de la sécurité publique s'applique alors.

La FAA développe avec l'USAF (United States Air Force) des procédures de sécurité. La FAA est également responsable de la sécurité des lancements, des objets lors de la réentrée, des pas de tir fédéraux et privés. Des inspecteurs sont désignés à chaque lancement. S'agissant du programme COTS de transport spatial privé, c'est la FAA qui délivrera les certificats de navigabilité aux engins mis au point par les contractants SPACE-X et RPK. La FAA ne rentrera pas dans le détail des fabrications mais délivrera des licences de sécurité sur certains composants

Il reviendra au CNES de jouer, en France, un rôle équivalent.

Pour la sûreté et la responsabilité dans le domaine spatial, l'Europe pourrait adopter une démarche de type « bottom up », où les États membres seraient encouragés à échanger leurs bonnes pratiques.

Une directive de l'Union européenne viendrait ensuite consacrer les grands principes.

▪ Un cas particulier : l'approche réglementaire des États-Unis pour le domaine des vols suborbitaux.

L'exemple des États-Unis concernant le transport spatial privé est intéressant à cet égard².

Ce secteur bénéficie aux États-Unis d'une période d'apprentissage et de tests dans le cadre d'un environnement réglementaire favorisant l'initiative et fondé sur la responsabilité des acteurs.

L'objectif de la réglementation américaine est de permettre à l'industrie spatiale de se développer sans être freinée.

Le passager d'un vol suborbital voyagera avec la garantie d'un niveau de sécurité minimal mais en connaissant les risques existants, ce dont la FAA s'assurera. En échange des informations liées à la sécurité du vol, le passager signera une décharge. Si ce principe est respecté, la FAA pourra délivrer un

¹ Document de référence : *Pour une politique juridique des activités spatiales, Études du Conseil d'État, La Documentation française, 2006.*

² Patricia Grace SMITH, Associate Administrator for Commercial Space Transportation, Federal Aviation Administration, Washington, 7 novembre 2006.

certificat de navigabilité. Le principe est que les promoteurs de ces vols attacheront par eux-mêmes une grande importance à la sécurité, ne serait-ce que parce qu'un accident signifierait la mort de l'entreprise et un coup d'arrêt au secteur.

À l'occasion de l'édition du X Prize 2006 qui s'est déroulé au Nouveau Mexique en octobre 2006, la FAA a permis à la société BLUE AEROSPACE de rentrer dans un processus de précertification. La FAA interviendra également dans la certification de « *Space Port America* » situé au Nouveau Mexique et développé par VIRGIN GALACTIC.

La FAA n'a pas de relations suivies avec ses homologues. D'ailleurs, il n'existe pas de normes internationales de standardisation. Mais des échanges d'informations ont lieu avec les administrations étrangères homologues dans le cadre des projets de tourisme spatial, par exemple le Japon, l'Australie.

4. Redonner une marge de manœuvre au CNES

Le CNES est actuellement corseté dans une subvention qui, d'après le contrat État-CNES couvrant la période 2005-2010, n'est destinée à croître qu'au rythme moyen de 0,7% par an.

Après la phase de remise en ordre réussie avec brio par son président, M. Yannick d'ESCATHA, le CNES doit se relancer pour faire face aux défis de l'espace des prochaines décennies.

▪ Une remise en ordre réussie

Après les sept vols réussis depuis le premier vol de qualification de 2005, le lanceur lourd ARIANE-5 ECA est désormais qualifié, capable de lancer une charge maximale de 9 tonnes. Au cours de ces vols, les paramètres physiques des lanceurs se sont maintenus aux valeurs prévues sans mise en jeu d'une quelconque redondance, et l'injection sur orbite s'est effectuée avec une grande précision.

Le passage d'un mode de production de prototypes à une production industrielle est en cours. En outre, le CNES a mis en place, avec les industriels, un dispositif de maintien des compétences, de manière que le passage à la phase industrielle d'ARIANE-5 ne se traduise pas par des pertes de savoir-faire dans le domaine du développement.

Autre succès à l'actif du CNES, la base spatiale de Kourou a été restructurée et peut fonctionner d'une manière satisfaisante à une cadence mensuelle. Par ailleurs, l'ensemble des contrats relatifs à SOYUZ en vue de sa mise en œuvre a été signé au niveau des Gouvernements, des industriels et de la région Guyane. La compétitivité de la base spatiale a progressé grâce à une mise en concurrence accrue des fournisseurs et à un accord avec l'ensemble des organisations syndicales sur la convention de site. Les travaux de construction du pas de tir de SOYUZ se déroulent d'une manière satisfaisante, une célébration de

ce processus étant prévue fin février 2007 en présence des responsables russes et européens.

Sur un plan financier, l'année 2005 aura vu le comblement du déficit de 35 M€ de l'année de 2002. Avec, de surcroît, un résultat positif de 5M€, les finances du CNES sont assainies.

En l'occurrence, si le CNES a pu redresser la barre, c'est grâce à la mobilisation d'un personnel dont la compétence suscite le respect en Europe et dans le monde entier, y compris aux États-Unis et en Russie.

▪ *Au CNES l'imagination et l'application, au Gouvernement et au Parlement le choix d'un spatial audacieux*

Avec un ministre de plein exercice en charge de l'espace et une place retrouvée dans une dynamique de croissance nationale, le CNES pourra se livrer sans crainte à sa mission fondamentale, proposer aux pouvoirs publics une stratégie scientifique, technique et industrielle de l'espace, ambitieuse et innovante, et mettre en œuvre les décisions prises par le pouvoir politique.

Il est indispensable que le CNES puisse de nouveau alimenter la réflexion du Gouvernement et du Parlement en proposant, sans autocensure ni limites fixées de l'extérieur, des pistes audacieuses, imaginatives et porteuses de progrès pour la Nation.

Le CNES doit se voir habilité à proposer une gamme de projets de l'ambition la plus grande, susceptibles de faire de la France un acteur mondial de tout premier plan.

Le CNES doit se voir également habilité à évaluer, non pas en termes d'opportunité dans les limites qui lui ont été fixées, mais en termes techniques et financiers et en toute transparence, les propositions d'autres cercles de la société française – le Parlement, l'industrie, les associations – avant de les transmettre aux pouvoirs publics

Une fois les choix du pays arrêtés par le Gouvernement avec l'accord du Parlement, le CNES attachera, comme il le fait actuellement, tous ses soins à l'application des décisions prises.

▪ *Une nouvelle dynamique budgétaire indispensable*

Le spatial plonge ses racines dans l'histoire scientifique et industrielle de la France.

Il est totalement contraire à la vocation et à l'avenir de la France de cantonner le CNES à la gestion de la pénurie budgétaire.

Que montrent les chiffres budgétaires d'aujourd'hui et des trois prochaines années ? ***Que la France a décidé de faire croître moins vite le budget du CNES que celui de l'agence européenne de l'espace, l'ESA.*** Cette politique est inacceptable.

Si une cure d'austérité était sans doute nécessaire, l'agence spatiale française doit reprendre aujourd'hui sa marche en avant, en s'appuyant sur ses réussites reconnues.

Pour préparer l'avenir qui sera à n'en pas douter spatial, la France a besoin du CNES, indispensable pour faire passer dans la pratique une stratégie décidée au plus haut niveau politique et parlementaire. La France a aussi besoin du CNES pour soutenir son industrie qui, à force de se rationaliser, roule sur la jante, et pour aider à la création des jeunes entreprises qui vont se multiplier pour proposer les nouveaux services spatiaux.

L'Europe a aussi besoin d'un CNES fort et dynamique. Si les autres États membres, comme l'Italie et l'Allemagne, s'engagent dans le développement de leur industrie spatiale, l'Europe a besoin du CNES, de son expérience dans les lanceurs et les systèmes orbitaux, de son soutien pour la conduite – la maîtrise d'ouvrage – des programmes, de ses capacités d'études-systèmes et d'innovation technologique.

L'expansion du spatial mondial a aussi besoin d'un CNES fort, en situation de multiplier les coopérations multilatérales avec les États-Unis, le Japon, la Russie, la Chine et l'Inde, qui souhaitent son implication dans nombre de leurs programmes.

C'est pourquoi il est indispensable de réviser, dès 2007, le contrat pluriannuel État-CNES.

Il est indispensable de découpler au sein de son budget le segment « *sciences spatiales* » et le segment « *préparation de l'avenir* ».

Ce second segment, intitulé désormais « *technologies futures* » doit recevoir dès 2008, une subvention supplémentaire récurrente de 15% du budget total du CNES.

La loi sur l'espace en préparation va par ailleurs attribuer de nouvelles compétences au CNES, pour la *réglementation* des activités spatiales ainsi que pour la *certification*, c'est-à-dire le contrôle de leur sûreté, voire plus tard dans le contrôle de la qualité des données diffusées, par exemple pour les données de positionnement-navigation de GALILEO et plus tard encore pour les données de sécurité environnementale délivrées par le programme GMES.

Pour exercer ces missions entièrement nouvelles, le CNES devra donc bénéficier d'une subvention supplémentaire, alimentée par le budget de l'État¹.

Enfin, pour permettre au CNES d'approfondir ses coopérations multilatérales avec ses partenaires de toujours – États-Unis, Russie - et de tendre une main plus assurée aux nouvelles puissances spatiales, le taux de croissance de la « *part nationale* » du budget du CNES², doit être, dès 2008, porté à au moins 8% par an, au lieu de l'insuffisant 1,5% actuel. Par référence au budget total du CNES, subvention à l'ESA incluse, cette augmentation permettrait d'atteindre un

¹ Et non pas par les industriels, qu'ils soient bien établis ou qu'ils soient des start-up dans les services.

² Part nationale en réalité dévolue aux coopérations multilatérales conduites par le CNES

rythme d'augmentation annuelle de 5%, ce qui constitue une hausse minimale, compte tenu de la priorité à donner, en France, au secteur spatial.

5. Mobiliser les agences de soutien à la recherche et à l'innovation ainsi que les régions

Dotée, depuis 2005, de nouveaux instruments de stimulation et d'aide à la recherche, la France doit s'en servir pour conforter ses atouts dans l'espace.

L'Agence nationale de la recherche octroie des subventions de l'ordre de quelques centaines de milliers d'euros par projet, sur la base de propositions de recherche amont présentées par des équipes de recherche publiques et privées en réponse à des appels à proposition.

L'Agence de l'innovation industrielle intervient pour des montants plus élevés, de l'ordre de quelques dizaines de millions d'euros, sur des projets industriels précompétitifs. Les régions quant à elles s'investissent de plus en plus dans le soutien à la recherche et à l'industrie.

Tous ces instruments doivent être mis au service du développement du secteur spatial, compte tenu de son importance économique et stratégique.

▪ L'Agence nationale de la recherche

L'Agence nationale de la recherche (ANR), créée par la loi de programme du 18 avril 2006 pour la recherche, est un établissement public à caractère administratif dont la mission est le financement de projets de recherche.

Le financement par l'ANR des recherches amont touchant à l'espace peut s'effectuer par l'intermédiaire des différents programmes pour lesquels des appels à projets sont effectués ou par l'intermédiaire de programmes dits « *blancs* » car sans thématique imposée.

Les programmes ayant une dimension spatiale sont le Programme « Systèmes Interactifs et Robotique », le Programme « Technologies logicielles » ainsi que le Programme « Télécommunications ».

Une sensibilisation accrue des chercheurs publics ou privés aux débouchés du spatial devra être réalisée

▪ L'Agence pour l'innovation industrielle

Créée en juillet 2005, l'Agence pour l'innovation industrielle (AII) a pour but le soutien à de grands programmes industriels structurants, avec pour objectifs la création d'emplois hautement qualifiés et le soutien à l'exportation¹. Les aides sont l'avance remboursable et la subvention, dans la limite de 50% des dépenses

¹ Les dépenses éligibles aux aides de l'AII sont les suivantes : dépenses de personnel ; dépenses d'équipement de recherche ; coûts d'achat de services de consultance ou de sous-traitance ; autres frais d'exploitation liés à la recherche.

engagées par les entreprises, accordées à des Programmes Mobilisateurs pour l'Innovation Industrielle.

Parmi les projets soutenus fin 2006, un seul, TVMSL (Télévision mobile sans limite) présenté par ALCATEL, porte sur un domaine concernant l'espace, en se limitant toutefois sur son infrastructure sol. Il s'agit de développer un nouveau standard pour la Bande S de télécommunications entre un satellite et un réseau terrestre¹. Encore l'aide prévue est-elle limitée à 17 M€ de subvention et à 21 M€ d'avance remboursable en cas de succès, soit un total de 38 M€ à partager entre huit partenaires industriels et trois laboratoires publics.

On ne peut que s'étonner de la faible place faite au spatial dans les financements de l'agence.

L'AII doit éviter le saupoudrage et capitaliser sur les atouts industriels de la France, dont l'industrie spatiale fait partie au tout premier rang.

▪ **L'implication des régions**

Au niveau territorial, les pôles de compétitivité représentent un nouvel outil fondamental pour accélérer le développement du spatial.

Il est de la vocation des collectivités territoriales d'aider au financement des grands équipements scientifiques. La région Ile-de-France l'a fait pour le synchrotron SOLEIL, en contribuant à son financement pour la période 2002-2009 pour un montant de 149 M€ et le département de l'Essonne pour 34 M€.

Pour sa part, la Bavière a investi 180 M€ dans le soutien aux sociétés de services liées à GALILEO et le Latium en Italie 50 M€², pour favoriser la création et l'implémentation de nouveaux services liés au positionnement et à la navigation.

Les régions, non seulement, doivent être plus à l'écoute des entreprises, des laboratoires et du CNES, mais, aussi, être plus réactives pour soutenir leurs demandes.

Moins de bureaucratie et plus d'engagements rapides sont indispensables.

L'identité spatiale de l'agglomération toulousaine pourrait être encore développée, en aidant les start-up prestataires de services des futurs systèmes européens GALILEO et GMES

¹ Les autres projets sont les suivants : BioHub pour la valorisation des ressources agricoles par les biotechnologies ; HOMES pour le bâtiment économe en énergie ; NeoVal pour un transport modulaire automatique sur pneus ; Quaero pour la recherche et la reconnaissance de contenus numériques ; NanoSmart pour des substrats innovants pour l'opto et la micro-électronique ; Véhicule Hybride HDI ; ADNA pour des avancées diagnostiques et de nouvelles approches thérapeutiques ; ISEULT pour l'imagerie médicale du futur ; OSIRIS, pour de nouvelles biotechnologies de valoriser des agro-ressources ; MINimage pour des microcaméras ; MaXSSIM pour les services multimédias sur mobiles.

² Marc FRANÇOIS, Directeur industriel, TELESPAZIO, audition du 26 octobre 2006.

IV.- UNE NOUVELLE GOUVERNANCE DU SPATIAL EN EUROPE

Une nouvelle gouvernance est également nécessaire en Europe, dans les différentes instances ayant à connaître du spatial et pour les relations entre ces dernières.

1. Réformer la gouvernance de l'ESA

Rassemblant 17 États membres, soit ceux de l'Union européenne à Quinze auxquels s'ajoutent la Norvège et la Suisse¹, l'Agence spatiale européenne - ESA (European Space Agency) est une organisation internationale, structurellement indépendante de l'Union européenne et dotée en 2006 d'un budget de 2,6 milliards €.

Avec le concours décisif des agences nationales, l'ESA a permis l'essor de l'Europe spatiale. L'ESA se trouve toutefois en 2007 à un tournant de son histoire.

▪ Des succès majeurs mais un essoufflement manifeste

L'évolution récente de l'ESA conduit à s'interroger sur ses possibilités réelles de créer une dynamique à la hauteur des défis futurs de l'espace.

Les activités obligatoires de l'ESA – science spatiale et budget général –, qui représentent 25% des dépenses totales, sont financées par des contributions de chaque Etat membre, proportionnellement à son PNB. En outre, l'ESA conduit des programmes optionnels qui représentent 70% des dépenses totales, auxquels les États membres peuvent ou non participer. Enfin l'ESA travaille pour des pays tiers, les dépenses correspondantes représentant 5% de son budget.

Les commandes passées par l'ESA obéissent au principe du retour géographique, selon lequel l'ESA investit dans chaque État membre, sous forme de contrats attribués à son industrie pour la réalisation d'activités spatiales, un montant équivalant à peu près à la contribution de ce pays.

Les domaines d'excellence de l'ESA sont la définition des missions spatiales, le développement de la technologie et des systèmes spatiaux, ainsi que les opérations en orbite.

L'ESA a confié à des structures spécialisées la charge d'exploiter les systèmes opérationnels, comme par exemple EUMETSAT, ou d'exploiter des instruments spécialisés comme l'ESO (European Southern Observatory).

Le Conseil de l'ESA au niveau ministériel, en date du 6 décembre 2005, a adopté le principe d'un plan à long terme 2006-2015, dont les dispositions

¹ Les 17 membres de l'ESA sont les suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Norvège, Portugal, Royaume Uni, Suède, Suisse. En outre le Canada, la Hongrie et la République tchèque participent à quelques projets de l'ESA dans le cadre d'accords de coopération.

revêtent en conséquence une importance clé dans le contexte actuel de concurrence et de ralentissement des investissements spatiaux de l'Europe.

Pour le budget obligatoire, la session ministérielle du Conseil de l'ESA de décembre 2005 a adopté le principe d'une augmentation de 2,5% par an seulement du programme scientifique et une stabilité du budget général pour les années 2006 à 2010.

Les engagements relatifs aux activités optionnelles qui devront être définis dans les prochains mois, pourraient compenser, et au-delà, cette prudence, qui ne laisse pas augurer un rattrapage du retard européen.

▪ **La réforme du processus de décision de l'ESA, préalable à sa dynamisation**

L'augmentation du nombre de membres de l'ESA pose la question de sa gouvernance. Cinq pays sont candidats¹ et avec les trois pays baltes², le nombre de membres de l'ESA pourrait rapidement monter à 25.

Ayant d'ores et déjà des conséquences notables, l'élargissement supplémentaire pourrait aboutir à une paralysie de l'agence.

En raison de la règle des deux tiers de voix applicable aux votes des budgets, les petits pays, qui représentent moins de 15% des contributions, peuvent forcer la main des grands pays qui fournissent plus de 85% du budget. Ainsi, les grands pays ont été à plusieurs reprises contraints de reporter, contre leur gré, des budgets de l'année n à l'année n+1.

Il faut donc à l'avenir sortir du système actuel où chaque pays détient une voix, quelle que soit son implication financière. D'autres critères doivent entrer en ligne de compte. Un système de majorité qualifiée doit être envisagé, avec comme base un pourcentage minimal des budgets publics ou des PIB cumulés³.

Le nouveau processus de décision devra concilier les intérêts de différents types de pays et assurer la continuité de leur solidarité. Les États essentiellement utilisateurs ne doivent pas se sentir exclus. Mais les États producteurs de spatial doivent acquérir une marge de manœuvre et voir leurs intérêts industriels pris en considération.

▪ **Fonder le retour géographique sur de nouveaux critères**

Le retour géographique est un des ciments de l'ESA. Il garantit qu'un État contribuant au budget de l'ESA bénéficiera des retombées économiques de son investissement.

¹ Les cinq candidats à l'adhésion sont les suivants : Pologne, Hongrie, Roumanie, République tchèque, Slovaquie.

² Estonie (Estonia), Lettonie (Latvia), Lituanie (Lithuania).

³ Le projet de constitution européenne définit la majorité qualifiée sur la base de 55% des États membres représentant 65% de la population.

Le retour géographique a toutefois un inconvénient important, celui de contribuer à la dispersion géographique des compétences et à leur duplication. Ce problème, qui touche les programmes obligatoires, est plus aigu pour les programmes optionnels. Un pays leader dans un programme spécifique exige, en effet, le plus souvent que les compétences correspondantes soient installées sur son territoire.

Les coûts de la duplication peuvent au total atteindre des niveaux importants. Au-delà des doublonnages d'investissements, l'on peut assister à la séquence infernale de création - suppression - recréation, d'où un doublement de l'investissement réalisé à quoi s'ajoutent les dépenses liées au plan social de fermeture de l'activité¹.

C'est pourquoi il paraît nécessaire de redéfinir les critères du retour géographique en cohérence avec les règles européennes de la concurrence. Plusieurs méthodes sont envisageables.

La sélection de la meilleure offre, quelle que soit la nationalité du soumissionnaire, aurait pour effet d'accroître l'hétérogénéité de l'industrie spatiale européenne. Mais les gains en termes d'efficacité permettraient d'accroître le volume total d'investissement.

Solution moins extrême, l'évaluation ne devrait pas être faite programme par programme mais globalement.

Par ailleurs, au-delà du montant des contrats signés avec les entreprises locales, de nouveaux critères pourraient intervenir comme le service rendu aux partenaires du programme considéré.

En tout état de cause, pour maximiser l'action de l'ESA, il faut revoir les modalités d'application de la règle du retour géographique.

L'objectif doit être de soumettre cette question, comme celle du processus de décision au prochain Conseil ministériel de l'ESA, qui se tiendra aux Pays-Bas en 2008².

▪ **Convaincre l'Europe d'adopter la préférence européenne**

Après de longs débats, le conseil ministériel de l'ESA de décembre 2005 a permis de mettre en place la préférence européenne en matière de lanceurs.

Il s'agit là d'un principe de bon sens évident, celui de la solidarité européenne.

Mais deux limites ont été apportées à ce principe.

En premier lieu, il s'agit d'une préférence et non pas d'une obligation.

En second lieu, la préférence européenne s'impose à l'ESA mais pas aux États membres.

¹ François AUQUE, Président, EADS ASTRIUM, audition du 15 novembre 2006.

² Le dernier Conseil ministériel de l'ESA s'est tenu en décembre 2005 à Berlin. La périodicité des conseils ministériels est de 3 ans en moyenne.

Ceci ne peut qu'avoir une incidence sur le retour géographique.

S'appliquant aux participants aux programmes de l'ESA, le retour géographique n'a de sens que s'il est réciproque.

Tout État membre participant d'une manière ou d'une autre à la production des lanceurs de l'ESA, devrait être tenu de choisir ces derniers, sauf à voir redistribuer son plan de charge chez ses partenaires.

▪ ***Amplifier l'ambition de l'ESA***

Une fois réformée, l'ESA sera en mesure d'augmenter le nombre de projets mais aussi d'élargir leur ambition. Des coopérations renforcées pourront être mises en place par des groupes de pays à géométrie variable.

En tout état de cause, il est inconcevable que l'ESA ne prenne pas part, avec ses propres initiatives, au concert de projets lunaires et martiens et n'ait pas une grande ambition en termes de vols habités.

2. L'Union européenne, un acteur spatial indispensable

L'implication de l'Union européenne dans le développement spatial européen est sans aucun doute décevante à tous les niveaux.

Ce déficit renvoie à l'illisibilité sinon à l'inconsistance actuelle du projet politique de l'Europe.

En l'absence de projet global de défense et de sécurité commune et de projet économique et industriel, clairement affichés, en l'absence d'engagements financiers solides, on ne saurait s'étonner que l'Union européenne soit un acteur faible dans l'Europe spatiale. On doit aussi remarquer que l'industrie spatiale a précédé, et de loin, la démarche d'intégration européenne.

Les ferments d'une implication accrue de l'Union européenne dans l'aventure spatiale existent toutefois.

Le spatial peut contribuer à « *faire l'Europe* ». Les différents instruments de l'Europe dans son état actuel peuvent d'ailleurs lui servir à monter en puissance, tout en contribuant à l'unité européenne.

▪ ***Le PCRD, un instrument à assouplir***

Le Programme cadre de recherche et développement ne suffit pas à stimuler la recherche européenne comme elle devrait l'être, et tout spécialement la recherche spatiale. Mais il s'en faut de peu pour qu'il soit vraiment utile.

Adopté le 18 décembre 2006, le 7^{ème} Programme cadre de recherche et développement (2007-2013) prévoit un montant de 1,43 Md € pour le thème de l'espace, soit 204 M€ par an et 2,6% du budget total du PCRD.

On peut s'étonner du pourcentage très faible représenté par la recherche spatiale. L'on estime toutefois à 80 M€ par an le montant des aides accordées lors du 6^{ème} PCRD (2002-2006).

Construit sur des bases thématiques opérationnelles claires, le 7^{ème} PCRD représente donc un progrès incontestable.

Mais les règles de fonctionnement du PCRD doivent être impérativement adaptées en permanence, pour réduire la complexité des procédures et mettre fin à la nécessité pour les industriels d'un cofinancement à 50%, deux causes qui ont conduit dans le passé à la non-distribution de toutes les subventions budgétées.

En tout état de cause, un financement européen allant au-delà du PCRD doit être recherché.

▪ ***GALILEO, un premier financement dépassant les cadres traditionnels***

L'Union européenne a apporté un financement conséquent au projet de système de positionnement-navigation GALILEO, dans la phase de recherche et de définition.

Au titre du 5^{ème} PCRD, 100 M€ ont été accordés, et au titre du 6^{ème} PCRD, 100 M€ également.

Par ailleurs, le projet a bénéficié d'un montant de 550 M€, au titre du programme TransEuropean Network.

L'Union a ainsi fait la preuve que le budget européen peut soutenir de grands projets structurants.

▪ ***L'éligibilité de l'espace aux budgets de la politique agricole commune et du développement rural***

Pour l'année 2007, les engagements budgétaires de l'Union européenne en faveur de l'agriculture s'élèvent à 42,7 Md€ soit 34% de son budget total.

L'utilisation de l'outil spatial pour le suivi des cultures et de la forêt est en pleine expansion, en particulier dans les nouvelles grandes puissances spatiales comme la Chine ou l'Inde.

Si, dans ces pays, l'étendue de leur territoire confère au spatial une supériorité sur toutes les autres techniques, les élargissements successifs de l'Union européenne rendent de plus en plus complexe, coûteux et inopérant le contrôle in situ de la bonne application de la politique agricole commune.

Le budget de la politique agricole commune devrait donc comprendre le financement d'une infrastructure spatiale de suivi et de contrôle des cultures et de la forêt. Ce financement sera remboursé, d'une part, par la diminution de la fraude, et, d'autre part, par l'amélioration des cultures et une meilleure gestion forestière.

Le spatial peut par ailleurs contribuer au développement rural auquel l'Union européenne a alloué, pour 2007, des engagements d'un montant de

12,4 Md€, soit 9,8% du budget communautaire total, ainsi que pour la protection de l'environnement qui bénéficie en 2007 de 0,2 Md€ (0,2% du budget total).

La mise en place d'un outil spatial évolué de ce type s'impose d'autant plus que les effets du changement climatique doivent être identifiés et leurs conséquences anticipées.

▪ ***La cohésion régionale renforcée par le spatial***

La cohésion régionale est un objectif prioritaire de l'Union européenne, qui va, en 2007, y consacrer 45,5 Md€, soit 36% de ses dépenses totales, au travers des subventions du Fonds européen de développement régional (FEDER) et du Fonds de cohésion.

Les aides correspondantes ont pour but de relever le niveau des infrastructures locales dans les régions, afin d'harmoniser les conditions de développement.

Les technologies spatiales sont à même d'apporter des contributions décisives à la résorption du retard des régions défavorisées des États membres, comme par exemple pour les télécommunications, la télédiffusion, l'Internet à haut débit.

▪ ***La contribution indispensable de la Commission en tant qu'utilisateur de l'espace***

Une participation de l'Union européenne au financement des infrastructures spatiales est indispensable par le biais de contributions régulières versées par les directions générales de la Commission européenne utilisatrices des données spatiales.

Ainsi la DG transports doit contribuer au financement du centre de Kourou, la DG Recherche à celui des applications scientifiques de l'espace, la DG Environnement au financement du système GMES et la DG Santé au financement de la télédétection et du suivi épidémique.

▪ ***Une nouvelle approche de l'espace par la Commission européenne***

Les affaires spatiales sont essentiellement du ressort de la Direction générale Entreprises de la Commission européenne. La Direction générale Recherche est conduite à en connaître également mais à la marge, au travers du Programme cadre de recherche et développement. Enfin, la Direction générale Transports traite du spatial avec le seul projet GALILEO.

En réalité, la prise en compte du spatial par la Commission européenne est à la fois fragmentée et sous dimensionnée.

Les applications spatiales concernant l'ensemble des directions générales, une approche transversale doit être mise en place.

Au niveau de la Commission, un groupe de travail Espace rassemblant les commissaires concernés devrait être créé, à l'instar du Conseil de l'espace à mettre en place en France¹.

Par ailleurs, le président de la Commission, soucieux de concrétiser des projets ambitieux pour l'Europe, doit être mieux informé des grands programmes spatiaux que l'ESA, les agences spatiales nationales et l'industrie européenne sont capables de faire avancer.

▪ À l'Union européenne la fixation d'objectifs, à l'ESA la maîtrise de leur réalisation

Le projet de Constitution européenne, dans son article III-254 introduisait une compétence partagée entre l'Union et les États membres pour la définition d'une politique spatiale européenne. En outre, l'Union était encouragée à développer ses liens avec l'Agence spatiale européenne, ainsi que l'indiquait l'article III-254.²

Malgré le rejet de la Constitution, la coopération peut toutefois se poursuivre au sein du Conseil Espace. Depuis mai 2004, un accord-cadre entre l'Union européenne et l'Agence spatiale européenne formalise en effet leur coopération pour développer en commun une politique européenne de l'espace. Cet accord établit le Conseil spatial qui réunit le Conseil de l'Union et le Conseil de l'ESA au niveau ministériel³.

La concertation qui en résulte est une bonne chose. Mais elle ne saurait entraîner une confusion des rôles, ni faire disparaître le caractère intergouvernemental de l'ESA.

À cet égard, il est indispensable de clarifier, par avance et d'une manière définitive, les rôles respectifs de l'Union européenne et de l'ESA, dans la perspective souhaitable d'une implication accrue de l'Union européenne dans le secteur spatial.

L'Union européenne et le Conseil des ministres, sinon le Conseil européen, pourront être le siège de l'élaboration de la politique spatiale communautaire. Mais la Commission ne possède aucune compétence technique dans le domaine spatial.

¹ Claudie HAIGNERÉ, conseiller du directeur général de l'ESA, ancien ministre, cosmonaute, audition du 27 janvier 2007.

² Le texte de l'article III-254 est libellé de la manière suivante : « I. Afin de favoriser le progrès scientifique et technique, la compétitivité industrielle, l'Union élabore une politique spatiale européenne. A cette fin, elle peut promouvoir des initiatives communes, soutenir la recherche et le développement technologique et coordonner les efforts nécessaires pour l'exploration et l'utilisation de l'espace.

II. Pour contribuer à la réalisation des objectifs visés au paragraphe 1, la loi ou loi-cadre européenne établit les mesures nécessaires, qui peuvent prendre la forme d'un programme spatial européen.

III. L'Union établit toute liaison utile avec l'Agence spatiale européenne. »

³ A titre d'exemple le Conseil Espace des 28 et 29 novembre 2005 a recommandé au Conseil et au Parlement européen d'étudier la mise en place d'une participation du budget communautaire au financement des coûts d'exploitation des services GMES.

Il serait contre-productif qu'elle veuille s'en doter, alors que l'ESA les possède au meilleur niveau, avec un retour d'expérience de plus de trente années¹. Il serait également très dangereux d'imaginer l'ESA en tant qu'Agence communautaire, car l'Espace vivra encore largement de programmes optionnels permettant de faire avancer la coopération entre les États membres les plus motivés.

Dès lors, il est impératif que l'ESA conserve sa spécificité. Elle doit être la principale agence d'implémentation de la politique spatiale européenne, en développant sa capacité à coordonner les efforts programmatiques de l'Union européenne et de ses États membres.

▪ Les présidences allemande et française pour dynamiser le spatial européen

Deux grands pays spatiaux ont la charge de la présidence de l'Union européenne en 2007 et 2008² : l'Allemagne au 1^{er} semestre 2007 et la France au 2^{ème} semestre 2008.

Pour l'avenir du spatial européen mais aussi pour le destin global de l'Europe, les deux pays, associant l'Italie, doivent dépasser les clivages nationaux et avancer résolument dans une nouvelle politique.

Des projets audacieux doivent être adoptés, tant en ce qui concerne les applications spatiales que pour l'exploration et les vols habités.

La Conférence Interparlementaire européenne sur l'espace (CIEE)³ a exprimé à plusieurs reprises la demande de voir la politique spatiale européenne s'amplifier rapidement pour répondre aux défis technologiques et politiques des prochaines décennies.

Au niveau national, le Groupe parlementaire sur l'espace s'efforce de faire aux instances de décision des propositions allant dans le même sens.

En l'occurrence, attendre la réforme des institutions de l'Europe pour donner sa chance au spatial européen serait suicidaire, tant la concurrence mondiale crée une urgence.

Avec l'Union européenne dans son état actuel, l'ESA, les agences spatiales nationales, les organisations spécialisées comme EUMETSAT, de grandes institutions existent. Des progrès majeurs sont possibles, sans attendre l'hypothétique constitution européenne.

¹ L'ESA a succédé en 1973 à l'ESRO (European Space Research Organisation) et à l'ELDO (European Launcher Development Organisation).

² Présidence du Conseil européen : 2006 : Autriche (1^{er} semestre) ; Finlande (2^{ème} semestre). 2007 : Allemagne (1^{er} semestre) ; Portugal (2^{ème} semestre). 2008 : Slovaquie (1^{er} semestre) ; France (2^{ème} semestre). 2009 : République tchèque (1^{er} semestre) ; Suède (2^{ème} semestre).

³ La Conférence interparlementaire européenne sur l'espace (CIEE), fondée en 1999, rassemble chaque année des parlementaires des membres fondateurs (France, Belgique, Allemagne, Italie, Espagne, Royaume Uni) des membres permanents (autres États membres simultanément de l'UE et de l'ESA), des pays associés (États membres de l'Union européenne ou de l'ESA), des pays à statut spécial (Russie) et des États observateurs (Chine, États-Unis, Brésil). La 8^{ème} CIEE s'est tenue en mai 2006 à Bruxelles.

Sans attendre, il faut avancer pas à pas avec modestie et réduire les nombreux points de blocage entravant le dynamisme, dont plusieurs ont été identifiés dans le présent rapport et faire de même pour tous les autres qui pourraient exister.

3. Les institutions européennes existantes, un socle pertinent pour l'avenir

« Pour la gouvernance des années post 2015, il n'y a sans doute rien de plus important que de convaincre l'Union européenne de s'appuyer sur la constellation de structures européennes intergouvernementales existantes. »¹ Tel est le point de vue, fondé sur l'expérience et le souci d'efficacité, du Professeur André LEBEAU, ancien président du CNES et d'EUMETSAT.

▪ GMES, un programme ambitieux mais complexe à mettre en œuvre

Le programme GMES (Global Monitoring of Environment and Security) est le programme européen d'instruments du futur, en réseau, pour l'observation de la terre (Surveillance globale de l'environnement et de la sécurité) lancé en 2001 par accord conjoint entre l'Union européenne et l'ESA qui assureront à parité son financement initial total, soit 2,4 Md€².

Les défis du programme GMES sont nombreux, celui de son organisation générale étant l'un des plus critiques.

Au plan technique, trois problèmes sont à résoudre.

Les satellites actuels délivrent déjà des quantités de données pertinentes pour le suivi de l'environnement. La priorité est donc d'assurer leur renouvellement de manière à disposer d'une continuité d'information.

Le deuxième problème, qui est en réalité le cœur du programme GMES, est le traitement des données, la mise au point de modèles numériques d'interprétation et la diffusion des données. Ainsi GMES est sans doute davantage un programme de valorisation de données qu'un programme de collecte d'informations. C'est pourquoi le 7^{ème} PCRD prévoit une enveloppe de 800 M€ pour le segment spatial et de 400 M€ pour les services associés.

Le troisième problème à résoudre est la mise au point et le financement des trois familles de satellites intitulés SENTINEL qui viendront enrichir le panel des données disponibles.

Au plan organisationnel, la question est de savoir quelle organisation mettre en place pour faire vivre GMES.

¹ Professeur André LEBEAU, audition du 5 octobre 2006.

² Cette initiative européenne a fait florès puisque, dans la foulée de son lancement, a été créé le programme international GEOSS (Global Earth Observation Systems of Systems) lancé ultérieurement en 2003.

Or on estime qu'à l'horizon 2008, les satellites d'EUMETSAT fourniront 70% des données du programme GMES, les 30% restants étant fournis par les satellites SENTINEL.

▪ ***EUMETSAT, une organisation internationale performante***

EUMETSAT est un organisme intergouvernemental financé par les services météorologiques nationaux dont la mission initiale est de réaliser, maintenir et exploiter un système de satellites météorologiques opérationnels¹.

En 2007, EUMETSAT exploite à cet effet 9 satellites METEOSAT géostationnaires et se prépare, d'une part, à mettre en service opérationnel le satellite défilant METOP lancé fin 2006 en orbite basse polaire, et, d'autre part, à lancer en 2008 le satellite d'altimétrie océanique JASON-2.

La R&D préalable sur les satellites ayant été réalisée par l'ESA, EUMETSAT exploite les satellites et distribue les données recueillies aux services météo des États membres.

EUMETSAT est ainsi l'exemple de la mutualisation réussie d'un ensemble de ressources spatiales tournées vers le suivi de l'environnement.

▪ ***EUMETSAT, une institution adaptée à la prise en charge de GMES***

La convention d'EUMETSAT a été modifiée de manière à lui permettre de décider de nouveaux programmes sans devoir réviser préalablement la convention créant l'organisation. Au lieu de l'unanimité initiale, la règle des deux tiers a été adoptée, ce qui empêche un État de bloquer les décisions, la possibilité de programmes optionnels ayant été parallèlement introduite. Grâce à cette modification essentielle, la mission d'EUMETSAT a pu être élargie en 2000 au suivi du climat et à la détection des changements climatiques.

Par ailleurs, EUMETSAT a rejeté la règle du retour géographique, les États membres acquittant une contribution proportionnelle à leur PIB.

Les structures de l'organisation sont donc adaptées à la prise en charge du programme GMES.

L'organisation a une longue habitude du dialogue avec l'ESA pour la conception et la réalisation des satellites et, en outre, point fondamental, pour la distribution de données puisque cette fonction est remplie au bénéfice des services météorologiques depuis 20 ans.

S'agissant du traitement des données, de la modélisation numérique des données fournies par les SENTINEL 1 et 2, il s'agit de déterminer les laboratoires susceptibles de conduire les travaux nécessaires.

Disposant d'informations précises sur le tissu de recherche européen, l'Union européenne qui, en outre, au travers du PCRD, maîtrise les méthodes d'appel d'offres, pourrait être chargée de la sélection des équipes de recherche.

¹ Dr Lars PRAHM, Directeur général, EUMETSAT, audition du 20 décembre 2006.

Les pays membres d'EUMETSAT sont acquis à un tel projet. L'ESA l'est également.

Des décisions doivent donc être prises rapidement par l'Union européenne pour valider le schéma proposé qui, utilisant une structure existante performante, EUMETSAT, évitant les coûts et les retards de la création d'une nouvelle entité, est sans aucun doute la meilleure des solutions envisageables.

V.- LA DYNAMISATION DE L'INDUSTRIE SPATIALE EUROPEENNE DANS SA CONFIGURATION ACTUELLE

La fusion des industries spatiales européennes pour constituer un « *Airbus des satellites* » est un épouvantail régulièrement agité par certains observateurs.

Élément fondamental pour torpiller définitivement cette fausse bonne idée, ni l'une ni l'autre des entreprises concernées ne le souhaitent. Il faut dire que l'industrie spatiale européenne a subi, depuis 2000, une terrible hémorragie en termes de chiffre d'affaires et d'effectifs, qui ne pourrait que se continuer par un bain de sang en cas de fusion.

Par ailleurs, la disparition de la concurrence entre entreprises européennes suite à la fusion aurait comme conséquence inévitable l'ouverture des marchés publics aux entreprises extra-européennes.

1. EADS ASTRIUM favorable à la pérennité de deux acteurs européens

Ainsi que l'a indiqué son président¹, compte tenu de l'évolution institutionnelle et politique européenne, EADS ASTRIUM estime aujourd'hui qu'une coopération intelligente entre les deux grandes entreprises européennes du spatial est plus réaliste qu'une consolidation brutale.

L'explosion de la bulle Internet et les problèmes sociaux du secteur avaient pu, un temps, faire apparaître l'opportunité d'une consolidation du secteur accompagnée par les pouvoirs publics, avec le financement des mesures de restructuration et le choix politique d'un grand acteur européen.

Plusieurs changements sont intervenus depuis lors.

En premier lieu, il n'y a aucune chance de faire, aujourd'hui, accepter dans la durée, l'idée d'un grand acteur européen unique, même si un sursaut politique en faveur d'une Europe plus forte voyait le jour dans les quatre grands pays.

En second lieu, il n'existe, dans l'Union européenne, aucun mécanisme empêchant la mise en concurrence avec les États-Unis. Comme au Royaume-Uni, où EADS a été mis en concurrence avec Lockheed Martin pour PARADIGM, on ne pourrait pas exclure que le champion européen unique soit mis en concurrence avec un compétiteur américain, par les autorités communautaires pour les appels d'offre européens, mais également par les pays fournisseurs de spatial pour leurs marchés nationaux.

¹ François AUQUE, Président, EADS ASTRIUM, audition du 26 octobre 2006.

2. ALCATEL ALENIA SPACE, l'autre grand acteur européen indispensable

L'autre grand acteur du spatial européen, issu d'ALCATEL, est renforcé par l'intervention de THALÈS.

Sa pérennité est également indispensable.

▪ La structure franco-italienne ALCATEL ALENIA SPACE et le nouveau rôle de THALÈS

Les activités spatiales d'ALCATEL sont regroupées dans deux structures dans lesquelles FINMECCANICA a des participations.

La première structure est ALCATEL ALENIA SPACE, dont ALCATEL détient 67% et FINMECCANICA 33%. La deuxième structure est TELESPAZIO, spécialisée dans les services, dont ALCATEL détient 33% et FINMECCANICA 67%.

Dans le cadre de sa fusion avec LUCENT et du rachat des activités mobiles 3G de NORTEL qui vont faire d'ALCATEL le numéro un mondial des infrastructures de télécommunications, ALCATEL a décidé de se séparer de ses activités spatiales.

Ses participations dans ALCATEL ALENIA SPACE et dans TELESPAZIO sont ainsi cédées à THALÈS, avec sa division transports, qui réalise des systèmes de signalisation et une partie de sa division intégration de systèmes. En compensation, la participation d'ALCATEL dans THALÈS va passer à 22%, lui permettant de jouer le rôle d'actionnaire de référence.

Le renforcement des liens avec THALÈS représente une opportunité pour la défense mais aussi pour les communications aéronautiques par satellite et les programmes de sécurité¹. À la suite de cette opération, ALCATEL ALENIA SPACE conservera des liens étroits avec ALCATEL, sous la forme d'un accord de coopération. Ses liens avec FINMECCANICA seront conservés puisque la coopération donne toute satisfaction, le programme de convergence et d'optimisation se déroulant selon les attentes.

▪ Les dangers d'une concentration accrue de l'industrie spatiale européenne

ALCATEL ALENIA SPACE développe la même analyse qu'EADS ASTRIUM².

Si le marché spatial n'était que commercial, la consolidation de l'industrie spatiale européenne aurait un sens. Mais il est en réalité majoritairement institutionnel. La consolidation éventuelle aurait pour conséquence le passage de deux entreprises à une seule.

¹ Pascale SOURISSE, Présidente, ALCATEL ALENIA SPACE, audition du 25 octobre 2006.

² Pascale SOURISSE, *ibid.*

Pour respecter les règles européennes de mise en concurrence, l'industriel européen unique devrait être mis en compétition avec les compagnies américaines ou asiatiques, ce qui conduirait inévitablement à attribuer certains marchés aux entreprises américaines ou asiatiques, sauf à ce que la concurrence soit de pure forme.

Ceci reviendrait aussi à ouvrir un peu plus le marché européen aux entreprises américaines, alors que ce marché est d'une taille très réduite par rapport à son homologue d'outre-atlantique, sans parler des futurs marchés de la Chine et de l'Inde.

ALCATEL ALENIA SPACE et EADS ASTRIUM ont choisi de coopérer sur différents programmes institutionnels essentiels comme GALILEO, GMES et d'autres programmes scientifiques. Cette coopération favorable aux deux entreprises s'étend à certains marchés commerciaux. Sur les autres marchés, la concurrence perdure au profit des futurs clients.

En tout état de cause, l'analyse des deux grandes entreprises européennes ne peut qu'être confirmée dans ses conclusions.

L'heure n'est pas à la suppression des effectifs et à la diminution des investissements.

La relance indispensable du spatial européen doit prendre appui sur des capacités non pas en diminution mais en croissance.

3. L'amplification de l'activité par l'aval et les services

Sur la base des enquêtes faites sur l'industrie spatiale européenne par EUROSPACE, on estime que, dans la chaîne de valeur de la filière spatiale, la fabrication des lanceurs et les lancements représentent 3% des revenus du secteur, la fabrication de satellites 11%, la construction et la commercialisation des moyens au sol 24% et le segment d'opération des satellites et de ventes des services associés 62%.

Selon d'autres estimations, les investissements dans le spatial généreraient un chiffre d'affaires additionnel dans les services dix fois supérieur aux investissements directs.

L'industrie spatiale doit avoir, en conséquence, comme projet d'étendre ses prestations vers l'aval.

Plusieurs entreprises du secteur spatial proposent une offre de plus en plus complète, intégrant des services d'aval jusque-là proposés par d'autres intervenants.

C'est déjà le cas pour EADS ASTRIUM qui, dans le cadre d'un marché de quinze années, assurera avec sa filiale PARADIGM SECURE COMMUNICATIONS la fourniture d'un service intégré de télécommunications par satellite aux forces armées britanniques. En assurant la construction des

infrastructures et leur exploitation, l'industriel pourra ainsi capter l'ensemble de la valeur ajoutée et rentabiliser son activité dans les meilleures conditions.

La voie ouverte par EADS ASTRIUM est incontestablement une voie d'avenir. L'industrie spatiale doit, à l'avenir, davantage se préoccuper de l'utilisation et de la valorisation des données spatiales. Elle y trouvera des marchés nouveaux susceptibles d'augmenter sa rentabilité.

VI.- UNE COOPERATION NECESSAIRE MAIS CONDITIONNELLE AVEC LES PAYS EMERGENTS

L'avance scientifique et technologique d'un pays développé comme la France est, sans aucun doute, son meilleur atout, sinon le seul, dans la compétition internationale face aux nouvelles puissances spatiales.

À partir de ce constat, jusqu'où la coopération internationale doit-elle aller ?

Faut-il adopter une posture défensive et fermer la porte à toute possibilité de coopération ? Au contraire, faut-il accueillir favorablement toute invitation à la coopération, quelle qu'elle soit ? Faut-il, selon le domaine considéré – recherche fondamentale, recherche appliquée, ingénierie, production – imaginer différents niveaux de coopération ?

Pas davantage qu'une fermeture défensive et craintive sur des acquis technologiques, une ouverture sans précaution n'est possible.

Il faut, en tout état de cause, distinguer les niveaux de la recherche fondamentale, de l'industrie et de la formation.

1. Une coopération sans réserve dans la recherche fondamentale

Si l'on estime nécessaire d'adopter une posture purement défensive, les échanges scientifiques doivent être supprimés. Mais d'autres pays plus confiants dans leurs capacités et leur avenir occuperont alors le créneau. La compétition scientifique mondiale amène en effet un nombre croissant de laboratoires occidentaux à se rapprocher des laboratoires chinois ou indiens pour nouer des coopérations.

En réalité, la recherche fondamentale doit faire l'objet de coopérations sans réserves avec les nouvelles grandes puissances spatiales comme l'Inde et la Chine.

Avec la présence de dizaines de milliers d'étudiants étrangers, européens et asiatiques principalement, dans les laboratoires des universités américaines, les États-Unis bénéficient de retombées considérables. Leur recherche fondamentale est dynamisée, ce qui explique en partie le nombre de Prix Nobel des chercheurs américains. Les liens scientifiques et industriels avec les pays d'origine des étudiants en master, en doctorat ou en post-doc sont renforcés.

On ne doit donc pas craindre la compétition scientifique en recherche fondamentale dans un monde scientifique largement internationalisé.

L'essentiel est de continuer à *faire la course en tête*, avec le soutien des pouvoirs publics et de l'industrie.

▪ **Halte au tourisme scientifique**

Si l'on fait le pari d'une coopération profitable pour la France, alors deux politiques sont possibles : le laisser-faire et l'organisation. Le cas de la Chine est éclairant.

Le laisser-faire et la politique traditionnelle des échanges et des bourses d'études sont les solutions actuellement retenues. Six cents chercheurs français se rendent bon an mal an en Chine, dont 41% sont présents en Chine pour moins de huit jours. On peut miser sur les rencontres individuelles pour faire émerger des projets d'ampleur. Mais pour faire la course en tête, cette politique ne peut suffire.

Si l'on considère qu'il faut être aujourd'hui aux côtés de la Chine pour l'être plus tard en tant que l'un des principaux partenaires, il convient de mettre en place des coopérations multilatérales à long terme dans différents domaines clés entre la France et l'Europe.

Ceci suppose bien évidemment que la recherche et le développement soient forts en France et en Europe, à la fois pour maintenir l'avance par rapport à la Chine mais également pour être des partenaires crédibles.

Dans un tel cadre, des projets de coopération d'un bon niveau de R&T doivent être proposés, assortis de financements appropriés sur 2 ou 3 ans, auxquels l'Agence pour l'Innovation Industrielle et l'Agence nationale de la recherche devraient pouvoir participer. Des programmes prioritaires concentreront les moyens sur des domaines de recherches communes, identifiés comme les plus prometteurs compte tenu des forces des deux parties^{1,2}.

▪ **La parole aux laboratoires**

Dans le cadre de programmes prioritaires, les équipes de recherche doivent bénéficier de la plus large autonomie d'action, selon une approche « *bottom up* ».

Pour de nombreux responsables de laboratoires, la souplesse et la réactivité indispensables impliquent le contrôle a posteriori.

Une fois définies les priorités et sélectionnées les équipes de recherche parties prenantes, la plus grande autonomie d'action doit être donnée pour la sélection des étudiants en mastère, des thésards et des post-docs par les responsables des laboratoires. La pratique de stages de trois mois d'étudiants étrangers en France, qui permet de tester les candidats, doit être encouragée.

Des cursus de longue durée – mastère, doctorat, post-doc – doivent être proposés aux meilleurs étudiants³.

¹ Professeur Bernard BELLOC, Conseiller pour la science et la technologie, ambassade de France à Pékin, 29 novembre 2006.

² Fin 2006, un projet était signé, concernant la génomique de la flore intestinale. Deux autres étaient à l'étude, comme l'énergie et la pharmacologie traditionnelle.

³ Professeur Alain ASPECT, Bangalore, 15 décembre 2006.

2. L'exportation et la coopération industrielle

Face à la vigueur de la concurrence chinoise ou indienne actuelle et plus encore future, l'industrie spatiale française et européenne, loin d'être tétanisée, a déjà adopté et mis en application une stratégie élastique de coopération avec différents niveaux de sophistication.

Les rencontres faites par vos rapporteurs en Chine et en Inde, à l'occasion de leurs missions de préparation de la présente étude, avec de nombreux industriels français suscitent leur admiration devant l'inventivité, la compétence et le dévouement qu'ils déploient au bénéfice de la collectivité nationale.

▪ *Les inégales contraintes à l'exportation en Europe*

Les contraintes à l'exportation de hautes technologies dites sensibles, c'est-à-dire à application militaire directe ou indirecte, ne sont pas égales dans l'Union européenne.

Si la France fait preuve d'une grande rigueur pour le contrôle et les autorisations d'exportation, d'autres pays sont nettement plus accommodants. Les pertes de marché peuvent être importantes dans différents secteurs, comme les hélicoptères en Chine ou les avions de combat en Inde, avec un résultat nul en termes de sécurité globale pour l'Europe.

Une harmonisation des pratiques européennes est d'autant indispensable que les concurrents extra-européens peuvent être conduits à faire des exceptions aux règles ITAR (International Traffic in Arms Regulations) dont ils imposent pourtant l'application au reste du monde.

▪ *Les ateliers locaux, une voie possible sous conditions*

Le groupe SAFRAN réalise un chiffre d'affaires important en Chine, au travers des moteurs CFM56¹ qui équipent 50% de la flotte commerciale civile chinoise, et des moteurs TURBOMECA qui équipent la moitié des hélicoptères en service en Chine. Le groupe est également présent par les trains d'atterrissage, les équipements de navigation et de sécurité et la téléphonie mobile.

SAFRAN a installé des unités de production en « joint-venture » 50/50, d'une part pour apporter à la Chine des compensations aux marchés remportés, et, d'autre part, pour tirer parti des conditions de production locales.

En particulier, SAFRAN sous-traite des composants à des joint-ventures dans un cadre soigneusement défini. La sous-traitance porte sur l'usinage de pièces spécifiques de moteurs ou de trains d'atterrissage. Il s'agit de pièces isolées et non pas d'ensembles techniques critiques. Les matériaux utilisés proviennent de

¹ Les moteurs CFM56 sont produits par CFMI, filiale commune de Snecma (50%) et de General Electric (50%).

France. Le traitement des pièces usinées est effectué en France et leur montage également¹.

L'objectif est ainsi de transférer, comme le demandent les interlocuteurs chinois, différentes technologies, tout en gardant la maîtrise de la production d'ensemble et de la conception des pièces fabriquées localement.

Ce modèle de coopération industrielle fonctionne à la satisfaction des deux partenaires, puisque les parts de marchés conquises par SAFRAN en Chine sont, comme on l'a vu, importantes.

▪ **Les coopérations tous azimuts**

Dans le domaine des satellites, les coûts de main-d'œuvre pour l'assemblage d'une plate-forme ou celle d'une charge utile ne représentent pas une part importante du coût total. Pour un industriel européen, l'intérêt essentiel d'une coopération avec de nouvelles puissances spatiales réside dans le fait d'obtenir la possibilité de pénétrer des marchés qui, autrement, resteraient fermés. Pour le partenaire étranger, l'intérêt de la coopération est de pouvoir bénéficier de technologies avancées, tout particulièrement pour les charges utiles.

ALCATEL ALENIA SPACE coopère depuis 1993 avec la société russe NPO-PM, pour des satellites de télécommunications essentiellement pour le marché russe.

Par ailleurs, ALCATEL ALENIA SPACE a développé de longue date des coopérations avec différents acteurs du spatial chinois². Il s'agit non seulement de pourvoir aux besoins locaux mais aussi d'accéder, aux côtés de la Chine, à des marchés de gré à gré fermés en raison de leurs implications politiques, comme ceux du Nigeria et du Venezuela qui se placent dans un cadre « *satellite* » contre pétrole.

▪ **La coopération à long terme entre égaux**

La stratégie d'EADS ASTRIUM en Inde répond au schéma d'un partenariat à long terme entre égaux sur un marché intéressant pour les deux parties.

Dans le domaine des satellites de télécommunications, EADS ASTRIUM privilégie le haut de gamme pour satisfaire ses clients traditionnels. Pourtant il existe un marché stable pour les satellites d'une puissance inférieure. En règle générale³, les grands acteurs se sont retirés de ce marché, faute de capacités d'investissement suffisantes et en raison de leurs difficultés à baisser leurs coûts de production.

La filiale de commercialisation ANTRIX de l'agence spatiale indienne ISRO avait, en 2005, contacté EADS ASTRIUM pour mettre au point une

¹ Kening LIU, Chief Representative, SAFRAN, Beijing, 29 novembre 2006.

² CASC, CAST, SINOSAT, APT, CHINASAT, en particulier.

³ Le seul acteur occidental de ce marché est la société ORBITAL SCIENCES CORPORATION.

démarche commune de marketing et de distribution de satellites moyenne gamme de télécommunications¹. ANTRIX ayant un capital fermé, il ne pouvait s'agir pour EADS ASTRIUM de prendre une participation. La solution adoptée est la création de joint-venture sur des programmes, chaque partenaire apportant un savoir-faire et des capacités, sans injection de capitaux.

Quelques mois après la signature du partenariat, un premier marché pour le satellite W2M à lancer par ARIANE-5, a été remporté auprès d'EUTELSAT, client historique d'EADS ASTRIUM, puis quelques mois plus tard pour le satellite HYLAS auprès de la société britannique AVENTI².

L'opportunité de cette alliance franco indienne est consacrée par ses succès. Les deux entités ont des portefeuilles de produits complémentaires. EADS ASTRIUM est en mesure de proposer toute la gamme des satellites³. ANTRIX trouve des débouchés à sa production grâce au savoir-faire commercial et technique de son partenaire.

Au total, plusieurs modèles de coopération sont ainsi utilisés dans le secteur aérospatial, évitant de redouter la mondialisation mais permettant d'en tirer parti d'une manière dynamique et porteuse d'avenir.

3. La formation en France plutôt que la création d'antennes à l'étranger

La compétition spatiale est un élément central de la compétition technologique mondiale qui nécessite des réponses globales. Parmi ces réponses globales, figurent les formations universitaires.

▪ Les formations d'ingénieurs, point critique de la compétition internationale

La France a-t-elle intérêt à exporter le modèle de formation supérieure performant constitué par ses grandes écoles ?

Les pays émergents comme la Chine et l'Inde figurent d'ores et déjà sur le planisphère des grandes universités qui se battent pour sélectionner les meilleurs étudiants du monde. Dans ces conditions, toute coopération serait de nature à renforcer la compétitivité de leur offre sur le marché mondial des études supérieures. Il faut noter que les grandes universités américaines n'ont pas créé de filiales dans les grands pays émergents.

Par ailleurs, le principe simple suivant doit être rappelé : ***plus on se rapproche de l'acte de produire, moins la coopération peut être développée. La conception, l'ingénierie et les savoir-faire de la production sont des atouts dans la compétition commerciale. Leur exportation doit être proscrite.***

¹ Puissance inférieure à 4,5 kW.

² Yves GUILLAUME et Stéphane VESVAL, EADS ASTRIUM, Bangalore, 15 décembre 2006.

³ Faute de capacités de production suffisantes, EADS ASTRIUM n'aurait pas été en mesure de fabriquer les plates-formes des satellites W2M et HYLAS.

En conséquence, la formation d'ingénieurs apparaît comme une question extrêmement sensible qui peut être résumée de la manière suivante : ***faut-il encourager une grande école française spécialisée dans la construction aérospatiale à essaimer en Chine ou en Inde ?***

▪ **Former des ingénieurs étrangers en France**

Dans le cadre de la construction de sa chaîne d'assemblage pour l'A 320 en Chine, AIRBUS va devoir former sur place des ouvriers spécialisés et des techniciens. Il en sera de même pour les centres de maintenance à créer en Inde pour assurer le suivi des ventes massives sur ce marché en pleine explosion.

Faut-il aller plus loin et former non seulement des techniciens mais aussi des ingénieurs ?

Deux modèles sont actuellement en place pour la coopération universitaire française au niveau ingénieur : la création sur place de la réplique d'une grande école française ou l'accueil massif en France, dans une école française, d'étudiants étrangers.

Le groupe des cinq Écoles Centrales françaises (Paris, Lyon, Nantes, Lille, Marseille) a résolu de créer à Pékin, dans le cadre de l'université BEIHANG la 6^{ème} École du groupe, exportant même sur place le modèle des classes préparatoires intégrées¹. Une autolimitation dans ce développement est certes prévue, dans la mesure où deux promotions de cent dix étudiants sont actuellement recrutées et où le plafond est situé à cent cinquante étudiants par promotion. On peut toutefois redouter qu'une fois le savoir-faire de formation acquis, les structures et les méthodes mises en place à Pékin soient dupliquées à travers la Chine, et que les entreprises chinoises puissent alors recruter la majorité des jeunes diplômés pour leurs propres besoins. Alors, les principes originaux et féconds de la formation intellectuelle des Centraliens, qui sont à la base de maints succès des exportations françaises, seraient dupliqués chez l'un de ses principaux concurrents industriels des prochaines décennies.

Le second modèle est celui des Écoles nationales supérieures des Arts et Métiers (ENSAM) ou de l'Institut d'Optique. Sélectionnés sur place, les étudiants étrangers suivent la totalité de leur cursus sur les campus français de ces écoles, acquièrent en profondeur la culture et les mentalités françaises, s'intègrent aux associations d'élèves ou d'anciens élèves et constituent des recrues de choix pour les filiales chinoises ou indiennes des entreprises françaises. Autre avantage de ce modèle, la présence de ces étudiants étrangers stimule les élèves des écoles françaises.

La formation d'ingénieurs étrangers doit donc rester l'apanage des grandes écoles françaises sur leur campus d'origine. Les formations à la conception et à la production doivent rester françaises sur le sol français.

¹ Visite de l'École Centrale de Pékin, Université BEIHANG d'aéronautique et d'astronautique de Beijing, 30 novembre 2006.

VII.- LES NOUVEAUX MECANISMES DE FINANCEMENT UTILES MAIS NON GENERALISABLES

Pour compenser l'insuffisance des commandes et des financements publics, nationaux ou européens, l'industrie spatiale se voit contrainte de recourir à de nouveaux mécanismes de financement, allant d'un financement entièrement privé à différents types de partenariats avec les pouvoirs publics.

Jusqu'où peut-on aller avec ce type de schémas ? Les pouvoirs publics peuvent-ils réellement se désengager du financement du secteur spatial ?

1. Les limites des nouveaux montages financiers – l'exemple de GALILEO

Pour compenser le manque d'engagement des pouvoirs publics, le secteur spatial est contraint de recourir à différents modes de financement innovants.

Il s'agit de schémas financiers qui ne peuvent se multiplier à l'infini et qui risquent de se tarir brutalement en cas d'échec d'un programme emblématique.

▪ Intérêt et limites du partenariat public-privé

Le partenariat public privé a pour but de combiner des financements publics et privés pour le démarrage voire la mise en œuvre d'un projet, tout en tirant parti, si possible, des avantages respectifs des deux types de structures en termes de gestion – prise en compte du long terme par la sphère publique et efficacité de la gestion à court terme de la sphère privée –.

Le partenariat public privé est, depuis toujours, un schéma communément utilisé, explicitement ou non, dans le secteur spatial. Cette structure continue d'être performante sur des applications maîtrisées rassemblant un nombre limité d'intervenants aux responsabilités clairement établies.

Un exemple récent est donné par un projet innovant relatif à la couverture par satellite de zones privées d'Internet haut débit. Le projet HYLAS d'ASTRIUM-ANTRIX, déjà mentionné, vise à couvrir des zones blanches régionales en Espagne, au Royaume Uni et dans les pays de l'Est, pour l'Internet haut débit avec un satellite de nouvelle génération^{1,2}.

La cheville ouvrière du projet est la société privée AVENTI, spécialisée dans la distribution de publicité ciblée dans les centres commerciaux et la grande distribution. Pour accroître sa surface financière, celle-ci a ouvert son capital à des sociétés de capital-risque. Le projet lui permettant de réaliser un démonstrateur,

¹ Stéphane VESVAL, EADS ASTRIUM, Bangalore, 15 décembre 2006.

² Ce satellite de 2,3 t, de 2 kW de puissance et d'un coût de 50 à 75 M€, sera lancé par SOYUZ pour une mission de 15 ans.

l'ESA fournit ses technologies développées en interne et EADS ASTRIUM met au point la charge utile, tandis que la société indienne ANTRIX fournit la plateforme. Enfin, différentes banques ont complété le tour de table. Ce type de partenariat public privé se révèle souple, performant et adapté à un projet ciblé.

À l'inverse, un partenariat public privé peut se révéler d'une lourdeur extrême lorsque le projet est complexe, implique un grand nombre de partenaires et tente de concilier des points de vue différents.

GALILEO représente un exemple poussé à l'extrême des difficultés rencontrées par un partenariat public privé.

Le projet GALILEO de positionnement et de navigation par satellite est une initiative de l'Union européenne, la décision de principe datant de 2001 et la mise en place de financements de 2002. À la Commission européenne revient la gestion politique du projet et de son agenda. L'agence spatiale européenne ESA (European Space Agency), partenaire du projet, dirige le développement des infrastructures techniques du projet, à savoir les satellites et le segment sol.

Officialisant le partenariat entre l'Union européenne et l'ESA, la structure commune GALILEO (GALILEO Joint Undertaking GJU) de la Commission européenne et de l'ESA est responsable de la création du partenariat public privé, du développement du programme, notamment de la validation du système et des relations avec les industriels concessionnaires.

Enfin, l'Union européenne a créé une agence communautaire, intitulée l'Autorité européenne de surveillance (GNSS Global Navigation Satellite System Supervisory Authority) qui a la responsabilité de gérer les intérêts publics relatifs aux programmes européens et d'être l'autorité de régulation¹.

Comparée au système américain GPS géré par le Département de la Défense avec le soutien d'un simple département de coordination, la construction administrative de GALILEO est donc d'une grande complexité.

Au plan du financement, l'Union européenne a accordé son aide d'abord pour la recherche relative à la définition de GALILEO², par le biais du 5^{ème} PCRD (1999-2002), pour un montant estimé de 100 M€. L'Union a ensuite contribué au financement de la phase de développement et de validation au travers du budget de réseaux transeuropéens (TransEuropean Network) pour un montant de 550 M€ et du 6^{ème} PCRD (2002-2006) pour un montant de 100 M€. L'ESA a également cofinancé le développement et la validation de GALILEO pour un montant de 550 M€. Le total du financement public pour la recherche et le développement atteint donc 1,3 Md€.

¹ Les principales missions de l'Autorité européenne de régulation sont les suivantes : négociation et conclusion du contrat de concession ; gestion des fonds européens affectés au programme ; coordination des fréquences ; soutien technique à la Commission dans ses rapports avec le Parlement européen et le Conseil ; certification des composantes de GALILEO, gestion des questions liées à la sûreté et à la sécurité ; prise en charge de la modernisation du système et des nouvelles générations.

² Les études de définition sont les suivantes : GALA définition de l'architecture d'ensemble ; GEMINUS définition des services ; INTEG pour l'intégration d'EGNOS (European Geostationary Overlay Service) ; SAGA standardisation ; GALILEOSAT architecture du segment spatial ; GUST spécification et certification des récepteurs ; SARGAL service SAR (Search and Rescue).

D'un coût estimé initialement à 2,1 Md€, la phase de déploiement de GALILEO doit être prise en charge à hauteur des deux tiers au moins, par le secteur privé, soit 1,4 Md€ selon l'évaluation de départ, et à hauteur d'un tiers au plus, par le budget communautaire, soit 700 M€. Après application des nouvelles perspectives financières de l'Union européenne et prise en compte des difficultés particulières des services satellitaires et de leur commercialisation, la contribution de l'Union pourrait être portée de 700 M€ à 1 Md€.

En réalité, le partage du financement entre l'Union et le concessionnaire s'est révélé suffisamment délicat pour que les deux consortiums en concurrence pour l'attribution de la concession GALILEO, à savoir d'une part EADS Thalès et d'autre part ALCATEL-FINMECCANICA, soient invités à fusionner leurs offres, ce qui a permis, enfin, la signature du contrat de concession le 27 juin 2005.

La négociation sur la part dévolue au financement public se révèle complexe pour l'épineuse question du risque lié au développement du marché ainsi que celle liée à la responsabilité du concessionnaire. Par ailleurs, le service à usage gouvernemental PRS voit son existence encore contestée par certains pays.

Le retard pris dans la mise en œuvre du projet a fait augmenter la facture totale. L'investissement du concessionnaire est aujourd'hui estimé à 1,8 Md€ contre 1,4 Md€ en 2004.

Par ailleurs, ce retard risque d'entraîner des difficultés supplémentaires pour GALILEO à s'imposer face à un GPS modernisé.

Le partenariat public privé au plan européen se révèle ainsi d'une grande lourdeur en termes d'organisation, le partage des financements et des responsabilités étant par ailleurs particulièrement complexe à établir.

On peut se demander en conséquence si, pour un projet d'aussi grande ampleur, mêlant les objectifs diplomatiques de l'Union européenne à des objectifs nationaux souvent divergents, une autre structuration n'aurait pas été préférable.

En tout état de cause, l'organisation mise en place pour GALILEO ne saurait en aucun cas être dupliquée pour GMES.

▪ **Le financement privé de services publics**

Un autre schéma de partenariat entre le public et le privé est celui de l'initiative privée de financement d'un service public (PFI Private Finance Initiative). Les pouvoirs publics se procurent un service complet, développé par un industriel, qui obtient, sur la base d'un contrat de fourniture à long terme, des revenus garantis sur le long terme mais supporte les risques techniques.

Ce schéma est mis en œuvre par EADS ASTRIUM pour le programme PARADIGM¹.

Avec son système SKYNET 5 entièrement opéré par ses soins dans le cadre de PARADIGM, EADS ASTRIUM est la seule société au monde à être

¹ François AUQUE, Président, EADS ASTRIUM, audition du 15 novembre 2006.

opérateur de satellites militaires de télécommunications et le seul fournisseur au monde de services protégés. EADS possède des satellites militaires qu'il exploite pour le compte du gouvernement britannique qui, contrairement aux schémas habituels dans ce domaine, n'achète pas, n'intègre pas et n'opère pas des installations mais achète seulement des unités de télécommunications.

Avantage important de ce montage, le gouvernement britannique n'achète pas toute la capacité du système et ne paie que la capacité nécessaire à chaque moment. Un achat minimum d'unités assure l'équilibre financier d'EADS ASTRIUM. Si les besoins sont supérieurs au minimum, alors le gouvernement achète des unités supplémentaires. EADS ASTRIUM, de son côté, est autorisé à revendre les capacités excédentaires à la France, à l'Allemagne, au Portugal et aux Pays-Bas, par exemple.

Compte tenu du succès du projet, le gouvernement britannique a demandé à EADS ASTRIUM d'étudier la possibilité de lui fournir également des capacités institutionnelles civiles, selon le principe du guichet unique ou « *one stop shop* ».

Représentant ainsi un système particulièrement simple et efficace, le schéma d'initiative privée de financement pourrait recevoir, à l'avenir, d'autres applications, les pouvoirs publics se voyant déchargés du financement et de l'exploitation de systèmes complexes et l'industriel bénéficiant de revenus garantis sur longue période¹.

On peut toutefois estimer que les capacités réelles de financement des marchés pour ce type de projets sont limitées en volume.

2. L'indispensable soutien public au spatial

Les télécommunications par satellite sont réputées être un secteur rentable et ne pas nécessiter de financements publics. Les partisans d'un modèle libéral de développement du spatial le citent en exemple et proposent sa généralisation à l'ensemble des autres applications – positionnement – navigation, observation de la Terre.

Une telle position est doublement erronée, d'abord parce que les télécommunications spatiales ont aussi bénéficié du soutien public lors de leur démarrage, et, ensuite parce que les applications spatiales génèrent des externalités positives qui ne peuvent pas être prises en compte par le marché.

¹ Les types de contrats classiquement utilisés pour les marchés institutionnels sont les suivants : le contrat « Firm fixed price » (FFP) incluant tous les coûts sans plafonnement du profit de l'industriel qui prend en charge tous les risques ; « Fixed Price with Escalation », analogue au précédent mais les pouvoirs publics supportant les risques de change et de hausse de prix ; « Cost plus Fixed or Incentive Fee », avec couverture des coûts et un profit fixe ou variable ; « Cofinancing », qui requiert un investissement des pouvoirs publics et un investissement sur fonds propres de l'industriel. Source : CEPS.

▪ **Les télécommunications et la télédiffusion rentables grâce au soutien initial de l'État**

Les services de télécommunication et de télévision par satellite ne sont rentables aujourd'hui, comme EUTELSAT par exemple, que grâce au soutien initial des pouvoirs publics.

C'est une fois la technologie maîtrisée, les risques surmontés, les marchés stabilisés et la rentabilité assurée dans la durée, que la structure peut ensuite être, le cas échéant, privatisée.

L'échec initial des projets de téléphonie mobile par satellite, IRIDIUM, TELEDESIC et GLOBALSTAR, montre qu'en l'absence d'un soutien public pendant la phase de déploiement, l'échec est assuré. Ces projets ont effectivement été mis en place dans un cadre totalement privé, avec un financement apparemment suffisant de 9 Md\$. Mais des délais imprévus sont survenus pour la mise en place des infrastructures satellitaires. Les coûts de terminaux sont restés durablement élevés, faute d'un marché de masse qu'il eût fallu d'ailleurs avoir les moyens de créer. En conséquence, la technologie GSM a eu le temps de se mettre en place et de préempter le marché de la téléphonie mobile.

Le modèle économique d'applications commerciales développées sans le soutien préalable des pouvoirs publics n'est de fait pas viable.

▪ **Le retour non commercial des autres applications spatiales**

Si les télécommunications spatiales et la télédiffusion sont des applications solvables, les autres applications phares du spatial ne le sont pas ou ne le sont pas en tout cas suffisamment pour couvrir tous leurs coûts.

Les services de météorologie ne couvrent qu'une partie de leurs coûts et ne sont pas rentables. Certes la météorologie nationale a des ressources propres mais celles-ci sont insuffisantes.

Dans le cas de son programme SPOT, le CNES disait qu'il couvrirait ses coûts mais ce but était hors de sa portée, dans la mesure où les retours financiers de SPOT Image, même s'ils ont augmenté, sont insuffisants.

La vérité est que les principaux retours des applications spatiales actuelles sont non commerciaux¹. La météorologie spatiale et la surveillance de l'environnement ne sont pas valorisées par le marché à la hauteur des externalités qu'elles génèrent.

Comment évaluer la valeur d'une prévision météorologique vérifiée dans les faits ? Comment évaluer le suivi de la montée des eaux ou de l'érosion ? Il s'ensuit un prix de ces services qui ne peut refléter leur valeur réelle.

¹ Professeur André LEBEAU, audition du 5 octobre 2006.

▪ **Le modèle économique des données spatiales de navigation ou d'observation, un défi pour l'Europe**

Pour ne pas dépendre du signal GPS maîtrisé dans sa disponibilité et sa précision par les États-Unis, l'Europe a décidé, comme on sait, de se doter avec GALILEO d'un système propre de positionnement par satellite avec un signal d'accès restreint lié à des usages gouvernementaux, le PRS (Public Regulated Service). L'ensemble du programme représente un coût de 3,6 Md€. Les enjeux économiques de GALILEO sont présentés comme considérables. Le marché mondial du positionnement par satellite est en effet estimé à 250 Md€ d'ici à 2010 et le nombre d'emplois créés dans les services associés à 150 000.

Le présupposé de base du montage financier complexe de GALILEO, tel qu'il est présenté officiellement, est que l'utilisation du signal de positionnement et de navigation trouvera un marché et pourra être facturée, en raison de ses prestations spécifiques supérieures à celles du signal GPS. Par exemple, la navigation aérienne devrait constituer un marché solvable qui contribuera à sa rentabilité.

Selon ce schéma, certains signaux GALILEO¹ seront vendus en raison de leurs propriétés spécifiques, alors que les signaux GPS sont gratuits.

Ayant développé le GPS pour ses applications militaires, les États-Unis l'ont ouvert gratuitement à des usages civils. Les États-Unis considèrent en effet comme un service public dû au contribuable la mise à disposition générale de ce signal. Ainsi, plutôt que de mettre en place un système nécessairement complexe de paiement de redevances d'utilisation pour amortir le coût du GPS, les États-Unis ont arbitré en faveur du développement des services associés, générateurs de rentrées fiscales².

Autre aspect essentiel, pour améliorer ses performances militaires, le GPS fait l'objet d'améliorations permanentes. Il est donc illusoire de croire que, lorsqu'il sera commercialisé, le signal GALILEO supplantera nécessairement la qualité du signal GPS et que le différentiel de qualité justifiera le prix à payer pour y accéder.

Une problématique voisine va apparaître pour les données environnementales GEOSS (Global Earth Observation System of Systems).

La politique américaine relative aux données météorologiques est la gratuité, autant qu'il est possible³. Quelle sera la politique d'accès aux données

¹ GALILEO doit délivrer cinq types de services : le service ouvert et gratuit (Open Service); le service commercial procurant deux signaux additionnels augmentant la mise à jour et la précision des signaux (Commercial Service) ; le service de sécurité avertissant l'utilisateur d'une baisse de la précision du signal (Safety of Life Service); le service recherche et sauvetage (Search and Rescue Service SAR) permettant de recueillir des signaux d'alerte en vue du sauvetage, amélioration du service actuel COSPAS-SARSAT ; le service public réglementé (Public Regulated Service).

² Mike SHAW, Director, National Space-Based Positioning, Navigation and Timing Coordination Office, Washington, 7 novembre 2006.

³ Conrad C. LAUTENBACHER, Vice Admiral, US Navy, Under Secretary of Commerce for Oceans Atmosphere and NOAA Administrator, US Department of Commerce, Washington, 8 novembre 2006.

délivrées par les satellites de GMES, sachant que les États-Unis, pour leur part, opteront probablement pour la gratuité, selon le principe adopté pour le GPS ?

À l'évidence, ces questions d'une importance décisive ne peuvent recevoir pour le moment de réponse. Le modèle économique de ces futurs services est donc encore inconnu.

Or la construction des systèmes GALILEO et GMES doit commencer le plus tôt possible.

Un soutien des pouvoirs publics, supérieur aux engagements actuels, est donc absolument indispensable.

VIII.- LE DEVELOPPEMENT DES COMPETENCES ET L'APPROPRIATION DU SPATIAL PAR LE GRAND PUBLIC

1. Muscler la R&T spatiale

La compétitivité de l'industrie spatiale européenne s'altère. Phénomène de longue haleine, les effets ne s'en font pas encore sentir, dans la mesure où la compétitivité de 2006 résulte des efforts consentis en 2000, et de décisions prises encore auparavant. Mais l'insuffisance des efforts actuels compromet la compétitivité à l'échéance des cinq années. C'est ainsi qu'au lieu de servir au développement de la compétitivité, des crédits de recherche ont dû être utilisés pour soutenir le redressement d'ARIANE-5 ou permettre d'utiliser la Station spatiale internationale¹.

Or, l'industrie spatiale européenne est la plus fragile du monde et sa compétitivité la condition de sa survie, puisqu'elle a un besoin vital des marchés commerciaux pour s'assurer un volume d'activité suffisant.

▪ La science spatiale, vecteur du développement technologique

Pour le CNES, comme pour l'ESA, les progrès technologiques résultent pour une grande part de programmes scientifiques d'observation de l'univers. Les sciences spatiales demandent en effet des équipements et des instruments de pointe qui nécessitent des avancées techniques majeures.

C'est pourquoi le CNES regroupe dans un seul segment d'activité les sciences spatiales et la préparation de l'avenir, c'est-à-dire la recherche et la technologie. Pour ces deux axes, le CNES a disposé en 2005 de 118 M€, soit 6% de son budget total et 17% de son budget national hors subvention à l'ESA.

Mais il s'agit là d'un substitut à une réelle politique de soutien à la R&T, qui s'impose par comparaison avec la démarche offensive suivie aux États-Unis.

Aux États-Unis, c'est grâce aux commandes militaires que l'industrie spatiale développe de nouvelles technologies.

Si l'on compare un à un les budgets de programmes européens et américains, les différences sont considérables. Les budgets GPS sont largement supérieurs à ceux de GALILEO. Dans le domaine des télécommunications, les budgets américains sont trois fois plus élevés que les budgets européens.

C'est grâce à la défense que les États-Unis financent leur R&D spatiale. Ainsi un satellite de télécommunications militaires est facturé 200 millions € en France et 1 milliard € aux États-Unis, soit un rapport de 1 à 5².

¹ Jean-Jacques DORDAIN, Directeur général, ESA, audition du 27 juin 2006.

² Pascale SOURISSE, Présidente, ALCATEL ALENIA SPACE, audition du 5 octobre 2006.

Des efforts supplémentaires sont donc indispensables, compte tenu des nouvelles applications à mettre au point dans les prochaines décennies, en particulier pour le suivi de l'environnement et pour l'exploration par des vols habités.

▪ ***Le développement des technologies de base, une priorité***

Pour éviter le décrochage technologique de l'Europe spatiale par rapport aux États-Unis et son rattrapage par les nouvelles puissances spatiales, un double effort est nécessaire, d'une part le développement des technologies de base, et, d'autre part, la réalisation de démonstrateurs pour les tester en vol.

L'effort sur les technologies spatiales de base est une priorité absolue. Le CNES y accorde une réelle attention, notamment en aidant l'industrie à conduire des programmes de recherche. Une analyse fine des compétences critiques et des équipes à maintenir à tout prix a été faite conjointement par l'industrie et le CNES. Le CNES a ensuite passé des contrats avec les industriels pour y parvenir. À titre d'exemple, l'aide accordée dans ce cadre à ALCATEL ALENIA SPACE pour le développement des technologies de télécommunications représente un montant total de 33 M€ pour la période 2006-2010. Au reste, le problème se pose aussi pour d'autres secteurs que les télécommunications, et en particulier pour l'observation, dont les marchés dans le cadre de la surveillance de l'environnement sont en pleine expansion.

Ayant pour seul objectif de maintenir les compétences, l'action entreprise ne suffira pas à moyen terme et ne saurait permettre le développement technologique indispensable pour maintenir l'avance actuelle d'environ cinq ans sur les nouvelles puissances spatiales.

Par ailleurs, un autre défi technologique est à relever, celui de la dépendance vis-à-vis des États-Unis pour certains composants. Afin de ne pas voir se limiter les débouchés à l'exportation, il est indispensable que l'Europe acquière une indépendance technologique totale. La réglementation des États-Unis relative aux exportations interdit l'exportation dans certains pays de satellites de fabrication européenne comprenant des composants d'origine américaine, en application de la réglementation ITAR (International Traffic in Arms Regulations). Il paraît utile de suivre l'exemple d'ALCATEL ALENIA SPACE qui a développé ses propres composants afin de s'affranchir des licences d'exportation américaines¹.

▪ ***L'hémorragie des effectifs à stopper d'urgence***

Le secteur des lanceurs enregistre, depuis 1984, une baisse continue de ses effectifs. Ce secteur dual, c'est-à-dire mettant en œuvre des technologies voisines pour des applications civiles ou militaires, employait plus de 4 500 personnes en 1984. En 2006, les effectifs ont fondu de 60% pour ne plus comprendre que 2 600

¹ Rapport de l'Académie nationale de l'aéronautique et de l'espace ANAE, juin 2006.

emplois. C'est l'arrêt des programmes de la dissuasion sol, du missile balistique mobile HADÈS et de la navette européenne HERMÈS qui est responsable de l'hémorragie.

L'industrie anticipe le départ de huit cents emplois supplémentaires, compte tenu de la baisse actuelle de son plan de charge. Simultanément, les trois derniers grands programmes arrivent en effet à leur terme : le missile stratégique M51, ARIANE-5 et le programme ATV (Automated Transfer Vehicle). Le seuil critique de compétences est d'ores et déjà atteint. Or ces compétences, notamment sur les systèmes, sont uniques en Europe.

Afin de poursuivre la modernisation continue indispensable du vecteur de la force de dissuasion M51, la DGA (Délégation générale de l'armement) a engagé la préparation du M51-2, avec la réalisation de deux démonstrateurs technologiques de la partie haute du missile balistique.

Une démarche parallèle doit être mise en pratique par le CNES et par l'ESA. Il est essentiel de lancer de nouveaux programmes d'études dans le domaine des systèmes et pour le développement du moteur VINCI-2, version réallumable du moteur de dernier étage d'ARIANE-5, pour développer de nouvelles compétences, pour répondre aux besoins commerciaux ou institutionnels et faire face à la concurrence.

2. Le développement des compétences dans le secteur spatial, une question critique

Comme d'autres grands secteurs industriels, le secteur spatial est frappé par le vieillissement de ses effectifs.

▪ Les enquêtes aux États-Unis et les solutions envisagées

Le Congrès des États-Unis a souligné récemment que la plus grande fragilité du secteur spatial est le manque de compétences.

La nouvelle politique spatiale nationale définie par l'administration Bush le 31 août 2006, définit des principes, des buts et des lignes directrices ou « guidelines » pour les mesures à prendre. Parmi celles-ci, la première priorité est le développement des compétences humaines¹.

¹ “ *Develop Space Professionals. Sustained excellence in space-related science, engineering, acquisition and operational disciplines is vital to the future of U.S. space capabilities. Departments and agencies that conduct space-related activities shall establish standards and implement activities to develop and maintain highly skilled, experienced and motivated space professionals within their workforce.*” U.S. National Space Policy, Presidential Executive Order, August 31, 2006.

▪ **La NASA, en pointe dans l'information et l'éducation**

La NASA considère que l'accomplissement de ses missions repose sur les épaules de professionnels bien formés et motivés. L'intérêt du grand public pour les images diffusées par la NASA n'est pas considéré comme suffisant pour susciter des vocations. En conséquence, la NASA met en œuvre un ensemble de programmes, au cœur desquels se placent ses découvertes et ses réalisations, pour capter l'intérêt des étudiants et de la communauté éducative.

Pour l'année fiscale 2007, la NASA consacrerait près de 1% de son budget total à l'éducation¹. Si le pourcentage de 1% peut paraître relativement faible, il correspond toutefois à une marge de manœuvre considérable de 153 M\$ pour la seule année 2007.

Les différentes actions sont dirigées vers l'enseignement élémentaire et secondaire (31% du total), l'enseignement universitaire (35%), l'éducation par Internet (6%), l'information générale (2%) et les soutiens aux programmes de recherche et d'éducation pour les minorités (26%).

Malgré ces efforts déjà énormes comparés aux efforts européens, la NASA remet à plat depuis la mi-2006 son dispositif de soutien à l'éducation, en prélude à un accroissement de ses efforts dans ce domaine².

▪ **Le renforcement des grandes écoles du secteur aérospatial**

L'Europe dispose d'une grande instance de formation au spatial, l'université spatiale internationale (International Space University - ISU), basée à Strasbourg. Cette université est aujourd'hui financée essentiellement par l'industrie, après que le soutien des agences spatiales américaine et européenne a été réduit. L'ISU propose des formations de niveau master, techniques ou consacrées au management des activités spatiales. Ses anciens élèves, venant de nombreux pays différents, jugent très positivement la formation reçue.

Au-delà de l'ISU, on peut se demander s'il n'est pas temps que la France crée sa propre grande école spécialisée dans les activités spatiales. Les formations supérieures relatives aux techniques spatiales ne constituent en effet pour le moment que des spécialisations au sein des grandes écoles d'aéronautique.

Les technologies spatiales sont de plus en plus sophistiquées et spécifiques. La tendance va s'accroître encore avec le développement du traitement des données spatiales, des modèles numériques et des services spatiaux de tous types. On peut donc imaginer des cursus spécialisés.

¹ Budget 2007 demandé par le Président des Etats-Unis pour la NASA : 16,792 Md\$. Montant de la ligne Éducation : 153,3 M\$.

² Shane DALE, Deputy Administrator, NASA, Washington, 7 novembre 2006.

3. Une information du public plus performante

La question de l'intérêt du public pour le spatial est à la fois difficile et importante. En dehors de lancements de la navette et d'ARIANE-5, d'images des astronautes dans la station spatiale internationale ou de quelques clichés de l'espace lointain rapportés par les sondes automatiques, les activités spatiales quotidiennes sont aujourd'hui invisibles pour le grand public.

Pour améliorer la perception du spatial, les agences accordent en conséquence une grande attention à l'information et à la communication. De toutes parts, des efforts supplémentaires sont jugés nécessaires, qui devront combiner des moyens accrus dans les médias traditionnels mais aussi, sans doute, l'utilisation de nouveaux médias spécifiques.

▪ Les efforts du CNES et de l'ESA

Il n'existe pas, pour le CNES, de difficulté particulière à communiquer avec les enseignants et les médias spécialisés. Ceux qui s'intéressent à l'espace savent trouver l'information pertinente. Avec le monde éducatif, de nombreuses interfaces ont été mises en place par le CNES.

La communication du spatial avec le grand public n'est pas aussi fructueuse.

Certes le CNES met en œuvre un plan de communication externe qui se développe au cours du temps et enregistre des progrès. Mais le CNES ne parvient pas encore à être visible des soixante millions de Français. L'objectif est, en conséquence, que le CNES soit présent dans les grands journaux télévisés, dans les films grand public ainsi que dans les journaux et les magazines grand public¹.

Pour atteindre le grand public, le CNES entend, à l'avenir, sortir du strict domaine spatial et coopérer, dans le domaine de la communication, avec d'autres organismes de recherche².

De son côté, l'ESA dispose d'un service de communication central appartenant à la direction des relations extérieures. Les centres régionaux de l'ESA ont également la tâche d'informer sur les activités qu'ils conduisent, diffusant ainsi des images et des écrits sur d'importants programmes. L'ESA s'est récemment dotée d'un département spécialisé dans l'éducation et le support aux enseignants.

▪ Le silence des médias sur l'espace

La presse française spécialisée ne propose qu'un seul magazine entièrement consacré à l'espace³. Les activités spatiales sont par ailleurs relatées régulièrement dans des revues consacrées au premier chef à l'astronomie ou à

¹ Yannick d'ESCATHA, *Président, CNES, audition du 16 novembre 2006.*

² Pierre TREFOURET, *Directeur de la communication externe, de l'éducation et des affaires publiques, CNES, audition du 16 novembre 2006.*

³ *Espace Magazine, revue bimestrielle.*

l'aéronautique¹. Les magazines scientifiques traitent du spatial, sur une base toutefois irrégulière.

La presse généraliste ne consacre qu'épisodiquement ses colonnes à l'espace, lorsqu'un événement particulièrement marquant se produit et que les autres impératifs de l'actualité lui en laissent la possibilité. Ce fait est à relier à l'absence, dans la plupart des supports de la presse écrite, de page scientifique régulière.

Le service public de l'audiovisuel ne propose aucune émission spécialisée télévisée ou radiophonique régulière sur l'espace. Plus généralement, c'est le cas aussi pour la science, absente d'une manière inacceptable des antennes publiques.

La course à l'Audimat pour la télévision et les contraintes de la survie économique pour la presse écrite sont les causes évidentes de cette insuffisance de l'information sur les activités spatiales, qui contribue à restreindre encore le public réputé intéressé.

En se basant sur les chiffres de diffusion, on peut estimer à dix – vingt mille personnes en France, le public achetant régulièrement des magazines traitant des activités spatiales.

Peut-on considérer qu'une telle évaluation rend compte de l'intérêt du public pour le spatial ? À l'évidence non. On n'en veut pour preuve que le succès phénoménal d'événements comme la Nuit des Étoiles, qui rassemblent des dizaines de milliers de personnes chaque année depuis 1991².

En réalité, les activités spatiales sont invisibles des Français. Mais toute personne en contact avec ce domaine se passionne rapidement pour la problématique de l'exploration et de la conquête spatiales.

La question centrale est donc de dynamiser l'information et la communication sur l'espace.

▪ ***Inventer de nouveaux médias et de nouveaux contenus pour le spatial***

Dans son rapport de juin 2006, intitulé « *L'Europe de l'Espace, enjeux et perspectives* », l'Académie nationale de l'air et de l'espace³ propose la création d'une entité européenne chargée d'une réflexion « *vision-stratégie-communication* » dont les deux tâches seraient, d'une part, de faire prendre conscience aux différents acteurs – agences, industrie –, de la nécessité de s'engager dans une nouvelle communication, et, d'autre part, d'assurer une concertation et une coordination devant aboutir à des propositions d'actions communes.

¹ En particulier *Air & Cosmos, Ciel et Espace*.

² *La Nuit des Étoiles, créée par l'Association française d'astronomie en 1991, a proposé, du 3 au 5 août 2006, 400 manifestations à travers la France, l'Italie, la Suisse, la Belgique, la Tunisie, animées par plus de 3 000 bénévoles.*

³ *L'Europe de l'Espace : enjeux et perspectives, Dossier n° 27, Académie nationale de l'air et de l'espace, juin 2006.*

Si une approche européenne sera utile, il convient aussi que la France, ne serait-ce qu'en raison de sa riche histoire spatiale et pour conserver sa place de leader, soit la plus entreprenante.

Sur le plan des contenus et des médias, les technologies modernes offrent des moyens techniques dont personne ne pouvait prévoir l'existence il y a dix ans.

Vingt millions d'internautes disposent en France d'une liaison Internet haut débit en France, grâce à l'ADSL ou au câble. Ces liaisons permettent de mettre à disposition du grand public un ensemble de médias – radio, télévision – avec des investissements très faibles. Le média Internet permet par ailleurs de générer très rapidement des phénomènes de mode ou « buzz », d'où des phénomènes de montée rapide d'audience, à condition que le contenu soit créatif.

Si le tournoi de Roland Garros a été diffusé en 2006 en haute définition aux abonnés ADSL de France Télévisions, il serait évidemment difficile d'imaginer qu'il ne soit pas possible d'en faire autant pour un grand nombre d'événements relatifs au spatial, par exemple les lancements d'ARIANE-5 ou de SOYUZ.

De même, il serait extrêmement aisé de multiplier les blogs, sur des axes rédactionnels nouveaux.

La radio numérique par satellite ou par téléphone, permet par ailleurs la multiplication des radios communautaires, chaque canal ayant un coût de mise en place et d'exploitation limité, d'où la possibilité de créer une radio sur l'espace.

Les webcams permettent également une proximité avec l'événement dont il est aisé de tirer parti.

Quant aux contenus, l'histoire et l'actualité spatiales en fournissent des sujets innombrables.

L'Institut d'histoire de l'espace, qui fait une œuvre extrêmement utile en rassemblant des archives privées, pourrait mettre en place un programme d'interviews de responsables et d'acteurs de l'espace, grâce à qui l'épopée a pu s'écrire¹.

En particulier, il serait indispensable de collecter et de mettre en scène les témoignages des cosmonautes et astronautes français.

La Fondation de recherche pour l'aéronautique et l'espace (FRAE), d'utilité publique, pourrait voir son objet social élargi à la prospective spatiale, sur la base d'appels à contributions et à la réalisation de projets illustrés par des films d'animation.

Le CNES et l'industrie devraient également concevoir et diffuser des programmes réguliers, voire continus, sur leurs activités et leurs réalisations. L'exploitation des données d'archives devrait conduire à des films sur l'exploration du système solaire, qui susciteront l'étonnement

¹ Christian LARDIER, *Air & Cosmos*, 23 janvier 2007.

En créant ses propres contenus et ses propres médias, le secteur spatial réveillera l'intérêt des médias de masse, qui ne se tiendront pas éloignés d'un courant d'intérêt porteur.

Grâce au progrès technique sur les médias, le secteur spatial a une opportunité historique d'ouvrir les yeux des Français sur ses réalisations, ses projets et sur les hommes et les femmes qui les animent.

La mobilisation de l'ensemble des acteurs est indispensable, celle de l'agence spatiale nationale, le CNES, mais aussi celle de l'industrie, qui doit apprendre à communiquer, non seulement en direction de ses clients, mais aussi en direction du public le plus large.

▪ *Inventer de nouveaux espaces de dialogue et de rencontres autour de l'espace*

Aller à la rencontre du public, il n'est désormais pas de mission plus importante pour M. Jean-Pierre HAIGNERÉ. Son projet de « Space Cafés » lui permettra de montrer combien le rôle de l'espace est important dans la vie quotidienne et pour l'avenir de la Terre¹.

Initiative remarquable, la Cité de l'espace de Toulouse connaît une forte fréquentation qui démontre la réalité de l'appétit du public pour l'espace. On pourrait imaginer la déclinaison du concept dans d'autres lieux, en particulier la région Ile-de-France.

4. Les vols suborbitaux, une chance unique de multiplier les accès et les références à l'espace

Les vols suborbitaux représentent une nouvelle frontière du spatial, pouvant être atteinte par de nouveaux industriels et pouvant être découverte par un nombre de passagers incomparablement plus élevé que celui des astronautes, cosmonautes et autres taïkonautes professionnels.

▪ *Une nouvelle frontière et de nouveaux marchés*

Les vols suborbitaux consistent à faire atteindre à quelques passagers payants, une altitude de 100 km pour quelques minutes, pendant un vol qui permet tout à la fois, de tester une situation d'apesanteur, d'entrevoir le vide intersidéral et de voir la Terre dans un rayon de 1000 km, avant d'atterrir dans des conditions acceptables pour des personnes non entraînées.

Comparé aux 20 M\$ à déboursier pour un vol sur SOYUZ, le prix d'un vol suborbital devrait être de l'ordre de 200 000 \$.

Des études concordantes montrent qu'il existe un marché pour une telle proposition. Selon l'étude FUTRON, datant de 2006, plus de 70 000 passagers

¹ Jean-Pierre HAIGNERÉ, audition du 21 décembre 2006.

seraient prêts, d'ici à 2016, à déboursier la somme requise pour vivre une telle expérience.

En phase de croisière, le marché des vols suborbitaux devrait représenter de 2 à 4 Md\$ par an.

▪ **Des initiatives multiples**

Les vols suborbitaux suscitent, aux États-Unis, un foisonnement d'initiatives industrielles, souvent financées par de nouveaux acteurs, dont une part importante provient du secteur des nouvelles technologies de l'informatique et des télécommunications¹. Il en découle des solutions techniques très différentes les unes des autres et à première vue innovantes.

L'un des intervenants les plus connus du secteur est la société SCALED COMPOSITES, qui avec son SPACESHIP-1 financé par le cofondateur de MICROSOFT, a remporté le célèbre X PRIZE². Le nouveau projet de SCALED COMPOSITES est le SPACESHIP-2, financé par Richard BRANSON³ qui devrait permettre à 6 passagers et deux pilotes d'atteindre, en 2009, l'altitude de 100 km.

Un autre intervenant est la société ROCKETPLANE KISTLER, impliquée dans le programme COTS, qui doit doter d'un moteur-fusée un avion d'affaires de type LEARJET. Pour sa part, l'autre société retenue par la NASA pour son programme COTS, à savoir SPACE-X, soutenue par un entrepreneur fortuné de l'Internet, entend mettre au point une capsule tirée par une fusée FALCON. La société BLUE ORIGIN du propriétaire d'AMAZON.COM propose une capsule à décollage vertical qui a réussi, fin 2006, à atteindre une altitude d'une centaine de mètres environ.

Grâce à l'initiative de Jean-Pierre HAIGNERÉ de promotion des vols suborbitaux et aux travaux exploratoires d'EADS ASTRIUM ou de DASSAULT, l'Europe n'entend pas être absente de ce nouveau secteur.

Au-delà des perspectives strictement commerciales, on peut en effet attendre du développement des vols suborbitaux de nouveaux progrès technologiques à usages civils ou militaires et un intérêt nouveau pour les applications spatiales, puisque de nouvelles expériences, assorties d'images et de récits originaux, seront proposées aux médias classiques ou Internet.

¹ Jean-Pierre HAIGNERÉ, directeur du projet SOYUZ à Kourou, ESA, cosmonaute, audition du 21 décembre 2006.

² Le ANSARI X PRIZE a récompensé d'un montant de 10 M\$ l'équipe capable de construire et de lancer un aéronef pouvant véhiculer 3 personnes à 100 km d'altitude et de le faire deux fois en deux semaines.

³ La société VIRGIN GALACTIC de Richard BRANSON a l'ambition de mettre en service la première ligne spatiale commerciale.

TROISIEME PARTIE :

COMMENT FAIRE DE L'EUROPE LE PROCHAIN LEADER MONDIAL DE L'ESPACE

L'expérience des différentes puissances spatiales aujourd'hui matures montre qu'il faut trente ans pour mettre en place un secteur spatial performant. À l'inverse, un ralentissement des investissements spatiaux peut, très rapidement, se payer très cher.

Les réalisations spatiales d'aujourd'hui sont le fruit d'un projet de développement spatial dynamique et de trente années de décisions résolues et d'investissements importants dans la R&D et la production.

L'absence de décisions aujourd'hui compromettrait les trente prochaines années.

Les ordres de grandeur des investissements spatiaux sont largement surestimés par le public.

À l'heure actuelle, l'Europe investit 1,5€ par habitant et par an dans le spatial, soit seize fois moins qu'aux États-Unis. Par comparaison, la dépense des Européens dans les jeux de hasard s'élève à 140€ par habitant et par an¹.

L'Europe n'aurait aucune excuse de ne pas relever le gant de la concurrence des nouvelles puissances spatiales.

Des décisions claires et fermes permettraient au contraire à l'aventure du spatial européen de se poursuivre et même d'amplifier ses résultats au profit de l'économie européenne et de ses citoyens.

Compte tenu de ses capacités et de l'importance du spatial pour l'identité, la cohérence et la compétitivité de l'Europe, un but ambitieux doit être fixé : ***faire de l'Europe le prochain leader mondial de l'espace.***

¹ Jean-François CLERVOY, audition du 21 juin 2006.

I.- L'AUTONOMIE D'ACCES A L'ESPACE, UNE CAPACITE CRITIQUE A DEVELOPPER

L'histoire et l'actualité de l'espace montrent que le socle d'une politique spatiale est constitué par les lanceurs. Sans capacité autonome de lancement, un pays n'est pas maître de ses applications satellitaires et se prive de toute participation significative et visible à l'exploration de l'Univers. En outre, la maîtrise des lanceurs est décisive pour la constitution d'un volet de défense spatiale digne de ce nom, pouvant aller jusqu'à la protection du territoire national contre les agressions extérieures par missile balistique.

La France et l'Europe ont, depuis l'origine, accordé, à juste raison, la priorité au déploiement d'une panoplie de lanceurs conçus et fabriqués en toute autonomie.

Cette démarche est plus que jamais validée par les importants efforts effectués dans la même direction par l'ensemble des puissances spatiales, anciennes ou nouvelles, qui se traduisent par une offre sans cesse croissante de services de lancements.

Cette évolution porte en germe une compétition de plus en plus forte, dans la mesure où un nombre croissant propose des tarifs de lancement sans aucune base économique, souhaitant avec des tarifs de dumping faire éclater les solidarités, d'ailleurs insuffisamment fortes, seules susceptibles de pérenniser, à des coûts acceptables, le système européen de lanceurs.

1. L'offre mondiale croissante de lanceurs

S'il est un domaine qui est jugé d'une importance critique par un nombre croissant de pays, c'est bien celui des lanceurs. Il s'agit toutefois d'un domaine difficile où la réussite nécessite du temps et de lourds investissements, à moins de reprendre des équipements vendus par différents pays. Le leadership d'ARIANE-5 ne doit pas entraîner un relâchement des efforts mais, au contraire, à creuser l'écart en poursuivant l'évolution du lanceur phare de l'Europe.

A. LES ÉTATS-UNIS, EN PLEINE REFONTE DE LEURS SOLUTIONS DE LANCEMENT

Les États-Unis disposent d'une gamme importante de lanceurs d'origine nationale, de tous types, en particulier du seul lanceur réutilisable – la navette spatiale – et contrôlent par ailleurs deux fournisseurs de services de lancement internationaux.

Malgré leurs tentatives passées de rationalisation de cette industrie, une refonte des lanceurs civils s'avère encore nécessaire.

1. LES ÉTATS-UNIS BIENTOT DANS UNE IMPASSE AVEC LEURS SERVICES DE LANCEMENT ACTUELS

▪ L'arrêt de la navette en 2010

La NASA, avec la navette spatiale, assure ses vols habités en orbite terrestre et traite les charges utiles les plus lourdes, la navette pouvant satelliser en orbite basse des charges de 20 tonnes, comme par exemple les structures de l'ISS.

En 2006, trois vols de navette ont été réussis, deux avec DISCOVERY en juillet et décembre et un avec ATLANTIS¹. L'utilisation des navettes reprend ainsi son cours normal, après les deux ans et demi d'immobilisation suite à l'accident de COLUMBIA en février 2003 et le retour en vol de juillet 2005 avec DISCOVERY.

De fait, cinq missions sont prévues en 2007, dont une mission consacrée à la mise en place du nœud n°2 de la station et une mission en novembre consacrée à la mise sur orbite du laboratoire européen COLUMBUS de l'ISS. Quatre vols sont prévus en 2008 et 2009, et deux ou trois en 2010, soit quinze ou seize missions au total.

L'arrêt définitif des missions de la navette spatiale est programmé pour 2010 pour deux raisons essentielles.

À cette date, la navette doit être requalifiée et recertifiée, selon les termes de son autorisation de retour en vol, obtenue après l'accident de COLUMBIA. Le coût de la remise des trois navettes aux normes de sécurité actuelles serait prohibitif.

Par ailleurs, le coût global d'exploitation de la navette s'avère très élevé, de l'ordre d'un milliard de dollars par mission², le budget de la NASA pour la navette étant de 5 Md\$ par an pour cinq vols par an en moyenne³. Le coût d'un vol de la navette s'explique par la nécessité de reconditionner les boosters récupérables et les moteurs de la navette, de remplacer le réservoir central non récupérable et par les frais de révision complète de la navette à son retour sur terre.

L'arrêt de la navette permettra de réallouer les sommes correspondantes au programme CONSTELLATION, et donc à la construction du vaisseau ORION et des nouveaux lanceurs ARES-1 et ARES-5.

¹ Des cinq navettes construites pour la NASA, deux ont été détruites suite à un accident : CHALLENGER le 28 janvier 1986 au décollage (explosion suite à l'avarie d'un des boosters à poudre) ; COLUMBIA le 1^{er} février 2003 au retour dans l'atmosphère (rupture du bouclier thermique suite à l'endommagement du réservoir central au décollage). Les trois navettes restantes sont : ATLANTIS, DISCOVERY et ENDEAVOUR.

² Frais d'exploitation de la navette + coût d'investissement des charges emportées, Jean-François CLERVOY, audition du 22 décembre 2006.

³ Jean-Jacques TORTORA, Attaché spatial, Ambassade de France à Washington, 6 novembre 2006.

▪ **ATLAS 5 et DELTA 4 spécialisés dans les lancements institutionnels**

Pour leurs lancements de satellites civils ou militaires, les États-Unis utilisent les lanceurs ATLAS-5 de LOCKHEED MARTIN et de la famille des lanceurs DELTA de BOEING. Ces deux lanceurs ont pris la succession de TITAN II, utilisé jusqu'en 2004, et de TITAN-4 jusqu'en 2005.

En 2006, deux tirs d'ATLAS-5 ont été assurés et neuf de DELTA, dont six pour DELTA-2 et trois pour DELTA-4¹.

Le lanceur DELTA-4, non compétitif, n'est plus sollicité par le marché concurrentiel. ATLAS-5 est sur la même tendance².

Pour les satellites militaires, les États-Unis disposent également d'autres lanceurs, comme PEGASUS, TAURUS et MINOTAUR, utilisés à la marge.

2. LE PROGRAMME EELV ET SES DIFFICULTES

Les principaux grands lanceurs actuellement utilisés aux États-Unis, ATLAS-5 et DELTA-4 sont issus du programme EELV (Evolved Expandable Launch Vehicle), lancé en 1995, dont les objectifs sont loin d'avoir été atteints.

▪ **Le programme EELV**

Après l'effondrement de l'Union soviétique, le Congrès des États-Unis a appelé le Département de la Défense à mettre en place un plan d'économies sur les lanceurs, l'accès à l'espace du pays devant toutefois être garanti pour ses applications spatiales militaires et civiles.

Des différentes solutions proposées en 1994, c'est le programme EELV qui a été choisi en 1995.

Ce programme a pour but de développer une famille de lanceurs, de services et de supports dont le coût du cycle de vie serait significativement inférieur à la génération précédente, grâce à la modularité des lanceurs, à la standardisation de leurs composants et à la concurrence entre les fournisseurs.

Les fruits du programme EELV, à savoir ATLAS-5 et DELTA-4, sont certes opérationnels mais leur coût n'a pas été baissé significativement.

C'est une des raisons pour lesquelles la politique américaine de transport spatial a été redéfinie par une directive présidentielle en date du 6 janvier 2005.

▪ **La nouvelle politique américaine de transport spatial**

La directive présidentielle sur le transport spatial confirme le rôle central dévolu aux deux familles de lanceurs. Mais la NASA et le Département de la

¹ Christian LARDIER, *Air & Cosmos*, 12 janvier 2007.

² Jean-Jacques TORTORA, *Attaché spatial, Ambassade de France à Washington*, 6 novembre 2006.

Défense (DoD) sont appelés à collaborer pour la mise au point de nouvelles capacités.

Les participations étrangères au programme EELV ne sont plus encouragées, sauf exception. En particulier l'administration souhaite mettre fin à la dépendance vis-à-vis de la Russie pour le RD-180 monté sur ATLAS-5.

Mais un autre problème n'est pas résolu, celui de l'utilisation par les deux lanceurs, d'un même moteur, le RL-10. Une défaillance d'approvisionnement en ce moteur pourrait donc clouer au sol les deux lanceurs ATLAS-5 et DELTA-4, ce qui empêcherait un grand nombre d'utilisations, ces deux lanceurs n'ayant pas le même spectre d'applications.

Pour résoudre ces problèmes critiques, LOCKHEED MARTIN et BOEING ont finalement décidé de réunir leurs forces au sein d'une même filiale commune à 50/50, ULA (United Launch Alliance), autorisée en 2006.

On peut toutefois se demander si une coopération internationale, dont l'objectif serait de faire baisser le coût des lanceurs, ne pourrait pas intéresser les États-Unis, sur la base d'un équilibre parfait tant au plan des connaissances que des savoir-faire technologiques.

3. LE PROGRAMME COTS OU LA RECHERCHE DE RUPTURES TECHNOLOGIQUES ET INDUSTRIELLES

Le programme COTS (Commercial Orbital Transport Services) a pour finalité première la capacité de desserte de l'ISS en version cargo et éventuellement en version équipages, pour combler la carence américaine de moyens de lancement vers l'ISS, entre l'arrêt irrévocable de la navette en 2010 et l'entrée en service de la capsule ORION et du lanceur ARES-1 prévue pour 2014. Cette carence est d'autant plus mal venue que la période d'exploitation la plus importante de l'ISS sera précisément la période 2010-2014.

Au-delà de cet objectif à moyen terme, la NASA espère susciter de véritables ruptures technologiques se traduisant par une diminution des coûts de lancement d'un facteur 10. Les grands industriels installés depuis longtemps dans le secteur spatial – BOEING et LOCKHEED MARTIN – en semblant incapables, la NASA a décidé de tenter de faire émerger des industriels dont elle attend qu'ils soient innovants.

▪ *Deux nouveaux acteurs dans le paysage des lanceurs ?*

La NASA a alloué un budget d'un demi-milliard de dollars pour aider à la mise au point de démonstrateurs.

Après un appel d'offres, la NASA a sélectionné deux industriels, SPACE-X qui a reçu 278 M\$ et ROCKET PLANE KISTLER (RPK) 207 M\$, qui, outre cette aide financière, bénéficieront d'une assistance technique de la NASA et

de l'accès à ses installations¹. Quatre autres offres ont été retenues mais ne bénéficieront que d'un soutien technique².

Les démonstrateurs que SPACE X et RPK vont développer devront assurer les quatre capacités suivantes : transport externe non pressurisé de fret vers l'ISS, le vaisseau étant ensuite désintégré dans les hautes couches de l'atmosphère³ ; transport interne pressurisé de fret puis désintégration du vaisseau ; transport interne de fret et retour sur Terre ; transport optionnel d'équipages.

Trois vols de démonstration devront être effectués avant la fin 2008. Si les démonstrateurs sont un succès, alors la NASA achètera des services de transports⁴.

▪ **Le programme COTS, nouvelle étape pour le spatial ?**

Le programme COTS suscite l'enthousiasme d'un ensemble de spécialistes, qui voient dans cette approche une manière de révolutionner des producteurs traditionnels de lanceurs endormis sur l'épais matelas des subventions du ministère de la défense.

Selon cette approche, avec de nouvelles technologies et surtout de nouvelles méthodes de management, que seules peuvent mettre en place des start-up transposant dans le secteur spatial les méthodes performantes qui ont fait le succès de la Silicon Valley, il serait possible de faire baisser de plusieurs ordres de grandeur le coût des lanceurs⁵.

On peut se demander à cet égard si les procédés de réalisation de programmes informatiques ont quelque chose de commun avec la métallurgie, les propergols, les systèmes de contrôle de vols et autres dispositifs matériels qui font le cœur des lanceurs.

En tout état de cause, les aléas du programme COTS sont considérables. SPACE X a en effet subi un échec avec le lanceur FALCON-1 qui n'a volé que quelques secondes. Ayant conduit pendant dix ans des études de développement sur le test de maquettes et la réentrée dans l'atmosphère, RPK n'aurait étudié en détail qu'un petit lanceur bi-étage, le K-1. En outre aucune des deux entreprises n'a l'expérience des rendez-vous orbitaux.

Ce pessimisme doit être tempéré par le fait que les deux nouveaux acteurs bénéficieront de l'expertise de la NASA et de partenariats avec les grands industriels dont BOEING⁶. Ainsi, ce que recherche essentiellement la NASA, c'est la mise en place, non pas tant de nouvelles technologies par nature longues à développer et à tester, qu'un nouveau management plus dynamique que celui des monstres industriels traditionnels.

¹ Selon la terminologie américaine : « anchor tenancy ».

² Paul ECKERT, Boeing, Washington, 7 novembre 2006.

³ Selon la terminologie américaine : « trash disposal ».

⁴ Jean-Jacques TORTORA, Attaché spatial, Ambassade de France à Washington, 6 novembre 2006.

⁵ Alain DUPAS, Collège de Polytechnique, audition du 24 janvier 2007.

⁶ Paul ECKERT, *ibid.*

En tout cas, si le programme COTS venait à échouer, la preuve serait faite que l'efficacité des grands fournisseurs traditionnels de lanceurs ne prête pas le flanc à la critique et que le développement de lanceurs sur des bases commerciales n'est pas opérant.

▪ Le programme COTS, alibi pour un arrêt prématuré de la contribution américaine à l'ISS ?

Si le programme COTS ne réussissait pas, peut-on en inférer que les États-Unis se serviraient de cet échec pour arrêter toute contribution à l'ISS, après l'abandon de la navette en 2010 ?

Certainement pas. Le Président Bush a lui-même clairement indiqué que l'achèvement de l'ISS et son utilisation constituent une étape essentielle du programme CONSTELLATION de vols habités vers la Lune puis vers Mars. L'administrateur adjoint de la NASA a clairement réaffirmé publiquement l'engagement de la NASA d'achever l'ISS¹.

D'autres services de lancement devraient être utilisés. La seule option actuelle est le recours aux services de la Russie assurés avec le cargo PROGRESS, la capsule et le vaisseau SOYUZ.

Mais la robustesse d'exploitation de l'ISS exige la mise au point d'un deuxième système alternatif de transport.

Ce doit être la tâche de l'Europe d'y pourvoir.

4. LES NOUVEAUX LANCEURS ARES-1 ET ARES-5 DU PROGRAMME LUNAIRE

Le programme CONSTELLATION comprend la construction d'un nouveau système complet de transport, constitué de deux nouveaux lanceurs et du vaisseau ORION, précédemment dénommé CEV (Crew Exploration Vehicle).

Ce programme s'inspire de l'architecture du programme APOLLO et entend miser sur des technologies éprouvées.

Il faut rappeler à cet égard que la première qualité d'un lanceur est sa fiabilité. C'est pourquoi il est essentiel de capitaliser sur l'expérience acquise avec les lanceurs historiques.

En dépit de ce choix raisonnable de la NASA, il n'est pas sûr que les difficultés à résoudre soient peu nombreuses, d'une part en raison d'une possible perte de compétences depuis la fin du programme APOLLO, et d'autre part, en raison d'exigences de sécurité accrues depuis la fin des années soixante.

¹ « We reaffirm our commitment to achieve the ISS », *Shane DALE, Deputy Administrator, NASA, Washington, 7 novembre 2006.*

▪ **Les enjeux du lanceur ARES-1**

Le premier étage d'ARES-1 est un booster à poudre réutilisable, en cinq segments, dérivé des boosters de la navette. Le booster à 4 segments de la navette ne sera donc pas utilisé tel quel, ce qui oblige en fait à développer un nouveau premier étage.

Le second étage ou étage supérieur d'ARES-1 est propulsé par un moteur J-2X PRATT&WHITNEY-ROCKETDYNE fonctionnant avec le couple LO_x/LH₂¹. Il s'agit d'une évolution du moteur J-2 utilisé sur les lanceurs SATURN-1B et SATURN-5 de l'ère APOLLO, et du moteur J-2S, version simplifiée du J-2 qui a été testée mais n'a jamais volé.

On voit donc que le développement d'ARES-1 dépend de la mise au point d'un nouveau booster à poudre et d'un nouveau moteur de deuxième étage.

Il s'agit de deux défis technologiques coûteux et risqués, dans la mesure où le poids du vaisseau ORION n'est pas encore connu avec certitude.

▪ **Un nouveau lanceur lourd en projet**

Dans l'architecture adoptée par la NASA, le programme CONSTELLATION comprend la réalisation d'un lanceur lourd, dans la philosophie du lanceur SATURN-5 qui fit le succès d'APOLLO. ARES-5 est conçu comme ayant une masse de 3 300 tonnes au décollage pour une charge utile de 130 tonnes.

La première partie d'ARES-5 est constituée d'un corps central et de deux boosters jumeaux. Dérivé du réservoir externe de la navette, le corps central est doté de cinq moteurs RS-68 LO_x/LH₂ déjà utilisés sur le lanceur DELTA-4 et préférés au coûteux moteur SSME de la navette. Les deux boosters à poudre qui flanquent le corps central sont similaires au premier étage d'ARES-1.

Intitulée « *Earth Departure Stage* », la deuxième partie d'ARES-5 est un module de transport propulsé par le moteur J-2X PRATT&WHITNEY-ROCKETDYNE qui fonctionne sur le couple LO_x/LH₂ utilisé par ailleurs par ARES-1.

Dans le cas de l'exploration lunaire, le module « *Earth Departure Stage* » transportera le module lunaire intitulé LSAM (Lunar Surface Access Module), voisin du LEM utilisé lors du programme APOLLO. C'est au LSAM que s'arrimera, après un rendez-vous orbital, le ORION Crew Vehicle, pour un départ de l'ensemble « *Earth Departure Stage* »/LSAM/ORION vers la Lune.

Comme dans le cas d'ARES-1, les défis technologiques à relever sont difficiles. Les financements injectés chez les constructeurs permettront sans aucun doute à ceux-ci de réaliser des percées technologiques dans ce domaine ou ailleurs. Mais la nécessité d'un lanceur lourd est aujourd'hui amoindrie du fait des

¹ LO_x/LH₂ : couple oxygène liquide, hydrogène liquide.

progrès réalisés dans les rendez-vous orbitaux, qui permettent d'assembler des modules de masse compatibles avec les lanceurs actuels.

▪ ***Un formidable soutien à l'industrie spatiale américaine***

Au total, le développement des deux nouveaux lanceurs ARES-1 et ARES-5 crée une charge de travail considérable pour l'industrie américaine.

La conception et la fabrication d'un nouvel étage à poudre vont permettre le maintien de la filière correspondante. Par ailleurs, de nouveaux moteurs cryogéniques sont à construire, avec l'emploi de technologies nouvelles, compte tenu des contraintes spécifiques d'utilisation¹. Enfin, le retour à un lanceur lourd ARES-5, comparable à SATURN-5 constitue un défi technique considérable, puisque les performances de son moteur de 2^{ème} étage devront être du même ordre que celle de l'étage principal d'ARIANE-5.

Parmi ses différentes finalités, le programme CONSTELLATION apparaît ainsi comme un puissant moteur pour la relance de l'industrie américaine des lanceurs.

Il est clair que les technologies mises au point pour ARES-1 et ARES-5 trouveront ensuite des applications dans le domaine du spatial de défense, ainsi que pour les applications spatiales civiles.

Il s'agit d'une menace à terme supplémentaire sur l'industrie européenne.

B. LA RUSSIE ET L'UKRAINE A LA RECHERCHE DE PROGRES SUR LES LANCEURS

1. PROTON AVEC ILS, UN LANCEUR DONT LE PRIX AUGMENTE

Le lanceur russe PROTON est commercialisé par LOCKHEED MARTIN par l'intermédiaire de la société commune russo-américaine ILS (International Launching Services) créée en 1995.

Le lanceur PROTON, ancien et éprouvé, peut satelliser, depuis Baïkonour, des charges de 6 tonnes en orbite géostationnaire. Il s'agit d'un concurrent potentiel pour ARIANE-5.

Sur le papier, le carnet de commandes d'ILS est important. Officiellement, plus de cent lancements ont été commandés depuis l'origine, représentant un chiffre d'affaires de 8 Md\$. Le nombre de lancements réalisés en 2006 est de six, dont un échec en février 2006.

¹ En particulier, l'atterrisseur lunaire doté d'un moteur cryogénique pourra rester plusieurs mois en orbite autour de la Lune, ce qui nécessitera la mise au point d'une machine thermique spécifique pour le stockage de longue durée des ergols. Source : Philippe BERTHE, EADS ASTRIUM SPACE TRANSPORTATION, audition du 20 décembre 2006.

LOCKHEED MARTIN a toutefois annoncé en septembre 2006 la vente de ses parts dans ILS. Ce retrait s'explique d'abord par la dégradation de la rentabilité de sa participation dans cette co-entreprise russo-américaine, la Russie ayant décidé d'augmenter les prix des lanceurs PROTON.

Il s'explique également par la baisse de la qualité de fabrication du lanceur, qui a conduit à l'accident de février 2006.

Selon ARIANESPACE, la menace que représente PROTON semble s'atténuer, compte tenu de l'augmentation de ses prix¹.

2. ZENIT AVEC SEA LAUNCH ET LAND LAUNCH, UNE AUTRE MENACE

Autre filière fondée dans le but d'aider et d'encadrer la filière soviétique de lanceurs, après l'effondrement de l'URSS, les deux structures commerciales, SEA LAUNCH/LAND LAUNCH proposent des services fondés sur des lanceurs d'origine soviétique.

Partenariat rassemblant les États-Unis, la Russie, l'Ukraine et la Norvège, avec une maîtrise d'œuvre BOEING, SEA LAUNCH assure des lancements de charges utiles de masses de 4 à 6 tonnes, vers l'orbite géostationnaire, depuis une plate-forme offshore située à l'équateur, avec le lanceur ZENIT.

ZENIT a ses deux premiers étages d'origine ukrainienne, le troisième russe (RSC ENERGYA) et une structure BOEING pour la charge utile.

Pour ARIANESPACE, la compétitivité du ZENIT proposé par SEA LAUNCH semble s'émousser, du fait des coûts croissants du lanceur et de la complexité de la logistique.

En outre, l'explosion, le 30 janvier 2007, du lanceur ZENIT qui devait mettre en orbite un satellite de télécommunications NSS-8 de la société SES NEW SKIES, a, semble-t-il endommagé sérieusement la plate-forme de tir, empêchant son utilisation pour plusieurs mois².

En revanche, le ZENIT proposé par LAND LAUNCH tiré depuis Baïkonour, pour des satellites d'une masse allant jusqu'à 3,5 tonnes, avec des coûts relativement bas, représente une menace sérieuse pour ARIANESPACE³.

3. SOYUZ, UN LANCEUR D'AVENIR

En 2006, pas moins de 12 tirs de SOYUZ ont été réalisés, portant à 1717 le nombre de lancements réalisés avec ce véhicule qui est, de loin, le plus éprouvé de toute l'histoire de l'aérospatiale.

¹ Jean-Yves LE GALL, Directeur général, ARIANESPACE, audition du Groupe parlementaire de l'espace, 3 mai 2006.

² Christian LARDIER, *Air & Cosmos*, 2 février 2007.

³ Jean-Yves LE GALL, *ibid.*

Le lanceur SOYUZ continuera dans les prochaines années à être un véhicule de base utile et apprécié par sa fiabilité et sa polyvalence, tant pour le lancement de satellites que pour les vols habités.

La part de SOYUZ sur le marché international devrait augmenter à l'avenir avec le développement de STARSEM au Centre spatial guyanais.

▪ **SOYUZ et STARSEM**

STARSEM est une société commune à EADS, ARIANESPACE, ROSKOSMOS et au SAMARA SPACE CENTER, qui a réalisé son premier lancement en 1999.

Recommandée par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques dès 1994¹, la création de STARSEM a répondu au double objectif, pour l'Europe, d'élargir la gamme d'ARIANESPACE avec un lanceur complémentaire et, pour la Russie, d'accéder au savoir-faire commercial d'un grand groupe européen.

STARSEM utilise actuellement le lanceur SOYUZ depuis Baïkonour. À ce titre, deux lancements réalisés en 2006 ont revêtu une importance particulière. Le 19 octobre 2006, un lanceur SOYUZ 2-1a, version modernisée du SOYUZ standard, a placé en orbite METOP-A, premier satellite météorologique et climatique européen en orbite polaire collectant des profils atmosphériques de température et d'humidité. Le 27 décembre 2006, la première version du lanceur SOYUZ 2-1b a mis en orbite polaire circulaire le satellite COROT d'étude des étoiles et de recherche d'exoplanètes.

Ainsi, la montée en puissance de SOYUZ s'effectue sans perte de fiabilité.

À partir de 2008, l'intérêt de ce lanceur sera accru avec l'option du lancement depuis le Centre spatial guyanais de la version modernisée SOYUZ-ST, qui permettra de placer en orbite des charges plus importantes.

▪ **SOYUZ, un concurrent pour certains marchés d'ARIANE-5 ?**

L'un des atouts majeurs de SOYUZ est sa fiabilité, inséparable de ses mille sept cent dix-sept vols à fin 2006.

Le lanceur SOYUZ possède des capacités d'évolutions notables dont la mise au point a commencé.

Peut-on redouter à cet égard une nouvelle concurrence pour ARIANE-5, alors que les caractéristiques techniques du modèle initial en font un complément du lanceur européen ?

Dans un délai relativement bref, SOYUZ pourrait voir sa puissance augmenter par l'emport d'une quantité d'ergols plus importante qu'actuellement.

¹ *Les enjeux des coopérations et des échanges de technologies avec les pays de l'Europe centrale et orientale, par Henri REVOL, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Assemblée nationale n° 1818, Sénat n° 155, décembre 1994.*

Selon ce schéma, SOYUZ pourrait aller jusqu'à une capacité de satellisation de 4 tonnes en orbite de transfert géostationnaire.

Pour aller plus loin, il faudrait redimensionner totalement le lanceur et changer les moteurs. La durée de développement de nouveaux moteurs étant de l'ordre d'une dizaine d'années, SOYUZ ne semble pas en mesure, à brève échéance, de s'attaquer au marché des lancements d'une charge simple de 5 tonnes.

Si la mise au point de nouveaux moteurs s'avérait plus rapide ou si l'augmentation de masse des satellites n'était pas une donnée intangible du marché, alors la concurrence de SOYUZ vis-à-vis d'ARIANE-5 pourrait ne pas être négligeable, même si le dispositif est encadré par la convention qui lie l'ESA à ARIANESPACE.

C. LA CHINE ET L'INDE, EN PROGRES RAPIDE SUR LES LANCEURS

La Chine et l'Inde progressent rapidement dans le domaine des lanceurs. Ayant démarré leurs programmes respectifs sur la base des technologies soviétiques puis russes, ces deux pays acquièrent progressivement une maîtrise technologique qui leur permet déjà ou va leur permettre de proposer des services de lancement à des prix d'autant plus compétitifs que les notions de coûts sont secondaires par rapport à l'objectif de s'imposer sur le marché international.

Il n'est pas indifférent de constater que la Chine et l'Inde s'assignent comme objectif d'atteindre les performances démontrées actuellement par ARIANE-5.

1. LE SUCCES DU DEVELOPPEMENT INCREMENTAL DES LANCEURS CHINOIS LONGUE MARCHE

Depuis 1999, la Chine a réalisé trente-huit tirs, dont huit en 2004 et cinq en 2005.

En 2006, avec six tirs réalisés, la Chine a déployé une activité supérieure à celle du Centre spatial guyanais.

Depuis les débuts de son programme spatial, la Chine modernise progressivement son lanceur LONGUE MARCHE, au moyen de développements modulaires. Les technologies russes de départ sont remplacées par des technologies plus modernes, dont il est difficile de déterminer l'origine nationale ou extérieure.

On assiste en tout état de cause à l'augmentation de diamètre du lanceur et des boosters¹, à la multiplication du nombre de boosters et le remplacement des moteurs LOx/kérosène par des moteurs LOx/LH2².

¹ La progression est la suivante : 2,25 m puis 3,35m puis 5 m.

² Présentation faite par le CNSA (China National Space Administration), Beijing, 27 novembre 2006.

Les boosters aujourd'hui utilisés sont des boosters à moteur LOX / kérosène. Il en existe deux types, les uns de diamètre 2,25 m et les plus modernes de diamètre 3,35 m.

Le lanceur LONGUE MARCHE de base permet de mettre 6 tonnes en orbite basse ou 4 tonnes en orbite géostationnaire, avec un premier étage de 3,35 m de diamètre et deux boosters de 2,25 m de diamètre fonctionnant tous au mélange LOX/kérosène.

Avec quatre boosters de 2,25 m et un corps principal fonctionnant au mélange LOX/LH2, le lanceur LONGUE MARCHE peut mettre 10 tonnes en orbite basse, 6 tonnes en orbite géostationnaire ou 5 tonnes en orbite héliosynchrone.

Dans le cadre de son programme lunaire, l'objectif de la Chine est, in fine, de pouvoir placer 25 tonnes en orbite basse et 14 tonnes en orbite géostationnaire.

2. L'INDE, NOUVEAU PRESTATAIRE DE SERVICES DE LANCEMENTS

Comparée à la Chine, l'Inde est encore en phase de démarrage, avec 9 tirs réussis depuis 1999, contre 38 au total pour la Chine. En moyenne, l'Inde effectue deux tirs par an contre cinq au moins pour la Chine.

L'Inde a mis dix années pour passer de son premier lanceur ASLV tiré pour la première fois en 1987 au lanceur PSLV encore en activité.

Mis en exploitation la première fois en 1997, le lanceur PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle) peut placer 1 tonne en orbite géostationnaire et 1,3 tonne en orbite basse héliosynchrone. Depuis 1997, le PSLV a été tiré à neuf reprises, dont la dernière en janvier 2007.

Le GSLV (Geostationary Satellite Launch Vehicle), deuxième lanceur de l'ISRO (Indian Space Research Organisation), a débuté son exploitation en 2001. Pouvant placer 2 tonnes en orbite géostationnaire, le GSLV n'a été tiré qu'à trois reprises et a subi un échec en juillet 2006. Son retour en vol est prévu en 2007.

Grâce au lanceur GSLV-MkIII, l'Inde devrait encore doubler sa capacité de mise en orbite géostationnaire par rapport au GSLV. Ce nouveau lanceur, dont le premier tir est prévu en 2008, pourra en effet placer 4 tonnes en orbite géostationnaire et 10 tonnes en orbite basse.

Le succès du GLSV-MkIII est une pièce essentielle du programme lunaire indien.

Le sérieux de la démarche progressive de l'Inde ne fait pas de doute et commence à convaincre des clients étrangers comme l'Indonésie, l'Argentine ou l'Italie d'opter pour ses services de lancement¹.

¹ Christian LARDIER, *Air & Cosmos*, 12 janvier 2007.

2. ARIANE-5, un succès à amplifier

La carrière d'ARIANE-5 est un remarquable succès qui en fait l'un des lanceurs les plus puissants au monde, avec DELTA-4 de BOEING, et un leader sur le marché des lancements.

Si la version lourde ARIANE-5 ECA est depuis décembre 2006 qualifiée d'une manière générique par l'ESA, l'évolution d'ARIANE-5 est nécessaire pour élargir encore son champ d'application.

A. APRES UN REMARQUABLE REDRESSEMENT, ARIANE-5 LEADER MONDIAL

Comme nombre de programmes de lanceurs, le programme ARIANE-5 a dû faire face à des difficultés de démarrage avec l'échec, le 4 juin 1996, du vol n°501 de qualification, puis avec l'échec de décembre 2002 de la qualification de la version la plus puissante ARIANE-5 ECA¹, échec rapidement surmonté avec son retour en vol le 12 février 2005².

▪ Le redressement d'ARIANE-5

En 2003, les dépenses occasionnées par le retour en vol d'ARIANE-5 ont entraîné l'adaptation du programme d'activités d'ARIANESPACE. Autre facteur ayant milité dans le même sens, l'éclatement de la bulle Internet a entraîné un effondrement du marché des satellites de télécommunications à partir de 2003 et s'est accompagné d'un dumping croissant sur le marché des lanceurs³.

Lors de son Conseil ministériel de mai 2003, l'ESA a donc mis en place divers programmes assurant le retour en vol d'ARIANE-5 ainsi que sa viabilité financière (programme EGAS). Le même Conseil a décidé le principe de l'introduction du lanceur SOYUZ dans la gamme des lanceurs européens tirés depuis le Centre spatial guyanais (CSG).

Le volet ARIANE-5 du programme EGAS a été dimensionné à 200 M€ par an, environ, sur la base d'une parité de 1 € = 1\$. Grâce au programme EGAS et aux bonnes performances techniques d'ARIANE-5, ARIANESPACE a pu redresser ses comptes et dégager un bénéfice de 8 à 10 millions € en 2003, 2004 et 2005. L'année 2006 devrait se traduire par un résultat autour de l'équilibre. Par ailleurs, son important carnet de commandes donne à ARIANESPACE une trésorerie positive.

¹ ARIANE-5 ECA utilise le moteur de premier étage VULCAIN-2.

² Certains observateurs estiment qu'ARIANE 4 a été arrêté trop tôt, compte tenu du fait que ce lanceur avait atteint un haut degré de fiabilité et qu'entièrement amorti, son coût était extrêmement bas.

³ A cette date, les prix d'un lancement proposé par la Russie étaient de 50 millions \$ et par l'Europe de 80 millions €. L'arrivée de la Chine et de l'Inde sur le marché des lancements a, ensuite, encore accentué le phénomène.

Au plan technique, après ses cinq lancements réussis, ARIANE-5 ECA, a été qualifiée par l'ESA le 12 décembre 2006.

▪ **ARIANESPACE, leader mondial des services de lancement**

Fait remarquable démontrant sa percée et sa place de leader du marché des lancements, près des deux tiers des satellites actuellement opérationnels dans le monde ont été lancés par ARIANESPACE.

Pour la seule année 2006, ARIANESPACE a tiré cinq ARIANE-5 ECA, mettant en orbite de transfert géostationnaire dix satellites de télécommunications et un démonstrateur technologique.

Le bilan d'ARIANE-5 en fait aujourd'hui la référence des services de lancement. Pouvant justifier de trente lancements réussis, ARIANE-5 est seule à pouvoir mettre en orbite de transfert géostationnaire, deux charges utiles d'un coup, offrant à ses clients performance, flexibilité et prix attractifs.

En 2006, ARIANESPACE a engrangé 12 nouveaux contrats de lancement de satellites, nécessitant l'utilisation de 7 lanceurs et au début 2007, possédait un carnet de commandes de 38 satellites.

B. COMMENT CONSOLIDER ET AMPLIFIER LE SUCCES D'ARIANE-5

Pour renforcer sa capacité opérationnelle, l'Europe doit capitaliser sur ARIANE-5.

La construction d'un nouveau lanceur entraînant des pertes de part de marché en raison des inévitables échecs et retards, le seul objectif pertinent est son amélioration pas à pas.

▪ **La poursuite du programme EGAS**

ARIANESPACE doit faire face, plus que jamais, aux conséquences de la baisse du dollar, avec une parité moyenne en 2006 de 1€=1,28 \$. En effet, ARIANESPACE achète ses fournitures et paie ses salaires en € mais facture ses clients en \$. Depuis la mise au point du programme EGAS, la baisse du dollar a entraîné un déficit de 20% dans les recettes d'ARIANESPACE.

Certes, compensant en partie la baisse du dollar, le prix des lancements a augmenté suite aux échecs du lanceur russe PROTON. Avec son service de première qualité, comprenant notamment le conditionnement des satellites à Kourou, ARIANESPACE peut pratiquer des prix un peu plus élevés que la concurrence. De fait les prix sont supérieurs de 10 à 12% par rapport à ceux de 2003.

Mais cette évolution ne compense pas l'évolution du dollar, toujours très handicapante pour la société. L'adaptation du programme EGAS est donc indispensable.

▪ **La rationalisation des rôles et de l'outil industriel en bonne voie**

Rendue indispensable par l'échec de la version lourde ECA, une clarification des rôles entre l'ESA et le CNES, d'abord, EADS ASTRIUM, ensuite et, enfin, ARIANESPACE, a été effectuée en 2003. L'expertise industrielle est assurée par le CNES et l'ESA. EADS ASTRIUM produit et livre le lanceur à ARIANESPACE qui s'occupe de la charge utile¹.

Cette organisation clarifiée a porté ses fruits comme en témoignent les cinq vols d'ARIANE-5 ECA réussis d'affilée.

Si des progrès restent à faire, ils concernent essentiellement la modernisation de l'outil industriel, en production depuis plus de quinze ans. Une augmentation de capacité est également nécessaire compte tenu de l'augmentation de la part de marché d'ARIANE-5. Il faut enfin réduire les délais de fabrication. L'ensemble de ces défis industriels nécessite des investissements, d'une part, en R&T pour concevoir les nouveaux équipements et, d'autre part, en acquisitions pour les mettre en service.

▪ **Une coopération industrielle pour faire baisser les coûts d'un nouveau moteur VULCAIN-3 ?**

Comme on l'a vu plus haut, la NASA fait développer le moteur J-2X par PRATT&WITNEY-ROCKETDYNE pour l'étage supérieur du nouveau lanceur ARES-1 et pour le module de transport vers la Lune « *Earth Departure Stage* » qui sera mis en orbite par le lanceur lourd ARES-5. Selon son cahier des charges, le J2-X devrait présenter des caractéristiques similaires à celle du moteur de premier étage VULCAIN-2 d'ARIANE-5 produit par SAFRAN.

Du côté français et européen, même si le moteur VULCAIN-2 donne toute satisfaction, on considère qu'il serait avantageux que son évolution se poursuive. En particulier, une version plus puissante pourrait être mise au point. Il y aurait également un intérêt évident à développer une version VULCAIN-3 adaptée aux contraintes de fiabilité et de versatilité des vols habités.

Les États-Unis entendent développer un système de transport spatial autonome. Le schéma d'une coopération parfaitement équilibrée entre la France et les États-Unis sur un moteur VULCAIN-3 pourrait toutefois trouver à leurs yeux, un intérêt économique majeur, les spécifications étant définies de manière à satisfaire à la fois les besoins d'ARIANESPACE et ceux de la NASA.

Pour les États-Unis, cette coopération permettrait en effet de disposer d'un moteur pouvant, à un coût réduit, se substituer, au J-2X, si la nécessité s'en faisait sentir. Pour la France et l'Europe, les frais de développement d'une version VULCAIN-3 adaptée à ses futurs besoins seraient allégés.

¹ Alain CHARMEAU, Directeur général, EADS ASTRIUM SPACE TRANSPORTATION, audition du 20 décembre 2006.

Une coopération industrielle du type de la coopération 50/50 de SAFRAN avec GENERAL ELECTRIC pour le moteur CFM56 permettrait à chacun des partenaires de produire le moteur pour son compte, dans ses propres installations nationales et à des coûts considérablement abaissés.

Intéressant l'ensemble des acteurs du spatial et l'avenir même du secteur, la baisse des coûts de lancement est une priorité. Un schéma de coopération transatlantique tel que celui énoncé ci-dessus pourrait y contribuer, moyennant un travail d'approfondissement.

Si la faisabilité technique et l'intérêt économique d'un tel projet étaient confirmés, alors sa finalisation devrait intervenir au plus haut niveau politique.

▪ **La mise au point de la version ARIANE-5 ES-ATV**

Le lancement du véhicule ATV (Automated Transfer Vehicle) de ravitaillement de la Station spatiale internationale (ISS International Space Station), n'exigera pas de recourir à la version la plus puissante ARIANE-5 ECA.

Une version spécifique d'ARIANE-5 sera utilisée, intitulée ARIANE-5 ES-ATV (ES pour Evolution storable upper Stage). Cette version utilisera le moteur de premier étage le plus puissant, VULCAIN-2, mais l'étage supérieur sera l'étage à propergols stockables EPS avec le moteur réallumable AESTUS.

D'autres modifications seront nécessaires pour assurer la bonne injection de l'ATV sur l'orbite de la station spatiale internationale.

▪ **Un moteur cryogénique puissant réallumable de 3^{ème} étage pour ARIANE-5**

Lors de sa conception, ARIANE-5 devait disposer d'un moteur de 3^{ème} étage cryogénique réallumable. Pour des raisons d'économie, c'est le moteur non réallumable d'ARIANE-4 qui a été finalement utilisé¹.

L'étage spécifique ECA qui utilise le moteur VINCI n'est ni réallumable ni même retardable de plus de quelques secondes, dans la mesure où la pression doit être tenue dans les moteurs pour éviter le givrage.

La construction d'un moteur réallumable VINCI-2 et son installation à la place du moteur actuel permettraient à ARIANE-5 d'élargir considérablement sa palette d'utilisation. L'orbite de transfert géostationnaire serait utilisable, avec un réallumage du moteur au périégée. Tout le potentiel du lanceur serait alors disponible, allant des missions confiées aux petits lanceurs à celles qui sont spécifiques des lanceurs lourds, par définition inaccessibles aux lanceurs de petite taille. ARIANE-5 pourra alors lancer 6 satellites GALILEO d'un coup, les plans d'orbite différents pouvant être atteints grâce à des réallumages successifs.

L'étage ECB doté du moteur VINCI-2 de SAFRAN apportera non seulement la fonctionnalité essentielle du réallumage mais aussi un surcroît de puissance de 30%, qui est, en tout état de cause, un développement nécessaire

¹ La capacité maximale de mise en orbite d'ARIANE-4 était de 5-6 tonnes en orbite de transfert géostationnaire.

pour le lancement de l'ATV à pleine charge utile. Ainsi modernisée, la capacité d'ARIANE-5 ECB sera de 12 tonnes en orbite de transfert géostationnaire.

Il s'agit d'un investissement raisonnable dont la rentabilité sera considérable. ARIANE-5 pourrait alors servir plus de 20 ans.

▪ ***La qualification vols habités pour ARIANE-5***

Autre perspective d'évolution majeure, ARIANE-5 pourrait aussi être utilisée pour les vols habités, moyennant des améliorations d'un coût peu élevé en regard du développement d'un tout nouveau lanceur lourd.

ARIANE-5 est le seul lanceur doté de systèmes électriques redondants, qui ont, de surcroît, été testés et vérifiés en détail. Pour améliorer encore la fiabilité, il faudrait aujourd'hui introduire des redondances supplémentaires et revoir certains logiciels, notamment pour l'éjection des boosters.

Une tour d'éjection devrait être aussi ajoutée au sommet du lanceur pour la sauvegarde de l'équipage.

Mais au total, le coût de l'ensemble de ces améliorations ne dépasserait pas le milliard d'euros, soit le montant du programme EGAS de retour en vol d'ARIANE-5.

3. Une gamme complète de lanceurs européens avec SOYUZ et VEGA

Comme l'avait recommandé l'Office parlementaire dans son rapport de 2001, les pouvoirs publics ont agi de façon que les services proposés par ARIANESPACE s'élargissent aux charges utiles de moyenne ou de petite taille. Ainsi une société commune, STARSEM, a été constituée par EADS, ARIANESPACE, l'agence spatiale fédérale russe ROSKOSMOS et l'entreprise russe TsSKB-Progress qui assure la conception et la production de la famille de lanceurs SOYUZ.

STARSEM fournit un service complet de lancement avec SOYUZ, tiré depuis Baïkonour et bientôt depuis le Centre spatial guyanais.

A. SOYUZ AU CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Dans sa version améliorée 2-1-A/B, SOYUZ jouera un rôle important car il s'agit d'un lanceur performant, qui offre même la possibilité de vols habités.

Le premier tir de SOYUZ au Centre spatial guyanais devrait intervenir en 2008.

L'aménagement du port spatial guyanais pour l'accueil de SOYUZ est financé, depuis février 2004, à hauteur de 344 M€, dont 223 M€ par les États membres de l'ESA et l'Union européenne. L'absence de ligne budgétaire spécifique dans le budget de l'Union crée toutefois des difficultés pour le versement des vingt-deux millions d'euros annoncés.

Il sera légitime que l'Union européenne, en particulier la Direction générale Transports, contribue aux dépenses d'achèvement et d'exploitation du pas de tir consacré à SOYUZ ainsi qu'à la construction des installations nécessaires aux vols habités, tant pour SOYUZ que pour la future version d'ARIANE-5 vols habités.

B. LE LANCEUR VEGA EN BONNE VOIE

Le lanceur VEGA à ergols solides a pour objectif la mise en orbite basse d'une charge utile de 1,5 tonne¹.

Développé par l'ESA sous leadership de l'Italie, le programme VEGA bénéficie aussi de la sympathie et du soutien du CNES et d'EADS ASTRIUM². ASTRIUM est prêt à aider l'Italie à développer ce petit lanceur qui permettra à l'Europe de le mettre en œuvre, pour ses propres besoins, et de proposer une gamme complète de lanceurs.

Le moteur P-80 de premier étage de VEGA a été testé avec succès en novembre 2006 au Centre spatial guyanais. Le vol inaugural de VEGA est prévu en septembre 2008. Cinq autres vols devraient être réalisés ensuite d'ici 2010.

4. Les lanceurs de nouvelle génération

Le monde est à l'aube des utilisations de l'espace. L'avenir du spatial doit donc être préparé en permanence, en particulier dans le domaine des lanceurs du futur.

▪ Une stratégie pour la préparation de l'échéance 2025

En tout état de cause, la modernisation pas à pas d'ARIANE-5 doit constituer l'axe principal de la stratégie de préparation de l'avenir.

La principale qualité d'un lanceur étant sa fiabilité, il convient de capitaliser sur les technologies démontrées d'ARIANE-5 et plus généralement sur l'expérience acquise dans tous les domaines.

¹ Ses caractéristiques sont voisines du missile stratégique M51 de la force de dissuasion française.

² L'implication française est de 150 M€. Le CNES est le maître d'ouvrage du premier étage P80. EUROPROPULSION et SAFRAN travaillent sur le P80 et les tuyères, et EADS ASTRIUM sur les logiciels embarqués.

En conséquence, l'horizon d'entrée en service de la nouvelle génération de lanceurs se situe aux alentours de 2025. Mais on peut également faire en sorte que les nouveaux lanceurs soient prêts plus tôt, si le besoin s'en fait sentir.

Selon la stratégie arrêtée par le CNES, deux écueils sont à éviter, d'une part le choix prématuré des technologies qui empêcherait de bénéficier de nouvelles avancées, et, d'autre part, le non-respect du calendrier.

Des innovations technologiques sont d'ores et déjà disponibles, VEGA devant être déjà innovant par rapport à ARIANE-5.

Globalement, le lanceur du futur ressemblera aux lanceurs actuels. Mais, les lanceurs du futur auront de fortes ressemblances avec les lanceurs actuels tout en intégrant les années d'expérience accumulées, la principale qualité d'un lanceur étant la fiabilité.

▪ **Les initiatives concrètes**

Pour préparer les lanceurs du futur, l'ESA a mis en place en 2004 un programme intitulé FLPP (Future Launcher Preparatory Programme). L'ESA définit des domaines d'études et met en place des contrats avec les industriels, le CNES et d'éventuels partenaires étrangers.

En particulier, un accord de coopération a été signé en janvier 2005 entre l'ESA et la Russie, sur le développement de technologies avancées pour les futurs systèmes de lancement (FLPP).

Le programme OURAL de coopération bilatérale entre le CNES et ROSKOSMOS a pour but la recherche de technologies innovantes pour la propulsion et le rapprochement des cultures techniques des entreprises russes et européennes par la réalisation de démonstrateurs au sol et en vol¹.

Les travaux à réaliser sont définis et répartis entre les industriels, conjointement par le CNES et ROSKOSMOS. Le CNES finance les travaux réalisés par les industriels français ou européens, et ROSKOSMOS les travaux réalisés par les industriels russes. Depuis l'effondrement de l'URSS, c'est le premier programme réalisé sans transfert de fonds entre les deux pays. OURAL se déroule en 2006 d'une manière satisfaisante. Le programme 2007 est en cours de réalisation².

On pourrait estimer nécessaire l'extension de cette coopération.

Par ailleurs, afin de participer en partenariat avec l'Italie au développement des lanceurs de nouvelle génération, EADS ASTRIUM a créé une société conjointe avec FINMECCANICA, intitulée NGL (New Generation Launchers)³.

¹ Réunion de travail Groupe Parlementaire de l'Espace - ESA, Moscou, 6 juillet 2006.

² Réunion de travail Groupe Parlementaire de l'Espace - ESA, Moscou, 6 juillet 2006.

³ La répartition du capital est la suivante : EADS ASTRIUM 70%, FINMECCANICA 30%.

En tant que société de coordination des efforts français et italiens, NGL est déjà impliquée dans le programme FLPP (Future Launcher Preparation Program).

5. La propulsion nucléaire pour les missions lointaines

La durée des voyages interplanétaires avec les technologies actuelles de propulsion compromet leur faisabilité. S'il faut trois jours pour « orbiter » la Lune en partant d'une orbite terrestre, il faudrait au minimum six mois pour rallier Mars.

La durée accroît les problèmes logistiques d'un vol habité, l'inconfort psychologique des astronautes, ainsi que l'impact physiologique de la micropesanteur et des radiations sur leur santé.

Il faut donc de nouvelles propulsions capables d'accélérer et de freiner un véhicule spatial sur des périodes plus longues que les motorisations actuelles. La propulsion nucléaire semble, à l'heure actuelle, la meilleure technologie envisageable¹. Seule la propulsion nucléaire semble de nature à permettre de diminuer les risques des voyages interplanétaires, en réduisant leur durée².

L'utilisation de réacteurs nucléaires dans l'espace se limite aujourd'hui à l'emploi de réacteurs de petite taille assurant la production de chaleur et d'électricité des sondes automatiques pour l'exploration lointaine.

Un exemple de réacteur nucléaire de propulsion mis au point, dans les années soixante, par l'URSS à l'Institut KELDISH donne une idée des performances obtenues³. Ce moteur repose sur un principe simple mais d'une mise en œuvre complexe au plan technologique. Le réacteur nucléaire fournit la chaleur pour sublimer l'hydrogène, qui joue le rôle de fluide de refroidissement. L'hydrogène, porté à très haute température, est éjecté sans combustion, ce qui assure la propulsion.

Le réacteur soviétique comprenait trente-sept assemblages combustibles, à base de carbure d'uranium, placés dans un cœur d'un mètre de diamètre et de cinquante centimètres de hauteur. Les températures de l'hydrogène étaient de -250°C à l'entrée et de 3000°C à la sortie⁴.

Délivrant une poussée de 3,6 tonnes, ce moteur a parfaitement fonctionné sur des satellites espions, notamment pour l'observation des sous-marins américains. 40 matériels de toutes sortes, exigeant des changements d'orbite multiples, ont été équipés avec ce moteur. Son abandon provient de la décision politique de ne plus orbiter autour de la Terre des réacteurs nucléaires.

¹ Léopold EYHARTS, *Astronaute ESA, Houston, 3 novembre 2006.*

² Vincent SABATHIER, *consultant au CSIS, Washington, 9 novembre 2006.*

³ *Visite de l'Institut KELDISH, Moscou, 19 octobre 2006.*

⁴ *Le rapport poussée/masse de ce réacteur était sept fois supérieur à celui d'un moteur à propergol liquide. Son impulsion spécifique atteignait 900, contre 600 en moyenne pour les moteurs actuels. Selon l'Institut KELDISH, le moteur américain comparable ne délivrait qu'une impulsion de 750.*

Pour leur part, les États-Unis ont également étudié la propulsion nucléaire pour les missions lointaines. La densité énergétique des réactions nucléaires permet en effet des impulsions spécifiques très élevées des systèmes de propulsion, d'où la possibilité d'atteindre rapidement la périphérie du système solaire et de pallier la faiblesse du rayonnement solaire. Comme pour la Russie, la technologie nucléaire étudiée repose sur l'utilisation de la chaleur produite par un réacteur nucléaire de petite taille, pour porter de l'hydrogène à haute température et l'éjecter par une tuyère.

Les travaux réalisés aux États-Unis, à partir de 1961, sous la dénomination NERVA (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application) avaient pour but la mise au point d'un propulseur pour des missions spatiales habitées vers Mars. Si les moteurs correspondants n'ont pas été lancés dans l'espace, ils ont été réalisés et testés au sol avec succès¹.

À côté de la propulsion nucléaire, semble-t-il, mise de côté aujourd'hui, d'autres technologies sont aujourd'hui étudiées, par exemple les moteurs ioniques ou électriques à plasma. Les moteurs ioniques électromagnétiques et les moteurs à plasma de type HALL fonctionnent déjà d'une manière satisfaisante mais manquent de puissance.

Pour le moment, le CNES n'a pas lancé de programme de recherche et développement sur les réacteurs nucléaires embarqués dans l'espace. Dans ce domaine, la France, avec le CEA, et les États-Unis, avec les laboratoires nationaux du Département de l'énergie (DOE Department of Energy) pourraient avoir des liens de coopération privilégiés, la propulsion devant toutefois être traitée au niveau européen.

Compte tenu de son intérêt incomparable pour les missions lointaines, la R&T sur la propulsion nucléaire doit être lancée le plus vite possible au niveau européen.

¹ Emmanuel de LIPKOWSKI, Secrétaire général, Groupe parlementaire de l'Espace, Washington, 8 novembre 2006.

II.- LE SPATIAL AU CŒUR DE LA DEFENSE ET DE LA SECURITE, AVEC OU SANS L'EUROPE

1. Spatial de sécurité-défense et spatial militaire

▪ **Des champs interconnectés**

Pour définir avec précision les différentes composantes du spatial en terme de défense et de sécurité et en termes militaires, la vision de l'ONU est une utile référence.

Le concept le plus large est la sécurité qui vise la stabilité globale d'une société, et comprend la protection des personnes et des biens, la sécurité environnementale, la sécurité civile et englobe la défense. En France, de nombreuses fonctions de sécurité sont militarisées, comme la sécurité maritime ou la gendarmerie.

Outre la lutte contre les agressions extérieures et la protection des intérêts nationaux en métropole et outre-mer, la défense possède plusieurs dimensions, comme la lutte contre le terrorisme, les trafics en tous genres, l'immigration incontrôlée.

Le militaire se limite à l'action des forces armées contre des menaces extérieures.

Il s'agit de notions en forme de poupées russes : la plus grande est la sécurité, qui contient la défense, qui contient le militaire¹.

Pour la sécurité, comme pour la défense et l'action militaire, le spatial peut avoir une valeur ajoutée importante.

▪ **Le spatial militaire**

L'espace militaire comprend plusieurs types de programmes, allant des systèmes de télécommunications et de gestion des armées ainsi que d'information sur les menaces potentielles, jusqu'aux dispositifs d'attaque d'objectifs terrestres ou spatiaux à partir de l'espace.

La mise en œuvre des quatre types de programmes est inégale mais progresse rapidement dans le temps².

¹ Général Bernard MOLARD, Vice-Président Défense et Sécurité, EADS ASTRIUM, débat du CEPS (Centre d'étude et de prospective stratégique), 25 octobre 2006.

² Pascale SOURISSE, Présidente d'ALCATEL ALENIA SPACE, débat du CEPS (Centre d'étude et de prospective stratégique), 25 octobre 2006

Premier niveau, l'espace militaire, c'est d'abord l'utilisation par les forces armées de *solutions spatiales* pour les télécommunications, l'observation, la navigation et l'écoute de tous les types de signaux électromagnétiques. Ces moyens non agressifs sont très largement mis en œuvre par les États-Unis et, à une échelle beaucoup plus réduite, par différents pays européens, par la Russie et à différents niveaux par les nouvelles puissances spatiales.

Les opérations militaires impliquent de plus en plus l'espace, celui-ci devenant la clé des opérations en augmentant les capacités des forces¹. Le concept NWC/NCO (Net Centric Warfare / Net Centric Operations) qui s'est imposé aux États-Unis, a entraîné une multiplication par 100 entre 1990 (première guerre d'Irak) et 2004 de la bande passante par militaire impliqué dans le conflit. Grâce à des investissements massifs, les États-Unis ont réussi à raccourcir à une minute le délai entre l'acquisition, la redistribution et l'accès à l'information.

Deuxième niveau, l'espace militaire est aussi la *défense contre des menaces* venues de l'espace, par des dispositifs d'alerte avancée et d'interception de missiles balistiques ou tactiques. Les premiers éléments de ce deuxième niveau sont d'ores et déjà opérationnels aux États-Unis et sans doute en Russie. Des progrès importants restent toutefois à faire pour parvenir à couvrir tous les types de menaces.

Troisième niveau, l'espace militaire comprend non seulement la protection des *systèmes spatiaux* nationaux mais aussi la neutralisation ou la destruction de systèmes spatiaux ennemis². Le secret sur ce domaine est quasi-total. Mais il ne fait pas de doute que des satellites « tueurs » ont été expérimentés et que les grandes puissances en sont dotées.

Quatrième niveau, l'espace militaire comprend enfin l'*attaque*, à l'aide de systèmes en orbite, de cibles aériennes, maritimes ou terrestres. Il s'agit là d'un domaine également opaque, dont la mise en œuvre se heurte toutefois à d'importantes difficultés techniques, qui ne semblent pas actuellement surmontées.

▪ *Les traités internationaux*

Contrairement à ce que l'on peut penser, les traités internationaux laissent place à l'espace militaire. Aujourd'hui signé par 102 pays, le traité de 1967 sur l'espace est peu coercitif.

L'usage non agressif de satellites militaires est autorisé. Les États signataires sont libres d'établir des systèmes spatiaux, y compris militaires. Les

¹ Des capteurs en réseau assurent la collecte des informations qui sont ensuite rassemblées et analysées, avant d'être redistribuées. Ainsi, chaque intervenant voit tout ce que voient tous les intervenants, à l'instar des systèmes de la marine de guerre où tous les navires voient tout ce que voient tous les radars des différents navires. Le fantassin sur le terrain reçoit les vues aériennes prises par des satellites ou des drones, informations retraitées qui lui permettent de connaître l'état des forces ennemies sur la colline voisine.

² Introduisant la nouvelle politique spatiale américaine en juillet 2006, Donald RUMSFELD, Secrétaire à la Défense, indiquait que son objectif numéro 1 est d'éviter « un Pearl Harbor de l'espace ». Dans cette perspective, le secrétaire à la Défense estimait vital de renforcer la protection des capacités spatiales des États-Unis.

armes antimissiles ne sont pas illégales. Seule limitation réelle, les armes nucléaires sont bannies de l'espace.

2. L'effort massif des États-Unis en faveur du spatial militaire

En 2006, le budget spatial du Département de la Défense s'est élevé à un montant estimé entre 20 à 25 Md\$, l'incertitude provenant des programmes secrets par nature difficiles à évaluer.

L'effort budgétaire américain en faveur du spatial militaire dépasse le budget de la NASA depuis 1999. Il l'avait déjà fait de 1982 à 1994, suite à l'initiative de défense stratégique du Président Reagan.

L'ambition des programmes lancés depuis 1999 et la profondeur des changements stratégiques initiés après la première guerre du Golfe laissent augurer que l'augmentation prévue du budget spatial militaire américain de 30% d'ici à 2012 sera respectée.

A. LE SPATIAL MILITAIRE AU CŒUR DES FORCES ARMÉES AMÉRICAINES

▪ La constance des orientations américaines

Loin d'être une innovation, la nouvelle politique de l'espace américaine (NSP National Space Policy) résultant d'une directive présidentielle rendue publique en juillet 2006, ne fait qu'explicitier la politique de dominance spatiale (Space Dominance) engagée depuis 1997.

Cette politique repose, en matière de défense, sur quatre piliers : le recours au spatial comme multiplicateur de forces grâce aux informations spatiales ; la surveillance de l'adversaire et l'optimisation de l'application des forces nationales ; le partenariat avec les applications civiles ; le contrôle de l'espace, en vue d'en garantir ou d'en interdire l'accès.

La politique spatiale nationale est une politique unilatérale. Les États-Unis revendiquent une totale liberté d'action et le droit d'interdire l'accès à l'espace, par exemple aux « États voyous », l'accès à l'espace étant aussi important que la puissance aérienne ou maritime. Dans cette perspective, les États-Unis se sont retirés en 2002 du traité ABM (Anti Ballistic Missile Treaty) pour avoir une liberté d'action complète.

Sur les théâtres d'opération du Kosovo, de l'Afghanistan, de l'Irak, l'espace appartient à la panoplie du combattant américain. La dissuasion est repensée. L'objectif est la domination informationnelle du champ de bataille.

Plus généralement, le développement des armes spatiales est intégré dans la stratégie américaine.

▪ ***Le spatial militaire pour tout faire***

En tout état de cause, la doctrine américaine actuelle résulte de deux révisions post-guerre froide.

Le constat que l'arsenal de la guerre froide était inadapté aux guerres localisées et à leurs fonctionnalités tactiques nouvelles a été fait lors de la première guerre d'Irak. De nouveaux moyens ont donc été développés. La deuxième guerre d'Irak a placé l'espace au cœur des opérations militaires. Un renforcement des orientations précédentes a depuis lors été décidé.

Il s'agit de développer les capacités de télécommunications et de les durcir. En outre, l'accent est aussi mis sur le déploiement de systèmes d'acquisition.

Conséquence de l'importance décisive du spatial, la dépendance par rapport à celui-ci doit être corrigée par une protection des infrastructures spatiales. Il ne fait aucun doute que si des systèmes de protection peuvent être opérationnels, ils seront mis en place.

B. UN AVANTAGE TECHNOLOGIQUE RECHERCHE EN PERMANENCE

La stratégie de développement du spatial militaire américain consiste à développer des technologies innovantes, quels que soient les risques pris, les considérations de coûts étant par ailleurs secondaires même si elles sont de plus en plus présentes. Selon cette approche, des risques technologiques importants peuvent avoir un bénéfice très significatif, à savoir une génération d'avance.

▪ ***Les météorologies civile et militaire fusionnées au sein de NPOESS***

Les satellites météorologiques de programmes civils POES et militaires DMSP atteindront en 2009 la limite de leur durée de vie. C'est pourquoi le Congrès des États-Unis a demandé leur remplacement, avec le souci de diminuer les dépenses correspondantes.

Le programme NPOESS (National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System) a pour but de faire converger les programmes spatiaux civils et militaires d'observation de la Terre au sens large dans un programme national unifié¹.

Il s'agit avec NPOESS de couvrir l'atmosphère, les océans, les terres émergées et l'environnement spatial. La NASA est responsable du développement, tandis que la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) est l'agence opérationnelle dont le rôle est voisin de celui d'EUMETSAT.

¹ Jean-Jacques TORTORA, *le programme spatial américain, stratégie gouvernementale et perspectives industrielles*, CNES, I-SPACE-PROSPACE, 2006.

Le système NPOESS, qui comprendra quatre satellites, contre six au départ, s'appuiera sur METOP pour les orbites du matin et de l'après-midi.

L'appui sur des capacités non-américaines est une orientation de la NOAA, critiquée par le Congrès.

Le lancement du premier satellite devrait intervenir en 2012, le système atteignant sa capacité opérationnelle initiale en 2014 et sa pleine capacité en 2016.

L'estimation actuelle de l'ensemble du système NPOESS est de 11,5 milliards \$.

• La révolution des télécommunications spatiales militaires

Les forces armées américaines utilisent deux systèmes de télécommunications, l'un protégé et l'autre non¹.

Le programme non protégé DSCS a été lancé dans les années soixante et a fait l'objet de trois modernisations successives.

Les systèmes protégés ont connu plusieurs versions, AFSAT puis FLTSAT, UFO et enfin MILSTAR.

Son successeur, intitulé AEHF (Advanced Extremely High Frequency), assurera, au moyen de 3 à 4 satellites, des liaisons hautement sécurisées avec des débits plus de dix fois supérieurs en liaison sol-satellite et six fois supérieurs en liaison satellite-satellite. Le premier satellite AEHF devrait être lancé en 2008, le deuxième en 2009 et le troisième en 2010, pour un investissement total de 2,1 Md\$.

Pour faire la jonction entre MILSTAR et AEHF, un programme intermédiaire, intitulé WGS (Wideband Gapfiller Satellites) de 3 satellites opérant dans les bandes X et Ka, a dû être lancé.

Mais une nouvelle avancée est en préparation avec le programme TSAT (Transformational SATellite), destiné à être le pivot de la nouvelle approche de combats en réseaux (Network Centric Warfare).

TSAT constituera un réseau Internet dans l'espace par des liaisons laser avec le sol et entre les satellites, avec une constellation de six satellites, dont un de secours. Si TSAT a été lancé en 2003, des retards ont été rencontrés dans son développement. Le coût de TSAT est estimé à 16 Md\$. La production devrait être décidée en 2008, et le premier satellite lancé en 2015.

• Le système GPS, en constante modernisation

Le système GPS est d'une importance clé pour les armées américaines, les munitions et les armes guidées par satellites étant en effet omniprésentes dans leur arsenal.

¹ Hervé BOUAZIZ, ICA, Service de l'Attaché d'armement, Ambassade de France à Washington, 6 novembre 2006.

C'est pourquoi le GPS, opérationnel à partir de 1994, est modernisé en permanence, la flotte des 24 satellites étant renouvelée par blocs successifs.

Depuis 2005, les huit lancements du bloc GPS IIR-M ont permis d'augmenter la puissance des signaux et la résistance au brouillage, d'introduire de nouveaux codes militaires et de mettre en place un deuxième signal civil.

À partir de 2008, les 16 lancements du bloc GPS IIF introduiront un troisième signal civil, tout en améliorant encore la résistance au brouillage.

Le Département de la Défense prévoit enfin, à partir de 2013, le lancement des satellites du bloc GPS III, pour améliorer la fiabilité, la disponibilité, la précision et le durcissement du signal et rendre compatible le système avec GALILEO.

Le bloc IIF du programme GPS est actuellement fourni par BOEING, 16 satellites d'une durée de vie de 12 ans devant être lancés entre 2006 et 2014.

• **L'écoute et l'alerte avancée**

Les programmes d'écoute, gérés par l'agence de sécurité nationale (NSA National Security Agency) et les programmes de reconnaissance, sont frappés du sceau du secret¹.

La surveillance est assurée par le système DSP, auquel va succéder le système SBIRS (Space Based Infrared System) pour la détection avancée de missiles.

Comportant initialement cinq satellites géostationnaires, et deux capteurs en orbite elliptique, le système est réduit à deux ou trois satellites. Les deux capteurs en orbite elliptique ont été livrés en 2004 et 2005. Le premier satellite géostationnaire sera lancé en 2008, avec un retard important.

Devançant les souhaits du Pentagone, le Congrès des États-Unis a exigé qu'un nouveau programme fondé sur de nouvelles technologies soit d'ores et déjà préparé pour prendre le relais de SBIRS.

Autre programme phare des prochaines années, le programme SPACE RADAR est un système d'observation radar tout temps et de suivi des mobiles. Son objectif est le guidage en temps réel de missiles vers des cibles mobiles.

Devant initialement être composé de vingt et un satellites en orbite basse complétés par des satellites en orbite intermédiaire, le système SPACE RADAR a finalement été réduit en 2005 à neuf satellites. L'estimation actuelle du programme est de 34 milliards \$. Le développement a commencé en 2004. Des démonstrateurs devraient voler en 2008-2009. Le premier satellite devrait être lancé en 2015, pour une capacité opérationnelle atteinte en 2025.

Ainsi, le Département de la Défense des États-Unis imprime une course technologique permanente et sans frein, pour améliorer la contribution du spatial à l'action des forces terrestres, navales ou maritimes, et aussi, logiquement, pour

¹ Hervé BOUAZIZ, *ibid.*

protéger ces mêmes systèmes d'actions hostiles. Les différents programmes, du fait de leurs ambitions, sont évidemment coûteux. Les dérives de coûts enregistrées pour la plupart d'entre eux ont conduit à faire figurer dans les objectifs de la nouvelle politique spatiale, l'amélioration du processus de gestion des programmes et de commandes des armées.

3. Les investissements de la Russie, de la Chine et de l'Inde

▪ *Le spatial militaire russe, digne héritier de l'espace soviétique*

La relance du spatial russe, depuis plusieurs années, si elle bénéficie au spatial civil, bénéficie aussi au spatial militaire qui, dans les années noires suivant l'effondrement de l'Union soviétique, a d'ailleurs monopolisé l'essentiel des dépenses spatiales du pays. Les lancements à finalité militaire représentent aujourd'hui encore, en moyenne, la moitié des lancements réalisés annuellement par la Russie pour ses propres besoins.

Au total, on estime que sur les sept systèmes spatiaux soviétiques, six ont pu être maintenus en service¹.

Seul le système de calibrage des radars terrestres d'alerte avancée et de surveillance de l'espace semble avoir été abandonné. Les autres systèmes sont opérationnels.

Ainsi, l'observation optique est assurée par au moins trois satellites d'observation militaire, la surveillance océanique par un satellite.

Les télécommunications militaires reposent sur quatre satellites de puissance moyenne et sept petits satellites.

L'écoute électronique est assurée par un ensemble de satellites de conception relativement ancienne.

Le système militaire russe de navigation par satellite est double, avec, d'une part la constellation PARUS, et, d'autre part, à terme la constellation GLONASS, qui, comprenant dix-sept satellites fin 2006, en totalisera vingt-quatre à son entrée en service en 2009.

Enfin, l'alerte avancée est assurée par deux satellites en orbite basse et un satellite géostationnaire².

▪ *La Chine déjà présente dans le spatial militaire*

Réalisant des efforts importants, la Chine réalise des progrès rapides, pour les lanceurs, les satellites et les vols habités.

Mais la Chine possède aussi déjà ses propres satellites de télécommunications militaires ainsi que des satellites d'écoute électronique. Par

¹ Christian LARDIER, *Air & Cosmos*, 12 janvier 2007

² Christian LARDIER, *ibid.*

ailleurs, son système de positionnement BEIDU a une vocation militaire primordiale.

La recherche de capacités spatiales offensives a par ailleurs abouti. La Chine a en effet réussi à « *éblouir* » en 2006 un satellite espion américain, ce qui suppose des capacités de localisation performantes et l'utilisation efficace d'un laser de puissance.

Coup de tonnerre à la fois militaire et politique, la Chine a confirmé début 2007 la destruction en vol d'un de ses propres satellites météorologiques par un missile balistique tiré depuis son territoire.

Cet événement est décisif à plusieurs titres. Jusqu'alors, seuls les États-Unis et la Russie étaient réputés capables de réussir un tel exploit technique.

Que la Chine ait pu le réussir avec des technologies acquises à l'étranger ou par ses propres moyens, est tout aussi inquiétant.

S'il s'agit de technologies d'origine étrangère, ceci signifie qu'elles sont accessibles sur le marché international, et pourquoi pas, à d'autres puissances.

S'il s'agit de technologies nationales, alors la Chine est encore plus avancée qu'on ne pouvait le supposer.

L'interception en vol d'un satellite nécessite en effet des compétences particulièrement pointues en terme de localisation du satellite, de vitesse et de guidage du missile, avec une actuation particulièrement rapide et efficace des paramètres de vol de ce dernier.

Deux autres motifs d'inquiétude résultent du mode de destruction utilisé.

Si la destruction a été opérée par l'explosion d'une charge dans l'environnement proche du satellite, alors des débris en nombre important ont été disséminés dans l'espace, ce qui constitue un danger pour les satellites des autres pays.

Si la destruction a été opérée par le choc mécanique d'un véhicule tueur de type « *kill vehicle* », alors la conduite de l'approche terminale doit être d'une précision extraordinaire et la maîtrise des technologies correspondantes par la Chine représente une surprise de taille et motive l'accélération des efforts des autres puissances spatiales.

4. D'autres pays en passe de disposer de moyens spatiaux militaires

On sait que l'Inde, la Corée du Sud et Israël investissent de longue date dans le spatial militaire.

La dissémination des technologies spatiales militaires est en marche vers de nombreux autres pays.

La Corée du Nord a développé ses propres lanceurs et les fournit déjà à des partenaires étrangers. Ses échecs dans les missiles intercontinentaux ne sont que provisoires.

L'Iran de son côté, par ses propres moyens et avec l'aide de technologies importées, va rapidement être en passe de mettre en orbite des satellites dont les usages seront multiples mais, on peut le redouter, prioritairement militaires.

Face à ces développements, la France doit accélérer ses efforts et entraîner avec elle, un noyau dur d'États membres de l'Union européenne.

5. Le développement insuffisant et menacé du spatial militaire français

A. L'ABSENCE D'EUROPE NE PEUT JUSTIFIER L'IMMOBILISME NATIONAL

Si la France est le leader européen dans le spatial militaire, avec pour le moment le plus important budget spatial de défense en Europe, la programmation militaire nationale ne semble pas faire du spatial militaire sa priorité, contrairement aux déclarations répétées du ministre de la Défense.

Des capacités opérationnelles nouvelles doivent être apportées aux forces sur le terrain, en particulier lors des opérations extérieures.

La France doit améliorer ses capacités nationales, comme il est indiqué ci-après, tout en participant au premier rang aux projets européens, évoqués plus loin.

B. LES DEVELOPPEMENTS INDISPENSABLES

Le plus important n'est pas le satellite mais l'information opérationnelle¹. Ceci passe par une observation assez précise pour permettre la reconnaissance.

Sur les théâtres d'opérations, une augmentation très forte des besoins de télécommunications se fait jour. 50% de la capacité de Syracuse 3 B est d'ores et déjà consommée.

▪ SYRACUSE-3C pour des besoins en télécommunications militaires en croissance rapide

La demande SATCOM militaire connaît une véritable explosion. Malgré sa dotation en satellites de télécommunications SYRACUSE-3A et 3B, les besoins de couverture et de capacités supplémentaires des forces armées françaises nécessiteront un satellite supplémentaire SYRACUSE-3C à partir de 2010-2011², qui doit être commandé sans délai par la France.

¹ Contre-amiral Guy POULAIN, débat du CEPS (Centre d'étude et de prospective stratégique), 25 octobre 2006

² Le premier satellite couvre une zone allant de l'Atlantique jusqu'à l'Inde, le deuxième couvrant le Pacifique. Tout en couvrant le reste du monde, le troisième Syracuse servira également de moyen de secours en cas de panne, pour qu'à tout moment, deux satellites restent actifs.

Le durcissement de SYRACUSE-3C et sa résistance au brouillage depuis le sol ou l'espace devront être encore améliorés par rapport à ses prédécesseurs.

▪ ***HÉLIOS-3 pour assurer la continuité et le progrès de l'observation optique***

La France dispose de compétences de longue date au premier niveau d'excellence dans le domaine de l'observation à haute résolution, qui trouve des applications militaires essentielles.

Le satellite HÉLIOS-2A est déjà en orbite et HÉLIOS-2B sera lancé en 2008-2009.

D'ores et déjà il faut se préoccuper de la suite de ce dernier en visant une résolution d'au moins 20 cm par pixel avec une bonne largeur de champ. Les études relatives à HÉLIOS-2 sont aujourd'hui terminées.

À partir de 2007, il faut donc commencer sans attendre les études sur HÉLIOS-3 en reproduisant le schéma vertueux d'HÉLIOS-2, dont les études ont démarré dès le lancement d'HÉLIOS-1.

6. L'Europe

A. LE RETARD DE L'EUROPE EN MATIERE DE SPATIAL MILITAIRE

L'Europe est engagée dans différents programmes d'utilisation militaire non agressive de l'espace, en particulier pour les télécommunications et l'observation de la Terre, tandis que des projets existent pour l'écoute et l'alerte avancée.

Les limites de l'engagement européen sont toutefois nombreuses. Il n'existe pas de programme européen mais une juxtaposition de programmes nationaux, bilatéraux ou au mieux trilatéraux. Cinq pays européens disposent de systèmes de télécommunications spatiales militaires mais ces cinq systèmes sont tous différents les uns des autres. Les trois programmes d'observation ont été décidés séparément.

Des évolutions positives existent toutefois. L'offre commune France-Royaume-Uni-Italie, faite pour le nouveau système de télécommunications de l'OTAN, a remporté le marché. Des échanges de données sont prévus pour les données d'observation de la Terre. S'il n'existe pas de politique de défense européenne, il n'existe pas de politique spatiale militaire européenne. Mais l'Agence européenne de défense (EDA) s'y intéresse, ses moyens étant toutefois limités à moins d'une centaine de personnes et à un budget de 5 M€.

Globalement, le retard européen est donc considérable.

Les dépenses spatiales militaires de l'Europe dans son ensemble sont dans un rapport de 1 à 20 par rapport aux dépenses américaines de même type.

Ce décalage provient bien sûr de la faiblesse des dépenses militaires européennes globales qui, tous pays confondus, ne représentent qu'un tiers des dépenses militaires américaines, mais aussi et surtout de la faiblesse du rôle dévolu à l'outil spatial dans les dépenses militaires nationales. Les États membres pris séparément ou ensemble n'ont pas en effet pris conscience de la valeur stratégique de l'espace.

B. LES METHODES A RETENIR

▪ La mutualisation

La prolifération de systèmes européens est, à court terme, favorable en termes de chiffres d'affaires, mais pénalisante à long terme en termes de rentabilité et de perspectives de développement. En outre, comme dans toute activité industrielle, il existe une taille critique dans le spatial pour bénéficier d'effets d'échelle, que l'éclatement des systèmes actuels ne permet pas d'atteindre.

En outre, la mutualisation de systèmes apporte une qualité de services supérieure. Les flottes de satellites sécurisent les services, en cas d'échec au lancement ou de panne d'un satellite particulier.

La mutualisation apporte une baisse du prix des services. La baisse du prix des services suscite à son tour une explosion de la demande.

▪ La dualité

Il existe des activités spatiales typiquement militaires, par exemple les télécommunications très protégées. Mais la plupart des applications spatiales sont duales¹.

L'observation de la Terre est duale. Les images de très haute résolution trouvent des applications civiles. La navigation est, par essence, duale, dans la mesure où le GPS américain fut d'abord une application militaire, avant d'être ouverte au civil et où GALILEO, conçu à des fins civiles, devrait trouver des applications militaires.

La science spatiale développe des technologies qui sont ensuite utiles aux deux secteurs.

Dans le domaine des télécommunications, on peut faire coexister sur une même plate-forme, une charge utile civile et une charge utile militaire ayant des

¹ Joël CHENET, Senior Vice President, ALCATEL ALENIA SPACE, audition du 5 octobre 2006.

missions voisines¹. La ségrégation sur le satellite se justifie par les fonctionnalités spécifiques, par exemple la protection contre le brouillage sur une charge utile militaire. Une priorité en temps de crise devant être assurée aux applications militaires, leur coexistence sur une même plate-forme avec des applications institutionnelles est préférable à celle d'applications commerciales.

Les applications civiles pouvant servir aux applications militaires et réciproquement, il convient de ne plus faire une séparation définitive entre le civil et le militaire. Afin d'augmenter les capacités nouvelles, il convient de donner une priorité aux applications civiles ayant un usage de sécurité.

▪ **La propriété des systèmes, un concept dépassé ?**

La question de la propriété des outils spatiaux européens doit être dépassée. Il est bon à cet égard que GALILEO soit un système mutualisé. De même, PARADIGM ouvre un nouveau domaine, celui des capacités et de services garantis à une entité, à savoir le gouvernement britannique, dont l'excédent peut être vendu à des gouvernements alliés².

C. TROIS CADRES DE COOPERATION POUR LE SPATIAL DE DEFENSE EUROPEEN

Le spatial de sécurité et de défense doit être développé à plusieurs niveaux, selon une approche segmentée.

Le premier cadre est celui de l'OTAN qui, souvent oublié, est néanmoins le cadre naturel et effectif de la coopération militaire entre les armées européennes.

Le deuxième cadre est celui de l'Union européenne considérée dans son ensemble. Mais ce niveau de coopération est doublement limité par le manque d'intérêt pour le spatial de plusieurs États membres et par le fait qu'il faut réunir au moins huit États membres pour entrer dans le schéma des coopérations renforcées de l'Union.

Un troisième cadre s'impose donc, celui de coopérations multilatérales en dehors du cadre de l'Union.

▪ **La place de l'OTAN**

Qu'on le veuille ou non, l'Europe possède un outil de défense, l'OTAN qui est, d'ailleurs, le seul du genre.

¹ Ce fut le cas avec les satellites français TELECOM-1 et 2, et c'est le cas aujourd'hui avec le satellite KOREASAT-5 lancé en 2006.

² Gilles MAQUET, Senior VP Relations institutionnelles, EADS ASTRIUM, débat du CEPS (Centre d'étude et de prospective stratégique), 25 octobre 2006.

L'OTAN n'a pas de moyens spatiaux d'appréciation et d'action autonomes. De nombreux pays estiment inutile de le doter de moyens propres puisque les États-Unis les fournissent.

Il existe d'ores et déjà des échanges multiples d'informations d'origine spatiale entre les membres de l'OTAN. Par exemple, dans le domaine de la surveillance, la marine française et la VI^{ème} flotte coopèrent pour la surveillance des flux d'immigration par les îles Canaries.

Un premier progrès s'impose aux États membres de l'Union, à savoir l'interopérabilité de leurs systèmes de télécommunications militaires, en tout premier lieu entre les systèmes français SYRACUSE, britannique SKYNET et italien SKYMED.

Après la victoire du consortium franco-italien-britannique sur un concurrent américain pour la fourniture de capacités satellitaires à l'OTAN, un deuxième bon projet pour le spatial de défense européen pourrait être la création d'un segment spatial spécifique de télécommunications de sécurité et de défense, mis à la disposition de l'OTAN et de l'ONU¹.

▪ ***La sécurité, un champ d'action pour le spatial de l'Union européenne***

Au niveau de l'Union européenne, il est clair que tous les États membres n'en sont pas au même niveau de réflexion sur une défense européenne et encore moins en ce qui concerne le rôle du spatial dans ce domaine.

Pour le moment, l'Europe ne peut donc pas avoir d'autre ambition que la sécurité.

En revanche, la demande sécuritaire est très forte en Europe. Il y a donc là des perspectives de développement importantes, d'autant que les administrations européennes et les agences civiles nationales possèdent des capacités propres d'investissement. Il est bon de noter que la France aura des atouts pour l'exploitation d'outils spatiaux de sécurité car les militaires français sont familiarisés avec les opérations de ce type.

Autre objectif, aisément partageable par les États membres de l'Union, l'autonomie dans les technologies du spatial militaire pourrait être fixée comme objectif prioritaire.

▪ ***Des coopérations multilatérales pour l'écoute et la surveillance de l'espace***

Les initiatives dans le spatial militaire sont fragmentées en Europe. Mais cette situation n'est pas inéluctable. C'est autour des nouvelles générations de satellites qu'il sera possible de fédérer les efforts.

L'écoute et la surveillance de l'espace représentent des applications qui pourront être mises en place par le deuxième niveau de développement du spatial militaire en Europe, qui doit être celui de coopérations multilatérales.

¹ Professeur André LEBEAU, audition du 5 octobre 2006.

De fait, les satellites d'écoute pourraient faire l'objet d'une coopération multilatérale renforcée, compte tenu de la communauté d'intérêts globaux et de la volonté particulière de certains États membres de se doter de moyens indépendants dans ce domaine.

La surveillance spatiale, c'est-à-dire l'identification des menaces contre ses propres infrastructures spatiales, constitue également un domaine dans lequel plusieurs pays européens pourraient engager des coopérations multilatérales.

Au fur et à mesure que les services spatiaux civils se développent, une nouvelle vulnérabilité apparaît, mettant en danger la sécurité nationale¹. Ainsi, l'interruption de services météo ou de services de transferts bancaires, par exemple, constitue une menace particulièrement grave, pouvant surgir de tous les horizons. Les initiatives des différentes puissances spatiales doivent donc être surveillées et éventuellement contrôlées². Il s'agit de pouvoir aller jusqu'au déni des possibilités de l'adversaire.

« *Qui tient les hauts tient les bas* », disait Clausewitz. L'autonomie de l'accès à l'espace doit être garantie. En outre, la surveillance de l'espace doit au final comprendre l'alerte avancée, vitale pour protéger les capacités européennes.

D. UN PLAN REALISTE DE DEVELOPPEMENT DU SPATIAL MILITAIRE EUROPEEN

Le comblement de l'écart européen vis-à-vis des États-Unis ne peut pas s'effectuer rapidement. On peut d'ailleurs se demander s'il est souhaitable, compte tenu des différences d'engagement mondial des armées des États membres de l'Union européenne et de celles des États-Unis.

Toutefois, l'effet d'entraînement des investissements spatiaux militaires est majeur à la fois sur les technologies elles-mêmes, sur les industries spécialisées et sur l'industrie en général.

Il convient donc d'engager une montée en puissance des investissements spatiaux militaires européens, qui soit à la fois réaliste et déterminée.

• Réduire rapidement l'écart entre l'Europe et les États-Unis

En Europe, la somme des investissements annuels dans le spatial militaire est de l'ordre de 950 M€ par an.

Les investissements dans le spatial militaire en France se sont élevés, en 2005 à 416 M€, au Royaume Uni à 285 M€, en Allemagne à 129 M€, en Italie à 87 M€ et en Espagne à 22 M€³.

¹ Amiral Benoît MONTANIE, *Conseiller défense et sécurité auprès de la Présidente d'ALCATEL ALENIA SPACE, débat du CEPS (Centre d'étude et de prospective stratégique), 25 octobre 2006*

² Amiral Benoît MONTANIE, *ibid.*

³ Antoine BOUVIER, *Président, EADS ASTRIUM SATELLITES, audition du 15 novembre 2006.*

Au total, les investissements spatiaux européens de défense sont dans un rapport de 1 à 20 avec le budget spatial militaire américain officiel de 20 à 25 Md \$ par an.

Le doublement de l'effort européen est indispensable. Il permettrait de couvrir une gamme importante de segments spatiaux, grâce à l'efficacité de l'industrie européenne, moins coutumière des dépassements budgétaires que l'industrie d'outre-Atlantique.

L'industrie européenne a réalisé un exercice de cadrage et de chiffrage qui présente l'intérêt de proposer des objectifs à portée de main.

Il s'agit d'abord de muscler les programmes traditionnels d'observation et de télécommunications.

Mais il s'agit aussi d'investir désormais dans la navigation, l'écoute SIGINT (SIGnals INTelligence) et l'alerte avancée.

▪ Préparer la nouvelle génération de satellites d'observation

Dans le domaine de l'observation à usage militaire, l'Europe est dans une situation relativement optimisée. En raison de la spécialisation de fait existant en Europe, la France, qui est le leader européen pour l'observation optique avec Spot, Hélios et bientôt Pléiades, ne souhaite pas recréer une compétence radar en France, alors que l'Allemagne et l'Italie ont clairement fait le choix d'investir dans ce domaine.

L'Europe maîtrise les technologies de l'extrêmement haute résolution post-HÉLIOS, avec des performances proches de celles des États-Unis, le pas ultérieur étant du ressort des drones et de la reconnaissance aérienne.

La spécialisation par pays est une bonne solution sur le plan stratégique. Pour équilibrer la spécialisation de la France dans l'optique pour les 15-20 prochaines années, une approche commune est indispensable sur l'architecture, sur la définition des prochaines missions spatiales, ainsi que sur la fusion des segments sols et les procédures d'utilisation de l'ensemble des données.

Il convient aujourd'hui d'étudier l'architecture, les missions et les systèmes post-HÉLIOS, post-SARLUPE et même post-TERRASAR-X¹.

▪ Le défi de l'interopérabilité et de la mobilité pour les télécommunications militaires

Le seul programme européen de télécommunications militaires est celui fourni à l'OTAN.

Pourtant, le moyen le plus efficace serait de mettre en pool des capacités de télécommunications à travers un seul opérateur. Ainsi, la mise en commun des

¹ L'objet de la société TERRASAR-X est de fournir des images radar de la Terre avec une résolution pouvant aller jusqu'à 1 mètre. Le lancement du satellite TERRASAR-X est programmé pour la fin février 2007 à Baïkonour.

flottes de satellites, qui permet leur optimisation, et la nécessité d'une interface commune aux différents opérateurs prépareraient la convergence des besoins des différents pays et la fusion ultérieure des différents programmes en un seul.

Les ressources économisées grâce à la non-duplication des satellites classiques pourront être utilisées pour les applications mobiles fortement protégées pour des récepteurs de petite taille à haut débit.

On pourrait ainsi imaginer un projet européen analogue au projet MUOS (Mobile User Objective User) de LOCKHEED MARTIN, de communication à haut débit pour des forces mobiles sur un théâtre d'opération étendu.

Des progrès sont ainsi nécessaires à la fois sur des programmes communs et sur les mobiles.

▪ ***L'écoute ELINT et COMINT, un nouveau champ à développer***

Les systèmes ELINT (ELectromagnetic signals INTelligence) ont pour objet la détection, la caractérisation et la localisation des radars de tir ou de veille, à des fins de surveillance, de préparation d'actions et de cartographie radar.

Un démonstrateur ESSAIM est un démonstrateur d'écoute, qui a pour but de répondre à la demande des armées, qui font d'un système ELINT leur priorité numéro 2 après le post-HELIOS qui souffrira, comme on l'a vu précédemment d'une rupture capacitaire. Le programme ELISA de démonstration d'un système d'écoute ELINT est par ailleurs cofinancé par la DGA et le CNES.

L'écoute des télécommunications en orbite basse et en orbite haute, selon un système COMINT (COMmunication Intelligence) est un volet complémentaire.

▪ ***Le PRS***

La deuxième priorité en termes de nouvelles applications de sécurité sera l'utilisation effective du signal PRS de GALILEO.

▪ ***L'alerte avancée***

L'alerte avancée est la première brique technologique d'une défense antimissile. Un tel système est utile, d'une part, pour la surveillance des accords de non-prolifération au niveau des tirs d'essai de missiles, et, d'autre part pour le renforcement de la dissuasion.

Pendant la guerre froide, l'agresseur potentiel était connu. Avec la prolifération des armes de destruction massive et des capacités en missiles balistiques, l'agresseur potentiel n'est plus aujourd'hui connu. Or la dissuasion ne fonctionne que si l'agresseur potentiel sait qu'il sera identifié.

Mettant la sécurité au premier plan de ses priorités, l'Europe doit s'engager dans les technologies spatiales d'alerte avancée.

▪ **La vulnérabilité du spatial**

La vulnérabilité du spatial militaire est inférieure à celle des autres forces mais n'est pas nulle. Le spatial n'est en effet vulnérable que par rapport aux autres puissances spatiales, qui elles-mêmes ont leur propre vulnérabilité.

La protection contre les menaces comprend plusieurs niveaux.

Le premier niveau est diplomatique, avec notamment la ratification des traités interdisant les armes dans l'espace. Le deuxième niveau est celui de la détection des agresseurs. Le troisième est celui de l'identification des agresseurs. Le quatrième est la robustesse par rapport aux menaces. Le cinquième est celui de la capacité de rétorsion.

Une fois les priorités de développement couvertes, il sera alors nécessaire d'investir dans la protection des moyens spatiaux anciens et nouveaux.

▪ **Passer de 1 milliard € à 2 milliards € pour commencer à réduire l'écart avec le spatial militaire américain**

Si l'on fait la somme des *besoins* européens en spatial militaire, alors l'investissement nécessaire pour les satisfaire représente un montant de 2 milliards d'euros par an.

Rappelons que les investissements actuels, légèrement inférieurs à 1 milliard d'euros, en couvrent moins de la moitié et que les États-Unis investissent plus de 20 milliards de dollars par an dans le spatial militaire.

Un investissement de 2 milliards d'euros par an assurerait à l'Europe le socle minimum lui assurant une autonomie stratégique et renforçant son efficacité opérationnelle.

Tenant compte des contraintes budgétaires actuelles, ce montant, validé par l'industrie, permettrait de maintenir les technologies spatiales à un bon niveau. Le choix de la robustesse et de la simplicité, de la réduction de la masse des instruments et des satellites générerait des économies permettant de réaliser les démonstrateurs technologiques et d'atteindre un bon niveau de performances pour chaque programme opérationnel.

Un tel programme est en réalité indispensable pour assurer le plan de charges d'équipes en voie de dispersion dans d'autres secteurs, comme l'aéronautique, tant les perspectives actuelles sont insuffisantes.

III.- LA DYNAMISATION DES SERVICES SPATIAUX POUR EVITER LE DECROCHAGE TECHNOLOGIQUE

Le spatial est un incomparable producteur d'information et de services. Une politique spatiale ambitieuse doit couvrir l'ensemble des domaines : science, télécommunications, télédiffusion, navigation, surveillance de l'environnement.

Aucun type d'application ne doit être sacrifié. Il ne saurait exister de grande puissance spatiale qui cantonnerait le spatial au service de la science. Il ne saurait exister non plus de grande puissance spatiale qui se focaliserait sur les applications de services.

Une politique spatiale doit viser l'ensemble de ces objectifs interdépendants avec un dynamisme égal, sauf à subir un décrochage technologique rapide.

1. La science spatiale, pour la connaissance et la technologie

Une des priorités du CNES est de participer du mieux possible au programme obligatoire scientifique de l'ESA, notamment par la fourniture d'instruments. Il s'agit d'une priorité partagée par l'ensemble des partenaires.

Le CNES conduit par ailleurs des programmes scientifiques bilatéraux ou multilatéraux, ainsi que des programmes nationaux, tous les partenaires de ces programmes cherchant à les optimiser.

▪ *L'apport incomparable du spatial à la connaissance de l'univers*

La science spatiale est d'une importance capitale pour la connaissance de l'univers. Les supporteurs de Hubble ont pu même affirmer, avec un enthousiasme à peine exagéré, que ce télescope avait apporté plus de connaissances sur le cosmos que tous les autres instruments réunis.

Les outils d'investigation spatiale apportent, en tout état de cause, des informations que l'on ne peut obtenir depuis la Terre. Mais leur intégration est bien évidemment étroite avec les observatoires terrestres comme le VLT, avec les développements de l'astronomie et de l'astrophysique, et avec les autres moyens d'observation, comme les ballons, qui conservent leur utilité.

Au sein des programmes de science spatiale, l'étude de la planète Mars revêt une importance critique. Si l'on pense que la vie a existé sur Mars, alors l'étude de son apparition et de sa disparition sur Mars est un sujet capital.

Dans le même registre, de nouvelles avancées seront possibles avec le satellite COROT de recherche d'exoplanètes telluriques différentes des géantes gazeuses que l'on connaît déjà bien.

La science spatiale et ses objets de recherche qui sont d'une très grande importance, participent ainsi à la quête fondamentale de la démarche scientifique. Des programmes MARS EXPRESS et VENUS EXPRESS, ainsi que HUYGENS ou SMART recèlent des potentialités extraordinaires.

▪ ***Le rôle capital de la coopération internationale***

L'ensemble des activités spatiales scientifiques du CNES appartient au programme obligatoire de l'ESA.

Le contrat pluriannuel 2005-2010 du CNES ne peut être réalisé sans la coopération internationale.

À titre d'exemple, le CNES maîtrise la réalisation technique de l'altimètre océanographique ALTIKA de nouvelle génération mais ne peut prendre en charge la plate-forme. En conséquence, ALTIKA sera implanté sur un satellite lancé par l'Inde

La France du spatial ne peut pas se passer de la coopération internationale, en particulier pour l'exploration.

2. Investir dans les télécommunications spatiales de nouvelle génération

▪ ***Des besoins en croissance***

Le redémarrage des ventes de satellites est réel en 2006 mais sans retrouver les plus hauts niveaux du début des années 2000 (25 à 30 satellites par an). Le vrai problème actuel est celui des prix, dont la baisse provient à la fois de la concurrence internationale et de taux de change défavorables. Les États-Unis fabriquent et travaillent en dollars alors que l'Europe paie ses coûts en euros et facture en dollars. Il en résulte une conséquence grave : l'activité satellites ne génère pas de profit, d'où un problème de financement de la R&D.

Pour autant, les télécommunications par satellite sont appelées à se développer rapidement, compte tenu de leur rôle essentiel dans des applications différentes.

Le programme GMES mettra en œuvre des capacités importantes de télécommunications, pour la collecte des données, leur traitement et leur diffusion. Les systèmes GMES nécessiteront donc, selon toute vraisemblance, des satellites relais.

Nécessaire pour assurer le bon fonctionnement de l'outil de défense et la sécurité civile, la surveillance de l'espace nécessitera elle aussi des capacités de télécommunications accrues.

Les télécommunications spatiales sont également seules à pouvoir réduire la fracture numérique dans de nombreuses régions. À cet égard, la solution

satellite + WIMAX, fonctionnant avec des réseaux locaux connectés par une tête de réseau au satellite, est appelée à un grand avenir.

▪ **Les fréquences spatiales en danger**

Des dangers nouveaux apparaissent pour les fréquences des télécommunications satellitaires¹.

Les systèmes terrestres de téléphonie mobile 4G, de WIMAX/BLR (technologie haut débit sans fil Internet), de UWB (Ultra-Wideband) pour les connexions d'ordinateurs, de UAV (Unmanned Aerial Vehicles) expriment, en effet, de fortes demandes de fréquences. Or celles-ci recouvrent les bandes satellites pour les applications scientifiques, les télécommunications et même la radionavigation.

La France doit veiller à défendre les fréquences déjà attribuées et à favoriser l'allocation de nouvelles fréquences pour les futurs systèmes de télécommunications satellitaires.

D'une manière générale, les bandes de fréquence sont allouées pour la vie du satellite et sont bien protégées une fois qu'elles sont attribuées. C'est pourquoi il a été capital de lancer le satellite GIOVE-A avant la fin 2005 pour préserver l'attribution de fréquences à GALILEO. Mais il est difficile d'étendre, à leurs extrémités, les bandes déjà possédées. En matière de fréquences, le spatial français doit œuvrer pour positionner le satellite dans la 4^{ème} Génération de la téléphonie mobile.

La Conférence mondiale des radiocommunications (CMR) de l'Union internationale des télécommunications (UIT) doit, à cet égard, prendre des décisions importantes à la fin 2007². Pour contrer la pression des systèmes terrestres, il sera important de passer d'une position strictement défensive comme actuellement, à une position offensive, basée sur des technologies et des services nouveaux. Au final ce sont les États qui doivent défendre les positions nationales.

3. Soutenir le développement des nouveaux marchés de la télédiffusion

L'Europe n'a pas encore pris la mesure du phénomène de la radio numérique et de la télévision numérique communautaires, tel qu'il se développe aux États-Unis.

Il s'agit de marchés destinés à se développer, tant les sociétés modernes fragmentées où l'individu est de plus en plus isolé, doivent produire du lien social.

¹ Marc PIRCHER, Chief Technical Officer, ALCATEL ALENIA SPACE, audition du 4 octobre 2006.

² La CMR se réunit tous les quatre ans, avec une étape intermédiaire tous les 2 ans. Le processus de décision comprend l'intervention de groupes ad-hoc qui examinent les capacités des spectres de fréquence, les partages envisageables entre les opérateurs et les systèmes, et arbitrent les conflits éventuels.

L'Union européenne a une carte à jouer dans des infrastructures qui pourraient être mises à disposition de groupes ou d'associations partageant un projet commun, culturel ou de loisirs.

De même, la télévision mobile suscite encore un scepticisme marqué chez de nombreux responsables, alors qu'elle est entrée dans les mœurs dans des pays ouverts aux nouvelles technologies comme le Japon.

Là encore, il appartient aux responsables européens de dynamiser ces applications, en promouvant des programmes qui apporteront une réelle valeur ajoutée aux Européens.

4. Accélérer la mise en service du système de navigation GALILEO

A. L'EXPLOSION DU NOMBRE DE SYSTEMES DE NAVIGATION DANS LE MONDE

Sur l'exemple du système américain GPS, les systèmes de navigation sont sur le point de se multiplier dans le monde. Après la Russie qui développe GLONASS, la Chine a engagé la construction de BEIDU et l'Inde projette de lancer son système national.

▪ Le système russe GLONASS en voie d'achèvement

Grâce à une augmentation d'un tiers des budgets qui lui sont consacrés, le système russe GLONASS devrait être opérationnel fin 2007 avec 18 satellites, une fois lancés les 5 derniers satellites de la constellation. Selon certaines sources, GLONASS ne fonctionnera toutefois à pleine capacité qu'avec 24 satellites, une configuration requise par le Président POUTINE dont la mise en service devra être atteinte en 2011.

▪ Le système chinois BEIDU

Officiellement, le système chinois de positionnement-navigation BEIDU (Grande Ourse), doté de 3 satellites, n'a pas de vocation militaire.

En réalité, la création d'un système national de navigation répond à l'objectif d'autonomie par rapport au système GPS, dont on sait qu'il peut être dégradé ou interrompu par les États-Unis dans une région donnée.

Dans le cas d'un conflit généralisé, on peut redouter que l'une des actions prioritaires d'un agresseur soit la destruction du système de positionnement de l'adversaire. Mais dans le cas d'un conflit régional, un système national offre une garantie d'autonomie.

Le système chinois de positionnement BEIDU semble déjà faire l'objet, en dépit de sa faible précision (30 mètres), d'applications militaires. Un récepteur serait d'ores et déjà diffusé dans l'armée de terre, en tant qu'équipement d'une section d'une dizaine de soldats.

▪ **Le projet de système indien**

L'Inde projette de réaliser son propre système de navigation basé sur 7 satellites. Mais cela ne l'empêche pas de proposer ses services pour GALILEO, en faisant valoir qu'elle pourrait en faire baisser le coût global en fournissant certains composants aux coûts compétitifs qui sont les siens.

Pressée de disposer d'un système performant et perplexe quant à la disponibilité de GALILEO, l'Inde entend coopérer avec la Russie pour son système GLONASS.

B. L'ACCELERATION INDISPENSABLE DE GALILEO

Le programme GALILEO comprend plusieurs étapes, qui, après la mise en place du système EGNOS et le lancement essentiel de GIOVE-A pour la réservation des fréquences, connaissent des retards successifs.

Premier pas de l'Europe dans les systèmes de positionnement-navigation, le système EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) améliore la disponibilité, la précision du signal GPS et avertit de sa dégradation éventuelle. Sa mise en service est intervenue à la date prévue, en 2005.

Par ailleurs, le satellite GIOVE-A¹ a été lancé fin 2005, à la date ultime prévue pour réserver les fréquences de GALILEO.

Restent en effet à lancer le satellite GIOVE-B et surtout les 26 satellites de la constellation opérationnelle, et à mettre

▪ **Le retard de GALILEO**

Prévue pour 2008-2010, l'entrée en service de GALILEO se produira plus probablement en 2011-2012². La première phase, qui fera intervenir 4 satellites, permettra la validation partielle du concept et du système GALILEO³. Aux quatre satellites initiaux, s'ajoutera une commande de 20 à 26 satellites supplémentaires.

Les retards s'accumulent dangereusement pour plusieurs raisons. La première raison semble d'ordre technique, avec des difficultés rencontrées sur les satellites eux-mêmes. La deuxième résulte de la complexité des structures créées pour lancer et gérer le projet.

Mais ce retard est aussi dû aux deux questions clés qui font l'objet de négociations ardues, à savoir d'une part la responsabilité et d'autre part le PRS (Public Regulated Service).

¹ GIOVE-A, construit par Surrey Satellite Technology Ltd UK, a été placé sur orbite terrestre moyenne.

² Rapport de l'Académie nationale de l'aéronautique et de l'espace (ANAE), présentation par M. Gérard BRACHET, 19 juin 2006.

³ La validation complète du système nécessite 10 satellites.

▪ **Le partage de responsabilité**

En matière de risques à couvrir et de responsabilité, il s'agit d'établir les responsabilités respectives de l'Union et du concessionnaire, par exemple, dans le cas d'un crash d'avion dû à une défaillance du système.

▪ **La clé du PRS, une question stratégique**

Par ailleurs, le service PRS (Public Regulated Service) qui pourra être assuré par GALILEO avec un haut niveau de protection contre le brouillage ou la dégradation de performances, au service exclusif des États membres de l'Union européenne, est âprement discuté pour ses implications financières et stratégiques.

La mise en place du PRS justifierait une participation publique accrue au financement du projet, sur laquelle un accord n'est pas encore intervenu.

Par ailleurs, certains États membres, reflétant les inquiétudes américaines, s'opposent au principe même du PRS. En effet, GALILEO étant voué à s'élargir à de nombreux membres, les États-Unis craignent que l'Europe ne maîtrise pas avec suffisamment de fermeté et de réactivité, la distribution du signal PRS utilisable à des fins militaires¹. Or on sait l'importance des armes guidées par GPS dans les conflits modernes.

La question essentielle posée par le PRS est son utilisation indésirable par des pays ou des groupes hostiles.

De fait une course de lenteur s'est engagée non seulement entre les États membres eux-mêmes mais aussi entre ceux-ci et la Commission européenne sur ce sujet.

Une solution doit être trouvée au plus haut niveau politique des États membres. L'opposition de certains d'entre eux ne pourra être surmontée que par un accord de coopération entre l'Europe et les États-Unis².

Parmi les possibilités envisageables, le PRS de GALILEO pourrait avoir une double clé, l'une détenue par l'Autorité de surveillance européenne (GNSS – Global Navigation Satellite System Supervisory Authority) et l'autre confiée à l'OTAN.

5. De nouvelles approches pour la surveillance de l'environnement

En inventant le projet GMES, l'Europe a fait œuvre de pionnier, vite imitée par les États-Unis et le reste du monde.

C'est en juin 2001 que le Conseil européen de Göteborg a exprimé le besoin d'un système global de surveillance pour l'environnement et la sécurité. Par sa résolution du 13 novembre 2001, le Conseil européen a ensuite lancé la période initiale de GMES (Global Monitoring for Environment and Security),

¹ Mike SHAW, Washington, 7 novembre 2006.

² Pascale SOURISSE, Présidente, ALCATEL ALENIA SPACE, audition du 25 octobre 2006.

visant la mise en place d'une capacité européenne opérationnelle et autonome à l'horizon 2008.

En tout état de cause, l'Europe dispose avec GMES d'une opportunité de s'affirmer leader mondial des services de gestion des ressources et de la santé publique.

Dans le sillage de cette innovation, le Sommet de la Terre de Johannesburg en septembre 2002 a souligné l'importance de coordonner les observations réalisées dans le monde. Le premier sommet sur l'Observation de la Terre, intervenu ensuite en juillet 2003 à Washington à l'initiative des États-Unis, a installé un groupe intergouvernemental intitulé ad hoc GEO (Ad hoc intergovernmental Group on Earth Observation) sur les observations de la Terre.

Dans un souci de ne pas voir l'initiative européenne GMES marginalisée, la Commission européenne a souligné, en février 2004, le rôle stratégique du système GMES pour asseoir le rôle de l'Union européenne dans le monde. Par ailleurs, en avril 2004 l'Union européenne a réussi, au sein de GEO, à faire prévaloir, au lieu d'un système mondial unitaire, la création d'un système de systèmes intitulé Global Earth Observation System of Systems (GEOSS). Dans cette configuration, le système européen GMES apparaît comme un élément, certes important, mais un élément seulement du système global GEOSS, dont la gouvernance fait l'objet de débats entre les puissances spatiales.

Le groupe GEO comprenait, début juin 2006, 65 pays et 43 organisations.

Le déploiement de GMES devrait se dérouler jusqu'en 2020, avec un travail de développement important, la création de nouvelles infrastructures et la mise en service opérationnelle.

De nombreuses décisions seront à prendre en 2008. La contribution de la France sera essentielle.

Dans le cas de GMES comme dans celui de GALILEO, la coopération entre l'ESA et l'Union européenne revêtira une grande importance.

La contribution de la France aux programmes obligatoires de l'ESA est proportionnelle à son PIB. Pour les programmes optionnels, il s'agit de savoir quel doit être le niveau de sa contribution. D'un niveau insuffisant pour le moment, la contribution française ne permet pas d'utiliser toutes les compétences nationales, car elle génère des retombées insuffisantes, en application de la règle du juste retour.

Pour le moment, il est prévu que la contribution française au programme GMES soit de 25%.

A. DES APPLICATIONS A 90% POUR LES POUVOIRS PUBLICS

L'augmentation de la demande de sécurité s'exerce dans tous les domaines : sécurité sanitaire, sécurité alimentaire, prévision et prévention des catastrophes naturelles. Il est probable que cette demande s'élargisse encore à

l'avenir, obligeant les pouvoirs publics à mettre en place de nouveaux instruments. On peut se demander, à cet égard, si le public n'exigera pas la mise en place d'instruments de prévision ou de détection permettant une meilleure gestion de crises comme celles de la canicule ou de la grippe aviaire. À cet égard, le Canada a mis en place un ministère de la sécurité publique aux compétences transversales.

On peut également imaginer que le public soit intéressé par de nouveaux services formatés directement pour son usage, même s'ils n'existent pas pour le moment. Google pourrait trouver de nouveaux débouchés, comme pour les images satellitaires qui seront financées par la publicité d'annonceurs du lieu considéré.

En tout état de cause, les marchés prioritaires répondent aux besoins des pouvoirs publics. À titre d'exemple, les trois « fast tracks » ou programmes prioritaires retenus pour GMES sont la gestion des crises, l'utilisation des sols et la surveillance des océans. Au nombre de 9, les services retenus comme prioritaires pour GEO concernent les crises, la santé, l'énergie, le climat, l'eau, la météorologie, les écosystèmes, l'agriculture et la biodiversité¹.

B. L'ESPACE POUR LA SECURITE SANITAIRE, UN GRAND PROJET POUR L'EUROPE

Les outils spatiaux combinés à des technologies classiques peuvent apporter une contribution décisive à la sécurité sanitaire, une mission clé pour les Européens.

Un outil spatial comme le service de positionnement de GALILEO est le seul à pouvoir assurer la traçabilité des animaux et des aliments. Son intérêt pour la sécurité sanitaire s'accroît donc au fur et à mesure de l'élargissement de l'Union européenne.

Le changement climatique se traduira probablement par la réémergence d'anciennes maladies ou l'apparition de nouvelles. En liaison avec des observations au sol, les données météorologiques d'origine spatiale permettront de prévoir la propagation d'une épidémie et de mettre en place une prévention optimale. Grâce à GALILEO, les moyens d'intervention seront positionnés d'une manière optimale. La télémédecine constituera également un outil précieux d'intervention, en offrant des moyens de diagnostic et de traitement efficaces, quelle que soit la région concernée, aussi reculée soit-elle².

L'Espace pour la sécurité sanitaire est un grand projet que la France devrait promouvoir pour une réalisation rapide.

¹ José ACHACHE, Directeur du Secrétariat de GEO (Global Earth Observation), débat du CEPS (Centre d'étude et de prospective stratégique), 6 juin 2006.

² Claudie HAIGNERÉ, conseiller du directeur général de l'ESA, ancien ministre, cosmonaute, audition du 25 janvier 2007.

C. DES MARCHES DE SERVICES COMPLEXES¹

Les systèmes GMES sont des marchés de services et non pas des marchés de données et d'images.

Le marché de l'observation satellitaire de la Terre plafonne actuellement à 300 millions € par an en Europe. Marginalement bénéficiaires, les entreprises du secteur n'ont aucune capacité d'investissement. GMES sera d'une tout autre ampleur.

▪ La nécessaire mutualisation des données

L'avenir appartient à la mutualisation des systèmes d'observation pour renseigner complètement les activités de services.

La météorologie requiert des satellites géostationnaires et des satellites défilants, mais aussi des avions et des ballons pour les mesures in situ. Il faut en effet une multitude de données et des systèmes de traitement pour la prévision.

La gestion de l'eau exige une imagerie avec une bonne couverture des sols et des nappes, mais également des informations de terrain et de hauteur d'eau.

C'est pourquoi le concept de « *système de systèmes* » GEOSS est le seul opérationnel.

▪ Des données spatiales, des données in situ et des moyens d'analyse

À l'exception du renseignement militaire, il ne saurait exister de service GMES alimenté uniquement par des données spatiales.

On peut estimer que 80% des produits et des services GMES combineront des données spatiales et des données collectées in situ.

En conséquence, les investissements dans GMES doivent non seulement prendre en compte les infrastructures spatiales mais également, pour des montants non négligeables, dans des systèmes de mesure in situ.

Enfin, d'importants moyens d'analyse des données devront être mis au point, en particulier des modèles numériques.

▪ Des services à trois étages

Les services GMES seront, en conséquence, constitués de trois étages.

Le premier étage sera celui des infrastructures.

Le deuxième étage sera celui des opérateurs, en particulier de diffusion des données. Le chiffre d'affaires correspondant au « *broadcasting* » devrait être dix fois supérieur à celui des industriels producteurs d'infrastructures. On peut s'attendre que les données soient diffusées par le web, grâce à la mise en place du système web 2.0.

¹ José ACHACHE, Directeur du Secrétariat de GEO (Global Earth Observation), débat du CEPS (Centre d'étude et de prospective stratégique), 6 juin 2006.

Le troisième étage sera celui des services associés, dont le chiffre d'affaires devrait être supérieur d'un facteur 100 à celui des industries d'infrastructures. Les services associés constituent donc un vrai marché et un vrai moteur de développement économique. Un exemple type de ces services est celui des modèles météorologiques développés sur fonds publics.

▪ **La compétition internationale¹**

Si l'Europe est bien placée pour le 1^{er} étage des services GMES, à savoir celui des infrastructures, elle semble peu présente pour le 2^{ème} étage, à savoir celui de la diffusion des données et presque totalement absente pour le 3^{ème} étage, celui des services.

Faible dans le secteur économique des services, l'Europe en paie le prix fort en termes d'emplois.

Parmi les seules sociétés qui pourraient pénétrer ce marché, on ne peut citer que SAP ou Dassault Systèmes.

La concurrence internationale sera très vive. On estime que l'Inde sera rapidement capable de mettre en œuvre, hors marché, les 3 étages des services GMES et que la Chine pourra faire de même.

Quant aux États-Unis, leurs investissements spatiaux exerceront sans nul doute un effet d'entraînement ou un effet facilitateur pour ce nouveau secteur d'activité. Ainsi le seul budget annuel de la NASA, soit 17 Md \$, équivaut à 66% du budget total des trois étages de GMES sur ses dix premières années de fonctionnement.

À cet égard, la maîtrise d'Internet, qui sera un vecteur d'accès aux services GMES, sera capitale, tout particulièrement avec la mise en service du web 2.0. Il est essentiel pour l'Europe d'y développer son expertise et de renforcer ses intégrateurs.

Avec une volonté politique, l'Europe a l'occasion d'acquérir un véritable leadership mondial dans les services de surveillance de l'environnement et de la santé publique.

D. L'ÉTAT D'AVANCEMENT DE GMES

L'ESA avait proposé de développer GMES entre 2005 et 2012, de le mettre en service opérationnel à partir de 2013 et de l'intégrer dans GEOSS à partir de 2015. Le coût total sur 10 ans du segment spatial et du segment sol serait de 2,3 milliards €, dont les deux tiers seraient financés par l'Union européenne et un tiers par l'ESA.

¹ José ACHACHE, Directeur du Secrétariat de GEO (Global Earth Observation), débat du CEPS (Centre d'étude et de prospective stratégique), 6 juin 2006.

Mais, pour partie, les signaux d'observation requis par le système GMES sont déjà produits par des satellites existants, dont le nombre peut être estimé à une cinquantaine.

La capacité d'observation existante permettrait de démarrer tout de suite le système GMES.

Des satellites dits SENTINELS¹ selon la terminologie de l'ESA seront certes construits et lancés dans les prochaines années dans le cadre du projet GMES. Pour la plupart, ces satellites ne feront qu'assurer la continuation opérationnelle de moyens de mesure existants. Seuls quelques-uns généreront des mesures nouvelles.

Loin d'être accessoire, la consolidation des moyens existants est vitale pour l'avenir de GMES. Des services commerciaux ne pourront en effet se développer qu'à condition que des garanties de continuité des mesures soient données à long terme. C'est particulièrement vrai de la météorologie.

▪ **L'engagement des pouvoirs publics, une condition de base**

Les services GMES ne pourront se développer qu'avec l'engagement des pouvoirs publics de les acheter à long terme, sur une période au moins égale à 5 ans.

L'investissement dans leur développement ne peut être sous-estimé. GMES signifie environ 150 observations scientifiques différentes, qui nécessiteront 150 applications différentes.

Le développement de GMES est un sujet interministériel qui devrait être traité avec pour objectif de faire contribuer au financement l'ensemble des ministères utilisateurs, agriculture, défense, transports, environnement, industrie.

L'engagement des États se justifie également par le fait que les communautés scientifiques auront un libre accès aux données GMES ouvertes, qu'ils retraiteront ensuite. En tout état de cause, l'intervention des scientifiques est indispensable pour la mise au point des modèles numériques, dont ils seront les co-développeurs.

▪ **Une gouvernance spécifique**

La gouvernance de GMES est actuellement, au sein de l'Union européenne, de la responsabilité de la direction générale des entreprises et de l'industrie.

Un bureau GMES a toutefois été constitué, rassemblant des responsables des directions générales entreprises et industrie, bien sûr, mais également

¹ La série de satellites SENTINEL-1 a pour objet d'assurer la continuité des mesures radar SAR (Synthetic Aperture Radar), et, en premier lieu de la bande C. La série des satellites SENTINEL-2 a pour objet d'assurer la continuité des données fournies actuellement par les satellites SPOT-5 et LANDSAT, en fin de vie. La série de satellites SENTINEL-3 porte sur l'observation des océans, dans le prolongement des satellites ERS, ENVISAT et JASON. La série SENTINEL-4 de satellites géostationnaires et la série SENTINEL-5 de satellites en orbite basse assureront le suivi de la composition chimique de l'atmosphère.

recherche, environnement, société de l'information, agriculture, développement rural, pêche et affaires maritimes.

Ce premier pas devrait être prolongé par la mise en place d'un Comité de haut niveau politique, rassemblant les commissaires européens concernés, de manière à assurer le portage politique de GMES, tel que celui recommandé plus haut¹.

▪ ***EUMETSAT, opérateur des infrastructures spatiales de GMES***

Les services satellitaires se sont développés selon trois modèles économiques principaux.

Premier modèle, les services de télécommunications par satellite ont été, au départ, commercialisés à des prix élevés, prix qui se sont maintenus ensuite sur la base de performances techniques de transmission continûment améliorées.

Deuxième modèle, celui de GALILEO, qui partira d'une référence, la gratuité du GPS, pour proposer des services payants à forte valeur ajoutée.

Troisième modèle, les services météorologiques par satellite qui se sont établis grâce à l'intervention des pouvoirs publics et à la mutualisation des moyens nationaux au sein d'EUMETSAT.

Une mise en œuvre réussie de GMES impose le recours au troisième modèle, celui d'EUMETSAT, en tant qu'opérateur de ses infrastructures spatiales.

¹ Deuxième partie, IV. Une nouvelle gouvernance du spatial en Europe.

IV.- L'EXPLORATION ET LES VOLS HABITES, INSEPARABLES ET INCONCEVABLES SANS L'EUROPE

Retour sur la Lune et projet martien pour les États-Unis, reprise probable des initiatives russes, projets de vols habités pour l'Inde et le Japon, station spatiale orbitale pour la Chine comme base de départ vers la Lune : face à cet emballement des annonces et des projets mais aussi des programmes concrets, que peut faire et doit faire l'Europe ?

Les réflexions et les amorces de programmes que conduit l'Europe ne sont pas à la hauteur du puissant mouvement vers l'espace qui happe un nombre croissant de grandes puissances.

Si l'Europe n'avait ni les compétences ni les moyens de rivaliser, il lui appartiendrait d'investir massivement pour rattraper son retard dans la compétition internationale.

Mais l'Europe a d'ores et déjà les compétences d'être le leader mondial de l'exploration spatiale. C'est la responsabilité des générations aux commandes des pouvoirs publics et de l'industrie de donner les moyens au secteur spatial européen de tenir son rang, qui peut être le premier.

1. Les réflexions en cours en Europe sur l'exploration et les vols habités

▪ La communauté scientifique française en faveur de Mars

Le comité des programmes scientifiques du CNES a placé en première priorité scientifique l'exploration in situ de la surface de Mars, sans exclure l'intérêt de saisir des opportunités de mise en place d'expérimentations scientifiques sur la Lune, à condition que leur coût soit acceptable. L'étude de l'ESA devant fournir des éléments importants pour la participation éventuelle au programme lunaire, il lui a été demandé d'accélérer sa conclusion.

▪ Les réflexions des agences spatiales nationales

Des discussions sont en cours, par ailleurs, entre les agences spatiales de 14 pays, sur le nouveau paysage créé par l'initiative américaine et les moyens d'y répondre.

Quelles peuvent être la position de la France et celle de l'Europe ? Quel doit être le cadre d'une éventuelle coopération ? Pour répondre à ces questions, il est nécessaire de déterminer que l'initiative du Président BUSH reçoit un soutien bipartisan.

Les discussions des 14 agences spatiales nationales portent également sur l'articulation de la vision américaine avec une coopération internationale pérenne à l'échelle la plus large, où l'Europe pourrait garder son autonomie dans un contexte de coopération.

Une piste pourrait être celle de systèmes de systèmes, où les briques de base développées dans le cadre de stratégies nationales pourraient être consolidées dans une architecture globale. Dans un tel cadre, la contribution des États-Unis serait un bloc parmi d'autres.

▪ **Le programme AURORA de l'ESA en cours d'aménagement**

Aujourd'hui encore, la stratégie européenne d'exploration est principalement définie par le programme AURORA, élaboré en 2001, qui brosse la perspective d'un vol habité vers Mars.

La première mission de ce programme, à savoir le véhicule martien EXOMARS a été approuvée au Conseil ministériel de l'ESA fin 2005 à Berlin pour un lancement en 2011. La finalisation du planning technique et de l'échéancier budgétaire a conduit ensuite à repousser le lancement à 2013.

Le retour d'un échantillon martien envisagé initialement pour 2011 est prévu pour une étape ultérieure, indispensable dans la perspective d'un vol habité vers la planète rouge.

Les projets lunaires américain, chinois et indien, à l'évidence, rebattent les cartes.

Il est en effet impossible d'imaginer l'Europe laisser les autres grandes puissances explorer, étudier et équiper la Lune en infrastructures permanentes, sans participer à un programme international d'une aussi grande ambition.

L'ESA travaille donc actuellement, à la demande de plusieurs Etats membres, dont la France, à l'élaboration de plusieurs scénarios pour l'exploration, incluant l'exploration automatique et, à plus long terme, les vols habités, dans la perspective d'un programme européen en synergie avec le programme américain CONSTELLATION, et avec ceux des autres agences spatiales.

L'objectif de cette démarche est de définir les scénarios techniques et les budgets nécessaires, afin que le Conseil ministériel de l'ESA de 2008 puisse décider de la première phase de la participation européenne éventuelle à un programme international d'exploration de la Lune.

À la demande du CNES, l'ESA a donc remis sur le métier son plan d'exploration, sans avoir encore officiellement abandonné AURORA.

La remise en cause d'AURORA est nécessaire, dans la mesure où il est difficile d'imaginer l'Europe laisser les autres régions du monde explorer, étudier et équiper la Lune en infrastructures permanentes, sans participer à un programme d'une aussi grande ambition.

Par ailleurs, l'ESA travaille actuellement, à la demande du CNES, à l'élaboration de tous les scénarios envisageables pour l'exploration, incluant l'exploration automatique ou par des vols habités, dans la perspective d'une contribution européenne au programme CONSTELLATION. Parmi les contributions, figure la fabrication de rovers, de bases lunaires, d'infrastructures de navigation et de télécommunications. L'objectif fixé à l'ESA est de mettre au point ces scénarios pour que, lors de son conseil ministériel de 2008, les agences et les ministres puissent décider de la participation européenne éventuelle. De telles décisions nécessitent bien évidemment des évaluations financières préalables.

Il est difficile, sans disposer de ces scénarios, de répondre aux questions de la légitimité, du bien-fondé et de la pertinence des vols habités.

2. Intérêts et limites d'une présence sur la Lune

La présence permanente d'astronautes sur la Lune constituera la différence fondamentale entre le programme APOLLO et les futurs programmes lunaires, quel que soit le pays considéré.

Une base lunaire permettra le test et l'application en vraie grandeur de technologies essentielles pour l'exploration de l'Univers, et, en particulier, une base d'expérimentation et de répétition pour l'exploration martienne. Le test de ces technologies serait facilité par les télécommunications relativement rapides entre la Lune et la Terre et la possibilité de ravitaillements et de retours en quelques jours.

Grand projet pour l'humanité, prolongement évident de la découverte de la Terre, l'installation de colonies permanentes sur la Lune répondra aussi à la quête continue de connaissances des sociétés humaines et au progrès technologique qui la rend possible.

▪ *Une implantation sur la Lune pour faire avancer les sciences de l'univers*

Une implantation durable sur la Lune pourra permettre de faire avancer les connaissances sur notre satellite lui-même et donc sur la formation du système solaire.

Des infrastructures pourraient être implantées et maintenues pour l'étude du Soleil et de l'Univers, la face cachée présentant un intérêt particulier à cet égard.

▪ *L'exploitation problématique de la Lune*

La conquête de la Lune à des fins d'exploitation économique directe est proposée par certains experts. En contradiction avec l'approche internationale qui a prévalu par exemple pour l'Antarctique, continent réservé à la recherche scientifique et au déploiement de nouvelles technologies, cette approche semble poser davantage de problèmes qu'elle n'en résout.

La Lune, selon certains experts, constituerait un réservoir d'énergie pour le grand futur de l'humanité. Le sol lunaire recèlerait en effet de l'hélium 3, combustible qui pourrait servir aux futurs réacteurs de fusion. Selon les calculs de M. Roger-Maurice BONNET¹, pour pourvoir aux besoins de la Terre, il faudrait excaver vingt mille km² de surface lunaire avant d'isoler les cent tonnes d'hélium 3 réputées satisfaire l'ensemble des besoins terrestres annuels en énergie et de les expédier sur Terre. En outre, le remplacement du mélange deutérium + tritium utilisé pour ITER par le mélange deutérium 3 + hélium 3 aurait pour conséquence dirimante d'exiger une température 5 fois plus élevée et une pression de confinement du plasma dix fois plus grande.

Illusoire sur le plan technique pour encore de nombreuses décennies, cette approche ne serait pas non plus sans poser des problèmes environnementaux insolubles. Dans l'état actuel des techniques, l'exploitation minière de la Lune soulèverait des quantités de poussières telles que tout autre activité, en particulier d'observation astronomique, serait impossible.

Sur le plan symbolique, enfin, on voit mal l'Homme, qui a déjà toutes les peines du monde à gérer sa propre planète, mettre à sac le satellite naturel qui témoigne du mystère et de la singularité de la Terre dans l'Univers.

▪ **Les conditions d'une participation française et européenne au programme lunaire américain**

Les meilleurs amis américains de la France répètent à l'envi que les États-Unis promettent d'emmener leurs alliés sur la Lune à l'aide de leur système de transport développé en toute autonomie et ne comprennent pas, en toute bonne foi, que cet engagement ne suffise pas à gommer toutes les craintes européennes de dépendance².

Pour Jean-François CLERVOY, la participation européenne au programme lunaire américain ne peut toutefois s'envisager que sous trois conditions, tirées de l'expérience de l'ISS³. D'abord, cette participation devrait être **visible**, afin que l'industrie puisse en tirer parti et le public une fierté. Ensuite, cette participation devrait être **incontournable**, de manière que le programme lunaire américain ne puisse pas s'accomplir sans la contribution européenne. Enfin, la participation européenne devrait être **indépendante**, c'est-à-dire être en mesure de produire des résultats substantiels même en cas d'arrêt du programme américain.

En définitive, s'il se confirmait que les États-Unis ne voulaient pas ou ne pouvaient pas confier à l'Europe une partie critique de leur programme de transport spatial, alors la solution la plus compatible avec les intérêts de tous les intervenants serait que l'Europe développe, en toute autonomie et en toute

¹ Roger-Maurice BONNET, Directeur exécutif, International Space Science Institute, audition du 21 décembre 2006.

² Dr J. Donald MILLER, NASA Representative for Europe, 22 décembre 2006.

³ Jean-François CLERVOY, Astronaute, 21 décembre 2006.

visibilité, son propre programme, en tant que système spécifique de systèmes nationaux compatibles, sinon complémentaires les uns des autres.

3. Les vols habités à portée de main de la France et de l'Europe – Trois scénarios

Le programme américain CONSTELLATION, qui implique notamment le développement de nouveaux lanceurs – ARES-1 et ARES-5 –, repose sur le nouveau vaisseau ORION, pouvant transporter 4 astronautes et 6 tonnes de fret vers la Lune¹.

D'autres scénarios peuvent être construits reposant essentiellement sur les moyens actuels ou dérivés des matériels actuels².

Outre son rôle fondamental dans la coopération internationale et le rapprochement des cultures techniques et managériales, l'ISS a été présentée, au départ, comme une infrastructure potentielle pour la production de médicaments ou de matériaux à très haute valeur ajoutée, ce que l'expérience a infirmé, et comme laboratoire pour des expériences scientifiques, ce qui est sa pratique courante.

L'ISS joue un autre rôle essentiel pour la conquête spatiale du futur. L'ISS doit d'abord servir à l'étude des conditions de vie à long terme dans l'espace. On peut aussi envisager qu'elle joue un rôle essentiel de relais sur l'orbite basse sur la route du système solaire.

En matière d'exploration, le problème essentiel est de s'arracher à l'attraction terrestre. On dispose actuellement de différents lanceurs éprouvés comme DELTA-4H³ ou PROTON permettant de placer aisément 20 à 25 tonnes en orbite basse. Ces charges limitées, une fois en orbite LEO (Low Earth Orbit), sont facilement assemblables. On peut ensuite les transférer sur une orbite lunaire avec un remorqueur⁴ de type ATV. Un transfert de même type peut aussi être effectué vers une orbite martienne.

Un tel schéma, éprouvé et opérationnel, évite de développer un lanceur super-lourd comme ARES-5, opération coûteuse dont on peut douter au surplus qu'elle soit possible dans des délais réduits.

Le lanceur ARIANE-5 pourrait être, de son côté, boosté pour mettre 25 tonnes en orbite basse. Sa qualification vols habités devrait être obtenue dans la foulée de sa qualification ATV.

Ainsi l'Europe serait dotée d'une capacité autonome pour les vols habités.

Trois scénarios sont présentés dans la suite, visant à assurer une présence de l'Europe dans l'exploration lunaire.

¹ Philippe BERTHE, EADS ASTRIUM SPACE TRANSPORTATION, audition du 20 décembre 2006.

² Michel TOGNINI, Cosmonaute, directeur du centre européen d'astronautes, Moscou, 18 octobre 2006.

³ DELTA-4H : H pour heavy.

⁴ Tug en anglais.

Correspondant à une ambition croissante, le premier scénario fait massivement appel à la coopération internationale. Le deuxième scénario consiste à faire de l'Europe un prestataire indépendant pour le programme américain CONSTELLATION. Le troisième scénario consiste à faire jouer à l'Europe un rôle de soliste dans le concert d'un système international de systèmes.

A. L'EUROPE PARTENAIRE DE LA RUSSIE ET DE L'INDE

▪ Les options étudiées par la Russie pour le transport spatial

Selon l'ESA, trois options sont actuellement envisagées, sous le nom générique de programme ACTS (Advanced Crew Transportation System) par les bureaux d'études pour la prochaine génération de vaisseaux habités russes¹.

La première option correspond à une capsule SOYUZ-TMA modernisée. La deuxième est la capsule TKS construite sous l'ère soviétique par la société Krunichev.

La troisième option est dérivée du véhicule CLIPPER, capsule allongée à laquelle des ailes pourraient être ajoutées le cas échéant. Un véhicule ailé présente l'avantage de pouvoir atterrir confortablement et dans les lieux les plus divers. Une capsule au contraire nécessite soit un amerrissage soit une région désertique pour l'atterrissage.

Un véhicule ailé offrirait des avantages en termes de capacités de transport, de manœuvrabilité, de réduction de taille des équipements d'atterrissage et de précision pour le retour.

À l'inverse, la présence d'ailes introduit des contraintes supplémentaires pour l'aérodynamique et les systèmes d'évacuation d'urgence des équipages en cas de problème lors du lancement, pour l'atterrissage d'urgence et pour la protection thermique des bords d'attaque des ailes lors de réentrées dans l'atmosphère à haute vitesse².

Une solution évolutionnaire pourrait être étudiée : modernisation de capsules existantes, puis étude de corps portants, et, enfin, étude d'un véhicule ailé.

▪ Un schéma de coopération possible

La coopération pourrait porter sur le nouveau vaisseau, une fois son type arrêté.

En tout état de cause, le véhicule ATV (Automated Transfer System), qui doit être lancé fin 2007, pourrait servir, après modification, de remorqueur pour le voyage vers la Lune.

¹ M. Alain FOURNIER-SICRE, Chef de la mission permanente de l'ESA en Russie, réunion de travail GPE-ESA, Moscou, 6 juillet 2006.

² Jean-François CLERVOY, Astronaute, 21 décembre 2006.

Dans cette hypothèse, l'ATV serait lancé depuis Kourou, et l'ACTS par une fusée PROTON depuis Baïkonour, les deux véhicules arrimés de concert pouvant ensuite transiter vers une orbite lunaire basse.

La Russie souhaite la participation de l'Europe au programme ACTS.

L'ESA est également intéressée par cette coopération. L'ESA a dégagé une enveloppe de 20 millions € pour des études systèmes à conduire à partir du début 2007. La partie russe souhaite un engagement plus fort.

Le Groupe parlementaire de l'espace européen soutient le programme ACTS et souhaite que ce programme soit eurorusse.

Se félicitant de sa coopération spatiale avec la France, dont elle souligne les compétences et la loyauté, l'Inde appelle de son côté à une coopération avec la France, pour la conception d'un programme de vols habités, dont la première étape serait naturellement la Lune¹.

▪ **Les dangers de la dépendance par la coopération**

Deux dangers inhérents à ce scénario de coopération privilégiée avec la Russie et, éventuellement, l'Inde, doivent être soulignés et évités.

Le premier danger est celui de la *minimisation du plan de charge* de l'industrie française.

C'est un réel danger dans la mesure où les coûts de fabrication de l'Inde sont attractifs et pourraient conduire à y délocaliser la construction des équipements.

S'agissant de la Russie, les coûts y sont en augmentation, comme on le constate pour les lanceurs PROTON d'ILS et ZENIT de LAND LAUNCH, dont l'offre devient moins attractive. Mais la maîtrise ancienne des technologies des vaisseaux SOYUZ et des cargos PROGRESS pourrait permettre à la Russie de préempter la construction des nouveaux modules de transport.

Le deuxième danger est celui de la *dépendance technologique*. Les exemples sont nombreux de coopérations qui ne se traduisent pas par un partage réel des technologies malgré des accords de licence et obligent l'un des partenaires à acheter purement et simplement à l'autre des équipements complets.

La dépendance technologique peut ainsi entraîner l'augmentation des coûts d'un programme, si l'un des deux partenaires recherche avant tout son avantage et non pas celui de l'ensemble.

B. L'EUROPE, TRANSPORTEUR INDEPENDANT DE FRET POUR LE PROGRAMME LUNAIRE AMERICAIN

Les budgets alloués, pour le moment, à la NASA pour conduire son programme CONSTELLATION sont tout au plus suffisants, à condition d'arrêter

¹ Dr KASTURIRANGAN, Chairman, National Institute of Advanced Science, Bangalore, 15 décembre 2006.

la navette en 2010 et de renoncer à l'utilisation de la Station spatiale internationale à partir de 2015, pour permettre un aller et retour sur la Lune, et en aucun cas pour y établir une base permanente.

Or les États-Unis n'acceptent pas, pour le moment, la coopération internationale pour la réalisation de leur système de transport.

Par ailleurs, la NASA s'est vu confier la mission de pérenniser la présence des États-Unis sur la Lune, une tâche qu'elle n'a pas les moyens de financer. D'où sa recherche de coopérations internationales pour les infrastructures de télécommunications, les équipements scientifiques et la base lunaire permanente, avec sa logistique énergétique, atmosphérique et alimentaire.

Les États-Unis prenant l'engagement d'assurer le transport vers la Lune des équipages et des équipements de ses partenaires, il n'y a évidemment pas lieu de douter de la possibilité pour l'Europe d'accéder aux installations qu'elle aurait contribué à construire¹.

Pour autant, pour des raisons de coûts à long terme, il ne semble pas satisfaisant pour l'Europe de ne pas avoir la maîtrise de l'acheminement de sa contribution aux infrastructures spatiales lunaires. Ceci est d'autant plus vrai que l'Europe dispose des moyens d'assurer le transport par ses propres moyens.

D'après les études conduites par EADS ASTRIUM SPACE TRANSPORTATION², il sera possible de poser deux tonnes de charge utile nette à proximité de l'un des pôles de la Lune avec un lanceur ARIANE-5 et même de passer à 3 tonnes en combinant deux.

Ainsi l'Europe pourrait acheminer par ses propres moyens, vers la Lune, des instruments scientifiques, des petits engins, des fluides en vrac ou tous types de ravitaillement.

Une telle contribution serait d'une importance stratégique en ce qu'elle apporterait un complément indispensable au trafic assuré par ARES-5. La capacité d'emport du lanceur lourd américain devrait être de 6 tonnes de fret sur le sol lunaire, soit trois fois plus qu'ARIANE-5. Avec une fréquence de lancement de deux par an, ARES-5 pourrait acheminer 12 tonnes de fret sur la Lune. Avec deux lancements d'ARIANE-5, l'Europe pourrait acheminer 4 tonnes de fret. Cette contribution d'un tiers en plus devrait se révéler, selon les promoteurs du projet, un atout stratégique pour l'Europe.

De plus le système européen constituerait un système alternatif renforçant la sécurité et la robustesse des implantations lunaires.

En ayant son propre système – *indépendant mais compatible avec le système américain* – de cargo vers la Lune, l'Europe pourrait obtenir des États-Unis le transport gratuit de ses astronautes.

¹ Dr. Donald MILLER, NASA European Representative, entretien du Groupe parlementaire de l'espace, Paris, 22 décembre 2006.

² Philippe BERTHE, EADS ASTRIUM SPACE TRANSPORTATION, audition du 20 décembre 2006.

Pour mener à bien ce programme, un cargo d'alunissage automatique intitulé ALL (Automated Luna Lander) serait conçu et construit en empruntant certaines des technologies développées pour l'ATV.

Au-delà de ce projet lunaire, l'Europe pourrait fédérer autour d'elle d'autres puissances spatiales comme l'Inde, la Russie, le Japon et la Chine pour construire le lanceur de 3 000 tonnes au décollage et 100 tonnes de charge utile, pour vaisseau martien, qui serait l'alternative au lanceur ARES-5.

La station spatiale internationale a démontré que des coopérations internationales sur des projets spatiaux d'une grande ambition sont possibles.

C. L'EUROPE EN SOLISTE VERS LA LUNE DANS UN SYSTEME INTERNATIONAL DE SYSTEMES

Un autre scénario est enfin envisageable, celui de l'Europe en solo vers la Lune, compte tenu des savoir-faire accumulés qui rendent possible l'autonomie européenne et son intégration à un système de systèmes international.

1. ARIANE-5 QUALIFIABLE POUR LES VOLS HABITES DANS LES 10 ANS

Le lanceur ARIANE-5 a été développé selon une approche et avec des spécifications qui sont toutes dérivées de celles de la NASA. Si cette orientation n'avait pas été un choix politique constant, elle se serait imposée d'elle-même, en raison du black-out total existant sur les spécifications des lanceurs russes, comme le montrent les difficultés rencontrées pour l'élaboration de la convention de sécurité de SOYUZ au CSG.

▪ *ARIANE-5 au cœur de la gamme des lanceurs du futur*

En tout état de cause, ARIANE-5 possède l'architecture idoine pour les vols habités, en combinant des moteurs à poudre et des moteurs cryogéniques LO_x/LH₂. Le lanceur ARES 1 de la NASA, aussi intitulé CLV (Crew Launch Vehicle), est, pour sa part, composé d'un premier étage à poudre et d'un étage cryogénique. Choisis pour les lanceurs balistiques, les moteurs à poudre assurent en effet une fiabilité largement démontrée, bien que reposant sur un concept et des procédés de fabrication très différents de ceux des moteurs à ergols liquides.

En terme de puissance, ARIANE-5 se situe, de surcroît, dans le cœur de cible des lanceurs actuellement développés.

Pour son lanceur ARES 1 de la vision CONSTELLATION, la NASA vise l'objectif de puissance de 23 à 25 tonnes en orbite basse LEO, soit sensiblement les performances d'ARIANE-5. Le lanceur chinois LONGUE MARCHÉ 5 vise aussi pour 2015 l'objectif de 25 tonnes en orbite basse, l'Inde se fixant un but identique.

Un standard est ainsi en cours d'émergence, la mise en orbite basse de charges de 25 tonnes.

▪ ***La montée en puissance d'ARIANE-5***

La montée en puissance d'ARIANE-5 s'est effectuée avec une fiabilité démontrée en hausse à chaque lancement réussi et dans la configuration ECA. Elle peut se poursuivre avec d'autres améliorations.

Le cœur du premier étage d'ARIANE-5 est le moteur VULCAIN-2, fonctionnant avec le couple LOx/LH2. Sa modernisation peut s'envisager. Comparable au moteur J-2X dont la NASA commence la mise au point en reprenant le moteur J-2 de SATURN 5, le VULCAIN-3 pourrait constituer une contribution française au système de systèmes occidentaux d'exploration spatiale, dans le cas d'un rapprochement réel avec les États-Unis.

Comme on l'a vu précédemment, le moteur cryogénique VINCI, principal constituant du troisième étage de la version ARIANE-5 ECB, doit aussi faire l'objet de développement vers un VINCI-2 réallumable. Cet ensemble peut être disponible en 2015. Un éventuel accroissement du chargement des propulseurs à poudre (MPS2) doit également être étudié.

En tout état de cause, la Russie ne dispose pas et ne disposera pas d'un lanceur d'une puissance comparable. La capacité du lanceur lourd PROTON n'est en effet que de 6 tonnes en orbite géostationnaire. Au reste, c'est l'absence de moteurs à impulsion spécifique élevée qui oblige la Russie à multiplier leur nombre sur chaque lanceur.

Ainsi, à cette date, l'Europe pourrait disposer d'un lanceur au moins comparable sinon supérieur en performance à ceux de ses principaux concurrents, l'expérience et la compétitivité en plus.

▪ ***Un lanceur ARIANE-5 au meilleur niveau de fiabilité***

Le gain d'un ou de plusieurs ordres de grandeur pour la fiabilité d'ARIANE-5 peut être réalisé par deux voies complémentaires.

L'accroissement de fiabilité de chacune des pièces et de chacun des systèmes du lanceur, élément par élément, permettrait de diminuer encore la probabilité d'incident ou d'accident.

La mise en place d'un dispositif d'éjection (Abort system) de la capsule habitée diminuerait la gravité d'un accident dont la probabilité aurait été encore réduite par les mesures précédentes. Ce dispositif peut être actionné pendant toutes les phases de vol. Dans son étude d'architecture lunaire ESAS, la NASA a récemment affiché qu'une capsule dotée d'un dispositif d'éjection et montée sur ARIANE-5 dans sa version commerciale, conférerait à ce système une sécurité cinq fois meilleure que celle de la navette spatiale.

▪ **Un investissement à la portée de l'Europe**

En complément au renforcement de sa fiabilité et des développements complémentaires exposés ci-dessus et déjà engagés, d'autres investissements devraient permettre l'utilisation d'ARIANE-5 pour les vols habités. Si les études concluaient à leur nécessité, des renforcements devraient, le cas échéant, être apportés à la structure d'ARIANE-5, de manière à supporter l'accroissement à 25 tonnes de la charge utile du lanceur. Le pas de tir du Centre spatial de Guyane (CSG) devrait, par ailleurs, être complété pour accueillir des vols habités.

L'ensemble des investissements à réaliser avant 2015, serait de l'ordre d'un milliard €, soit moins de 120 millions € par an, à comparer avec les 200 millions actuellement engagés dans le programme EGAS.

2. HERMES, L'ARD ET L'ATV, LES BRIQUES TECHNOLOGIQUES D'UN SYSTEME DE TRANSPORT EUROPEEN

L'Europe a conçu et développé deux véhicules spatiaux qui, bientôt démontrés en vol, peuvent constituer les pivots des vols habités.

▪ **L'ARD, une capsule européenne**

L'ARD (Atmospheric Reentry Demonstrator) est une capsule récupérable dont un démonstrateur inhabité a volé avec succès en 1998.

L'ARD pourrait déboucher, après agrandissement, sur une capsule habitée.

Cette évolution permettrait de rebondir après l'abandon d'Hermès. Le véhicule ailé Hermès s'est, en effet, trouvé en butte à la difficulté technique de propulser un corps portant placé au sommet d'un lanceur. Le pilotage d'une telle configuration est bien sûr très délicat. Par ailleurs, l'éjection d'un véhicule ailé est difficile sinon impossible. De même, la rentrée hypersonique d'un corps ailé est bien plus complexe que celle d'une capsule.

Si ce véhicule a été abandonné, les études réalisées pour Hermès ont permis plusieurs percées technologiques, comme par exemple les matériaux composites de protection thermique, qui donnent à l'Europe une avance d'une dizaine d'années par rapport aux États-Unis.

▪ **L'ATV, un atout bientôt démontré de l'Europe**

Testé en vol en 2007 une fois lancé par ARIANE-5, le vaisseau de transport ou cargo ATV (Automated Transfer Vehicle), d'une masse de 19 tonnes, permettra de s'amarrer et de ravitailler l'ISS, selon une procédure de rendez-vous entièrement automatique. Permettant une précision de 2 cm en approche finale, les technologies correspondantes donneront une avance incomparable à l'Europe dans le domaine des rendez-vous orbitaux indispensables aux futures missions d'assemblage de grandes structures dans l'espace ou de retour d'échantillons.

Le premier vol de l'ATV représentera ainsi un énorme succès européen.

Outre les rendez-vous orbitaux, technologie essentielle de toute architecture d'exploration lunaire, l'ATV pourra aussi jouer ultérieurement le rôle de module de services de la future capsule européenne dérivée de l'ARD.

L'ensemble ARD-ATV pourrait ainsi se connecter à l'ISS pour y acheminer des équipages et servir aussi pour l'exploration lunaire.

3. L'EXPLOITATION DE L'ISS ET LA CONTRIBUTION DE L'EUROPE A UN SYSTEME DE SYSTEMES D'EXPLORATION

Grâce à près de 20 années d'investissement, l'Europe dispose aujourd'hui des technologies essentielles pour un système habité d'exploration. Les vaisseaux ARD et ATV pourraient être finalisés et combinés dans un système de systèmes, moyennant des investissements d'ampleur réduite.

Ce système constituerait la contribution européenne au système de systèmes occidental d'exploration de l'espace.

La compatibilité intrinsèque de l'ATV avec l'ISS pourrait être étendue dans deux directions : pour l'ARD, et vis-à-vis du futur système américain.

▪ *Au-delà de l'ISS*

Autre avantage, l'ensemble ARD-ATV permettrait l'autonomie d'accès à l'ISS, au-delà de 2016, date à laquelle les États-Unis pourraient renoncer à son utilisation.

Au-delà de cette date, l'exploitation de l'ISS pourrait en effet continuer, au moins quelques années, sans que les coûts de sa maintenance n'exploient. En tout état de cause, le laboratoire COLUMBUS, qui doit être rattaché à l'ISS, fin 2007, devrait sans aucun doute pouvoir fonctionner au moins dix années, ce qui conduirait à exploiter l'ISS jusque vers 2018.

L'expérience accumulée avec l'ISS permettrait de construire un port spatial sur une orbite basse optimale autour de la Terre, différant de celle de l'ISS par son inclinaison moins forte que l'actuelle (51°).

À partir de ce nouveau port spatial, des missions pourront se déployer vers la Lune.

▪ *Un système de transport spatial financé par l'Europe spatiale dans son état actuel*

Les investissements dans un système de transport spatial européen ont, en majeure partie, déjà été réalisés.

Comme on l'a vu précédemment, la capsule récupérable ARD a volé en 1998. Il s'agit maintenant d'en faire une version habitée agrandie.

L'ATV va effectuer son premier vol en 2007, avec comme module chargé sur sa plate-forme de propulsion et de service, un container cylindrique de transport. Cette même plate-forme pourra recevoir l'ARD modernisée.

Les études et les tests fondamentaux pour l'ensemble ATV-ARD ont donc été réalisés.

En première approximation, la mise au point définitive d'une version habitée représenterait un investissement de l'ordre d'un milliard €.

D. LE DEVOIR D'AMBITION DE L'EUROPE SPATIALE

L'Europe a la possibilité de rivaliser avec les États-Unis pour des investissements très inférieurs, en capitalisant sur ses investissements antérieurs et en adoptant une approche système de systèmes.

Les briques technologiques essentielles sont disponibles.

ARIANE-5 peut être qualifiée pour les vols habités. Il n'est pas nécessaire de développer un lanceur lourd, car la technique des rendez-vous orbitaux permet d'assembler de grandes structures. Le vaisseau de transport ATV, développé d'abord pour le ravitaillement de la station spatiale internationale, peut aussi servir de module de propulsion et de service pour la capsule habitable qui peut être dérivée de l'ARD.

Les investissements de finalisation sont estimés à un total de deux milliards d'euros. La production et l'exploitation des différents composants du système global doivent encore faire l'objet d'études économiques. Mais, par référence à la compétitivité d'ARIANE-5, on peut d'ores et déjà affirmer que le système de transport européen sera, par construction, moins coûteux que le système américain ORION, ARES-1 et ARES-5.

Compte tenu de ces perspectives, il apparaît clairement que l'Europe doit afficher et assumer une ambition maximale, développer les compétences acquises depuis des décennies et s'insérer, en toute autonomie, dans un système mondial de systèmes d'*exploration en coopération* qu'il lui appartient de promouvoir.

CONCLUSION

Sans satellites pour une seule journée, notre monde contemporain plongerait dans le chaos. Installés au cœur des grandes infrastructures, les satellites relaient l'information, permettent de localiser, de prévoir et de gérer non seulement l'activité économique mais aussi l'environnement. Les services spatiaux sont aujourd'hui innombrables. Le progrès technique tire le spatial qui, à son tour, entraîne l'activité économique vers de nouveaux horizons.

Une notion est omniprésente aujourd'hui dans le vocabulaire politico-médiatique, le développement durable, selon lequel l'intérêt des générations futures ne doit pas être compromis par nos actions d'aujourd'hui.

L'intérêt durable de l'Europe n'est certainement pas que nos générations baissent les bras dans le domaine spatial, voient les autres pays la rattraper et l'écart technologique s'approfondir avec les États-Unis et, au final, abandonnent la tâche spatiale engagée il y a cinquante ans par des visionnaires au talent exceptionnel.

L'intérêt durable de l'Europe, c'est d'être à l'avant-garde du monde pour mettre en place les techniques de surveillance et de contrôle de notre environnement et de notre sécurité.

Mais l'aventure spatiale, c'est aussi, avec la plongée dans l'infiniment petit de la biologie, la plus grande aventure humaine jamais entreprise, celle qui interroge au plus profond l'origine et la destinée de chacun d'entre nous.

Toutes considérations de langue, de culture, d'appartenance politique ou de religion mises de côté, les premiers pas d'Armstrong sur la Lune sont sans aucun doute de tous les événements pacifiques survenus sur la Terre, celui qui a le plus frappé la communauté des hommes dans son ensemble,

La Terre dispose d'un satellite naturel, la Lune.

L'homme ne veut pas en être absent, c'est un fait. Par les contes, par la poésie, par l'imagerie, notre satellite est omniprésent dans toutes les cultures.

Un jour prochain, la Lune recevra de nouveau des équipages d'astronautes, de cosmonautes ou de taïkonautes. Cette fois, ils y resteront pour longtemps et établiront une présence permanente.

Les Européens pourront-ils accepter de ne pas y figurer ? Les Européens pourront-ils accepter que les représentants d'autres grandes régions du monde scrutent notre planète depuis la Lune et témoignent du déclin de l'Europe ?

L'intérêt durable de l'Europe, c'est que les peuples européens prennent leur projet spatial à bras le corps et le fassent avancer à leur tour. Le meilleur de la connaissance scientifique est à venir. Les retombées de l'aventure spatiale nous échappent encore largement.

L'intérêt de l'Europe, aujourd'hui perdue dans l'impuissance, est qu'une vision du spatial cristallise enfin sur notre continent et que le défi d'être le leader mondial soit accepté pour l'espace, déclenchant une dynamique dans laquelle chacun se reconnaîtra, contribuant à faire naître une forte identité européenne.

Mais rien ne sera possible sans une visibilité accrue du spatial et une conscience plus vive de sa contribution aux enjeux du futur.

Les contraintes budgétaires sont en effet fortes dans tous les Etats membres et la limitation du budget européen est réelle dans l'état actuel des choses.

La question est finalement de mobiliser l'opinion publique pour transcender les contraintes budgétaires. Le spatial n'est pas assez visible, ni pour les citoyens ni pour les médias.

« Là où il n'y a pas de vision, les peuples souffrent ».

La France et l'Europe portent depuis des décennies, une vision du spatial qu'elles n'osent pas formaliser.

Il est temps d'affirmer clairement le projet spatial européen comme un projet essentiel pour notre continent.

Il est temps d'affirmer clairement l'ambition de l'Europe d'être le leader mondial de l'espace, parce que l'on ne participe pas à une course pour être deuxième et parce que l'Europe a les capacités d'être numéro 1.

RECOMMANDATIONS

I.- LES BASES D'UNE NOUVELLE POLITIQUE SPATIALE

A.- La gouvernance du spatial en France

1. Une *vision spatiale française* est définie en coopération par le Gouvernement, le Parlement, le CNES et l'industrie.
2. Les *principes* de la vision spatiale française sont les suivants : la France concourt à l'autonomie d'accès à l'espace de l'Europe ; le spatial est la clé de voûte de la défense ; la France est leader mondial dans la science spatiale ; les vols habités sont une dimension essentielle de l'exploration de l'univers.
3. Le Ministre chargé de l'espace est un *ministre de plein exercice*.
4. Afin d'assurer l'impulsion, la décision et le suivi de la politique spatiale au meilleur niveau, un *Conseil de l'Espace* est créé auprès du Président de la République.
5. Le *Haut Conseil de la science et de la technologie* est saisi dans les meilleurs délais sur « les technologies spatiales du futur » et la nomination de deux grands témoins du secteur spatial est actée dès son prochain renouvellement.
6. Une *loi de programmation spatiale* sur 10 ans, réexaminée après cinq ans et révisée, s'il y a lieu, est votée par le Parlement.
7. Le *contrat pluriannuel* du CNES est *révisé* dès 2007, avec effet dès 2008.
8. La *part nationale* du budget du CNES augmente de *8% par an*, à compter de 2008.
9. Une *subvention complémentaire* hors contrat pluriannuel est accordée au CNES pour lui permettre d'assumer le nouveau rôle de *réglementation* et de *certification* qui lui sera dévolu par la loi relative au droit spatial.
10. Le contrat pluriannuel du CNES comprend une ligne budgétaire supplémentaire *non affectée* permettant de prendre des initiatives en réponse aux nouveaux projets de l'ESA ou d'autres partenaires dans des coopérations multilatérales.
11. Le CNES met en place sans délai un *programme spécifique de recherche technologique et de démonstrateurs*, en coopération avec l'industrie, financé par une nouvelle ligne spécifique de son budget, intitulée « recherche technologique et démonstrateurs » distincte de la ligne « sciences spatiales ».

12. L'*Agence de l'innovation industrielle* et l'*Agence nationale de la recherche* contribuent au financement des programmes spatiaux du futur.
13. Le CNES met en place des partenariats avec les *régions* et les *départements* pour le développement de nouveaux projets spatiaux.
14. Le CNES développe, pour ses besoins propres et pour ceux de partenaires, notamment industriels, des *nouveaux moyens d'information et de communication*, reposant sur les technologies numériques, la diffusion par Internet et l'audiovisuel numérique par satellite, afin de mieux informer le public sur l'actualité des réalisations spatiales.

B.- La gouvernance du spatial en Europe

15. Les *décisions* des *Conseils de l'ESA*, ministériel ou ordinaire, sont prises sur la base d'une *majorité qualifiée*, définie par un pourcentage minimum des contributions budgétaires.
16. La règle du *retour géographique* à l'ESA s'applique à un ensemble de programmes et non pas « programme par programme », et inclut les services, et non pas la seule production industrielle
17. Une *vision européenne du spatial* est élaborée par une instance rassemblant le Président de la Commission européenne, le directeur général de l'ESA, les présidents des agences spatiales nationales et les présidents des entreprises spatiales.
18. La vision spatiale européenne prend en compte les *principes suivants* : l'espace européen contribue à la sécurité collective, à la protection du citoyen, à la cohésion et au développement équilibré de l'Union ; le spatial européen recourt à une approche transversale et met en place des systèmes de systèmes avec le reste du monde ; en combinant les sondes automatiques et les vols habités, l'Europe participe aux projets d'exploration de l'Univers et a pour objectif de les fédérer.
19. La vision spatiale européenne est adoptée par le *Conseil européen* des chefs d'État et de gouvernement.
20. Un *Comité de l'espace* est mis en place au sein de la Commission européenne, rassemblant les commissaires en charge des entreprises et de l'industrie, des transports, de l'environnement, de la santé, de l'agriculture.
21. Une *Commission de l'espace* est créée au sein du Parlement européen.
22. La politique spatiale européenne est formulée sur la base de *projets concrets* dans le cadre d'un *plan européen à dix ans* de développement spatial, réexaminé et éventuellement révisé après cinq ans.
23. Les applications spatiales sont éligibles aux financements relevant de la *PAC* et du *FEDER*.
24. Un grand projet intitulé « *le spatial pour la sécurité collective et l'égalité numérique en Europe* » est lancé en 2008 par le Conseil européen.

25. L'*Union européenne* contribue à la définition et au financement de la politique spatiale européenne. La maîtrise d'œuvre des programmes correspondants est assurée par l'*ESA* et par EUMETSAT, habilitées par ailleurs à développer leurs propres programmes additionnels

II.- LES NOUVELLES MISSIONS ET LES NOUVEAUX PROGRAMMES SPATIAUX FRANÇAIS ET EUROPEENS

A.- Les lanceurs

26. Le *programme EGAS* est prolongé afin de pallier les conséquences de la baisse du dollar sur le programme ARIANE-5. Un financement européen est mis en place pour l'achèvement du pas de tir SOYUZ et la mise en place de celui de VEGA au Centre spatial guyanais.
27. Des travaux de recherche, de développement et de test sont lancés en vue de l'augmentation de puissance du moteur *EPS-AESTUS* pour la version de lancement de l'ATV à pleine charge.
28. La mise au point du moteur cryogénique *VINCI réallumable de 3^{ème} étage* d'ARIANE-5 est lancée sans délai avec l'aide des pouvoirs publics nationaux et européens.
29. Un groupe d'étude est constitué pour l'application du *modèle CFM de coopération franco-américaine* à la production d'un moteur de lanceur de nouvelle génération, VULCAIN-3.
30. La *qualification vols habités* d'ARIANE-5 est obtenue dans les *cinq ans*.
31. Des *sanctions* sont mises en œuvre en cas de *non-respect de la préférence européenne* pour les lancements de satellites européens institutionnels, civils ou militaires.
32. Le développement des technologies de *vols suborbitaux* est soutenu par les pouvoirs publics
33. Un programme de *recherche amont sur les moteurs* pour les lanceurs du futur est mis en place par l'Europe en coopération avec la Russie.
34. Les études et les essais de la *propulsion nucléaire* pour l'exploration lointaine sont relancés par le CEA en liaison avec l'industrie.

B.- Le spatial de défense

35. Les *budgets spatiaux de défense européens* sont *doublés tous les cinq ans* jusqu'en 2020, dans un cadre multilatéral restreint.
36. Les systèmes spatiaux de télécommunications militaires des pays européens membres de l'OTAN sont rendus *interopérables* dans les deux ans.
37. L'investissement dans les satellites *SYRACUSE-3C* et *HÉLIOS-3* est engagé dès 2007.

38. Un système protégé d'*Internet à haut débit par satellite pour unités militaires mobiles* est mis en chantier dès 2007.
39. Un système européen de *télécommunications militaires intégrées* est fourni à l'OTAN par les États membres de l'Union européenne.
40. Un système européen d'*écoutes électromagnétiques* est mis en place dans le cadre d'une coopération multilatérale restreinte.
41. Les études pour un *système européen d'alerte avancée* contre les missiles balistiques sont lancées dès 2007, avec pour objectif sa mise en service dans les dix ans.

C.- Les services spatiaux

42. Un *plan européen à 20 ans*, entériné par l'Union européenne et confié à l'ESA, est lancé pour l'*observation et l'exploration de l'univers* par des satellites et des sondes automatiques, et est intégré au programme d'action spatiale européenne de dix ans.
43. *EUMETSAT* est l'opérateur des infrastructures spatiales de GMES.
44. La mise en œuvre du programme *GALILEO* est accélérée afin de parvenir à sa *mise en service en 2010*.
45. Le *rôle et les droits d'accès des partenaires internationaux* de GALILEO sont définis avant la fin 2007, la maîtrise du système étant réservée aux membres de l'ESA.
46. Les problèmes posés par le *PRS* (Public Regulated Service) sont résolus en liaison avec les instances de l'*Alliance atlantique*.

D.- Les vols habités

47. Les conditions d'exploitation de la station spatiale internationale *ISS au-delà de 2015* sont mises à l'étude dès 2007, en coopération avec tous les partenaires.
48. Le programme d'exploration AURORA de l'ESA est *révisé* avant le début 2008 en vue d'inclure *l'étape lunaire* comme banc d'essai des technologies martiennes.
49. Le développement du *système européen de transport spatial ATV-ARD*, autonome mais compatible avec le système de transports de la NASA et les autres systèmes de transport, russe notamment, est assuré dès 2007, en vue de son expérimentation dès 2012.
50. L'*atterrissage sur la Lune* d'un premier équipage européen et son retour sur Terre avec le système européen de transport spatial sont programmés pour *2018*.

COMPTE RENDU DE L'EXAMEN DU RAPPORT PAR L'OFFICE, LE 6 FEVRIER 2007

L'Office a procédé à l'examen du rapport de M. Christian CABAL, député, et de M. Henri REVOL, sénateur, président, sur « *les grands domaines programmatiques de la politique spatiale du futur* », au cours de sa réunion du 6 février 2007.

M. Henri REVOL, sénateur, rapporteur, a indiqué que l'objet de la saisine de la commission des affaires économiques du Sénat est d'établir une prospective du spatial des vingt prochaines années.

M. Christian CABAL, député, rapporteur, a précisé que le précédent rapport de l'Office, publié en 2001, dont les recommandations ont été mises en œuvre par les gouvernements successifs, a naturellement représenté une référence et une base de départ pour répondre à la nouvelle saisine.

L'un des faits majeurs de l'évolution du spatial depuis 2001 est le renforcement de la compétition mondiale dans ce secteur. Les États-Unis investissent 17 milliards de dollars dans le spatial civil, soit quatre fois plus que l'Europe, et allouent un budget de 20 à 25 milliards de dollars au spatial militaire, soit vingt fois plus que l'Europe, une forte hausse étant par ailleurs prévue dans les prochaines années. Après la période noire du début des années 1990, la Russie augmente fortement ses investissements spatiaux qui sont à parité avec ceux de l'Europe et vont encore augmenter dans l'avenir. La Chine manifeste de grandes ambitions, dans le spatial militaire et dans le civil, comme en attestent ses capacités récemment démontrées de destruction de satellite en orbite et ses avancées dans le positionnement et la navigation. En progression encore plus rapide, l'Inde développe ses propres technologies, tout en coopérant avec de nouveaux pays dont ceux de l'Union européenne. Enfin, de nouvelles puissances spatiales apparaissent, comme Israël, le Brésil ou l'Iran. Dans ce contexte, on peut légitimement craindre que les efforts européens ne soient largement dépassés.

M. Henri REVOL, sénateur, rapporteur, a ensuite souligné la multiplication des projets de retour sur la Lune. Décidé en 2004 par le Président Bush et se traduisant déjà dans la pratique par la mise à l'étude de nouveaux lanceurs et d'un nouveau vaisseau spatial, le programme américain CONSTELLATION de retour sur la Lune en 2020 est irréversible car une éventuelle prochaine administration démocrate le poursuivra. La Russie projette une station lunaire en 2025. Le Japon, la Chine et l'Inde ont également décidé différents programmes qui permettront à terme des vols habités vers la Lune.

Pour réagir à cette concurrence forte, la France doit élaborer sa propre vision à long terme du spatial et engager l'Europe à en faire de même.

Après que M. Christian CABAL, député, rapporteur, eut exposé les éléments fondamentaux d'une vision française et européenne de l'espace, rappelé

que dans les autres pays les décisions dans le domaine spatial relèvent des plus hautes autorités politiques et souligné la nécessité d'accroître le budget alloué au Centre national d'études spatiales (CNES), M. Henri REVOL, sénateur, rapporteur, a abordé la question de la gouvernance européenne du spatial. Dotée d'un processus de décision interne réformé dans le sens d'une majorité qualifiée, l'European Space Agency (ESA) doit se voir reconnaître la responsabilité de la mise en œuvre de la politique spatiale européenne. Enfin, les programmes spatiaux doivent bénéficier de l'ensemble des financements de l'Union européenne en raison de leur contribution aux politiques communes.

M. Christian CABAL, député, rapporteur, a exposé la situation du système européen de positionnement – navigation GALILEO. La complexité du montage juridique, les difficultés du partenariat public-privé et l'ambition technologique du projet ont entraîné un retard qu'il convient de combler, en raison de la concurrence du système GPS modernisé et de celle des systèmes russe GLONASS et bientôt chinois BEIDU. Revêtant une importance déterminante dans le cadre de la lutte contre le changement climatique et du développement durable, le programme GMES (Global Monitoring of Environment and Security), qui fait de l'Europe le leader de la fédération mondiale des programmes de ce type, doit être accéléré dans le cadre de structures simplifiées par rapport à GALILEO, où EUMETSAT (organisation européenne pour l'exploitation de satellites météorologiques) devrait jouer un rôle d'opérateur des infrastructures spatiales.

M. Henri REVOL, sénateur, rapporteur, a ensuite exposé la situation mondiale du secteur des lanceurs. L'arrêt irrévocable en 2010 de la navette américaine et la perte de compétitivité des lanceurs ATLAS-5 et DELTA-4 conduisent les États-Unis à revoir de fond en comble leur politique. Simultanément, les lanceurs russes ou ukrainiens voient leurs coûts augmenter et leur fiabilité diminuer. La position de leader mondial d'ARIANE-5 est donc, pour le moment, renforcée. Mais, aux États-Unis, l'appel à de nouvelles initiatives privées ainsi que le programme CONSTELLATION de retour sur la Lune constituent de puissants soutiens à l'industrie. Il faut donc impérativement continuer le programme SOYUZ au CSG (Centre spatial guyanais), achever la mise au point du lanceur VEGA et continuer le développement d'ARIANE-5, avec notamment la mise au point d'un moteur de 3^{ème} étage réallumable et la qualification « vols habités » du lanceur.

Pivot des armées modernes, en raison de son apport essentiel pour les télécommunications, l'observation, l'écoute électromagnétique et l'alerte avancée, le spatial de défense doit être renforcé en France, avec notamment la commande immédiate de SYRACUSE-3C et d'HÉLIOS-3. L'effort de l'Europe, qui plafonne à moins d'un milliard d'euros en cumulant les investissements nationaux, à comparer aux 20 milliards de dollars des États-Unis, doit être doublé pour couvrir à minima ses besoins de sécurité les plus immédiats.

M. Christian CABAL, député, rapporteur, a souligné qu'avec le retour ou l'arrivée inexorable sur la Lune d'astronautes américains, chinois et indiens, l'Europe peut d'autant moins être absente des vols habités qu'elle possède les briques technologiques essentielles que sont le lanceur ARIANE-5, le cargo de

fret spatial ATV (Automated Transfer Vehicle) et la capsule récupérable ARD (Atmospheric Reentry Demonstrator).

M. Henri REVOL, sénateur, rapporteur, a ensuite présenté les 50 recommandations du rapport, qui tendent toutes à créer une nouvelle dynamique spatiale, seule à même de permettre le recrutement de jeunes ingénieurs, indispensable pour la survie du secteur.

M. Claude BIRRAUX, député, président, a félicité les rapporteurs pour leur enquête approfondie sur les projets des puissances spatiales, anciennes ou nouvelles, et d'avoir formalisé une nouvelle vision, qui relaie celle formulée en 2001 par l'Office. Il s'est également interrogé sur la coordination européenne des efforts de recherche spatiale.

En réponse, M. Henri REVOL, sénateur, rapporteur, a expliqué que l'ESA coordonne les efforts européens en matière de science spatiale.

M. Pierre COHEN, député, a regretté de ne pas avoir été associé à l'élaboration du rapport, tout en approuvant la plupart des analyses et recommandations présentées. Une relance du financement public est indispensable en France, à la fois pour la stratégie spatiale nationale et pour entraîner l'Europe. Compte tenu de son importance pour la lutte contre le changement climatique, le programme GMES doit devenir une priorité absolue et, pour ce faire, être intégré au discours politique. Celui-ci devrait insister sur le rôle du spatial pour lutter contre les risques naturels et industriels qui menacent notre planète, et promouvoir une nouvelle citoyenneté, avec notamment le multimédia et les télécommunications. Quant aux vols habités dont le rapport souligne l'importance avec insistance, il ne faut pas mésestimer leur coût financier, ni les enjeux des projets concernant l'exploration martienne. Il faut en outre donner une compétence spatiale à l'Europe, comme le prévoit le projet de constitution européenne.

M. Pierre LAFFITTE, sénateur, a félicité les rapporteurs pour la qualité de leur rapport et l'intérêt de la vision prospective qu'ils proposent. Les besoins de financement du secteur spatial européen justifient encore davantage sa proposition de grand emprunt européen de 150 milliards d'euros en faveur de l'innovation qui rencontre de plus en plus d'intérêt en Europe, notamment auprès de la BEI (Banque européenne d'investissement). Au demeurant, les Européens doivent être mieux sensibilisés aux enjeux spatiaux, non seulement grâce aux vols habités, mais aussi grâce à des applications toujours plus nombreuses dans la vie quotidienne.

M. Christian CABAL, député, rapporteur, a souligné que l'Europe ne peut être absente des vols habités et que le spatial de défense doit y être développé rapidement.

M. Claude SAUNIER, sénateur, a félicité les rapporteurs, exprimé son accord avec les recommandations et souhaité qu'elles soient hiérarchisées, le développement du spatial au service du développement durable devant recevoir la priorité numéro un.

Mme Marie-Christine BLANDIN, sénatrice, a souligné sa préférence pour un secteur spatial au service de la sécurité au sens large plutôt qu'à celui de la défense et, après les précisions des rapporteurs, a exprimé son accord avec leurs propositions.

M. Claude BIRRAUX, député, président, a ensuite proposé d'approuver le rapport, qui a été adopté à l'unanimité des présents, M. Pierre COHEN déclarant s'abstenir.

ANNEXE 1

COMITE D'EXPERTS

- **M. Jean-François CLERVOY**, Astronaute, ESA
- **M. Alain GAUBERT**, Secrétaire général, EUROSPACE
- **M. Stéphane JANICHEWSKI**, Directeur général délégué et Directeur de la prospective, de la stratégie, des programmes, de la valorisation et des relations internationales, CNES
- **M. Yves LANGEVIN**, Directeur de recherche, Institut d'astrophysique spatiale, Université d'Orsay

ANNEXE 2 :

LISTE DES PERSONNALITES RENCONTREES EN MISSION OU EN AUDITIONS PRIVEES

- Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
 - M. François GOULARD, Ministre délégué à l'Enseignement supérieur et à la Recherche
- CNES
 - M. Yannick D'ESCATHA, Président
 - M. Michel EYMARD, Directeur des lanceurs
 - M. Laurent GERMAIN, Directeur financier
 - M. Pierre TREFOURET, Directeur de la communication externe, de l'éducation et des affaires publiques
 - Mme Geneviève DEBOUZY, Directrice adjoint, Direction des programmes
 - M. Jean-Jacques FAVIER, Directeur adjoint, Direction des programmes
 - Mme Élisabeth MOUSSINE-POUCHKINE, Direction de la communication et des relations institutionnelles
 - M. Pierre FRISCH, International Relations Directorate, Counsellor Russia, Central and Eastern European Countries, CNES
 - M. Michel PONS, Chef de projet de la R&T Lanceurs, CNES
 - M. Francis FISZLEIBER, Head of Public Affairs Office, Communication, Education and Public Affairs CNES - Siège
- ESA
 - M. Jean-Jacques DORDAIN, Directeur général
 - Mme Claudie HAIGNERÉ, Astronaute, ancien ministre, conseiller du DG de l'ESA
 - M. Jean-Pierre HAIGNERE, Astronaute, Directeur du projet SOYUZ au CSG
- EUMETSAT
 - M. Lars PRAHM, Directeur général
 - M. Paul COUNET, Directeur de la stratégie et des relations internationales
- M. André LEBEAU, ancien président du CNES, ancien directeur général de l'ESA, ancien président d'EUMETSAT
- EUROSPACE

- Mme Pascale SOURISSE, Présidente
- M. Alain GAUBERT, Secrétaire général

- ACADÉMIE DES SCIENCES
 - M. Jean-Loup PUGET, Membre de l'Académie des sciences, Institut d'astrophysique spatiale, Université Paris-Sud Orsay

- ALCATEL ALENIA SPACE
 - Mme Pascale SOURISSE, Présidente
 - M. Marc PIRCHER, Directeur technique
 - M. Joël CHENET, Directeur de la stratégie et Business Development
 - M. Marc FRANÇOIS, Directeur industriel, Telespazio – services spatiaux
 - M. Michel AUSTRUY, Sales, Strategy & Development Director, Telespazio France
 - Mme Cécile HA MINH TU, Relations institutionnelles

- ARIANESPACE
 - M. Jean-Yves LE GALL, Directeur général, ARIANESPACE
 - M. Antonio ACCETTURA, Business Operations Manager, ARIANESPACE

- CNRS
 - M. LE QUÉAU, Directeur de l'Institut national des sciences de l'Univers, CNRS
 - M. Arnaud BENEDETTI, Directeur de la communication, CNRS

- Collège de Polytechnique
 - M. Alain Dupas, Director of Strategic Studies

- EADS ASTRIUM
 - M. François AUQUE, Président exécutif EADS ASTRIUM
 - M. Robert LAINÉ, Directeur technique EADS
 - M. Éric BERANGER, Président EADS ASTRIUM Services
 - M. Antoine BOUVIER, Président EADS ASTRIUM Satellites
 - M. Patrick EYMAR, Vice-Président, EADS ASTRIUM
 - M. Dominique DARRICAU, Institutional Relations, EADS ASTRIUM
 - M. Gilles MAQUET, Senior Vice-President, Institutional Relations, EADS ASTRIUM
 - M. Alain CHARMEAU, Directeur général, EADS ASTRIUM SPACE TRANSPORTATION
 - M. Philippe BERTHE, Ingénieur systèmes Vols habités, EADS ASTRIUM SPACE TRANSPORTATION

- FONDATION POUR LA RECHERCHE STRATEGIQUE
 - M. Xavier PASCO, Maître de recherche
- INTERNATIONAL SPACE SCIENCE INSTITUTE
 - M. Roger M. BONNET, Directeur exécutif
- I-SPACE-PROSPACE
 - M. Norbert PALUCH, Directeur, I-Space-Prospace
- BELGIQUE
 - M. Alain CHAPPE, Représentant du CNES auprès des institutions européennes
 - M. Mathieu J. WEISS, Conseiller pour les affaires spatiales, Représentation permanente de la France auprès de l'Union européenne
 - M. Éric BEKA, Ambassadeur, Haut Représentant pour les questions de politique spatiale
- CHINE
 - Professeur Bernard BELLOC, Conseiller pour la science et la technologie, Ambassade de France
 - M. Nicolas CHAPUIS, Ministre Conseiller, Ambassade de France
 - M. Bruno GENSBURGER, Conseiller, Chef du service communication, Interprétation et traduction, Ambassade de France
 - M. Yannick LANNES, Chargé de mission, Service pour la science et la technologie, Ambassade de France
 - M. Guillaume AGOSTINI, Attaché sectoriel - aéronautique et espace, Mission économique, Ambassade de France
 - Mme Nathalie BROADHURST, Conseiller, Ambassade de France
 - M. Josselin KALIFA, Conseiller économique - Hautes technologies, Mission économique, Ambassade de France
 - M. Erkki MAILLARD, Conseiller, Ambassade de France
 - Mme Laurence MEZIN, Conseiller, Ambassade de France
 - M. Jean-Jacques LIU, Chief Operating Officer, Alcatel China Investment Co., Ltd.
 - M. HAO-FENG WANG, Business Development Manager, International Marketing & Sales, Telecom Satellites, Alcatel Alenia Space
 - Mr CAI JINSONG, Associate Professor, Member of Chinawriter Association, News Center Director, Beihang Art Gallery Director, BEIHANG UNIVERSITY
 - Dr. JINXI MA, Director, International Division, BEIHANG UNIVERSITY

- Mr YI XIAOSU, Associate Professor, Deputy Director, International Division, BEIHANG UNIVERSITY
- Mr XU SHIJIE Ph. D, Professor, Beijing University of Aeronautics & Astronautics School of Astronautics
- Dr. YE PEIJIAN, Member, Chinese Academy of Sciences, CASC
- Mr ZHANG XIAODONG, Deputy Director General, International Market and Relationship, Department of Business & Development, CASC
- Mr MINGZHU ZHANG, Deputy Director, International Market and Cooperation Div., CASC
- Mr MA LIN, Marketing & Investment Dept., Business Development Manager, CASC, DFH Satellite Co. Ltd
- Mr CHI WANG, Associate Director, Center for Space Science and Applied Research Chinese Academy of Sciences
- Mr YI ZHOU, Center for Space Science and Applied Research Chinese Academy of Sciences
- Mr MIN XIANG JUN, Vice Director General Professor, China Centre for Resources Satellite Data & Application (CRESDA)
- Mr GUO JIAN NING, Director General Professor, China Centre for Resources Satellite Data & Application (CRESDA)
- Mr YAO JIANTING, Deputy Division Director, Department of Foreign Affairs, China National Space Administration
- Mr WANG KERAN, Deputy Director General, Department of Foreign Affairs, China National Space Administration
- Dr. SUN LAIYAN, Administrator, China National Space Administration
- M. Jean-Luc VALERIO, China Representative, EADS Astrium
- M. Marc ZOLVER, Deputy Director, Engineering cycle & Research coordinator, École Centrale de Pékin
- M. Émile ESPOSITO, Professeur École Centrale Paris, Coordinateur Pédagogique, École Centrale de Pékin, Intergroupe des Écoles Centrale, CENTRALE GRADUATE SCHOOL
- Mme Patricia BERTRON-CHOPIN, Gestion administrative et financière, I-Space-Prospace
- Mr Francesco EMMA, GALILEO Programme Representative in China, Navigation Department, Directorate of EU and Industry Programmes, European Space Agency (ESA)
- Mr HU HAO, Director General, Lunar Exploration Program Center of CNSA
- Mr ZHANG GUOCHENG, Director General, National Remote Sensing Center of China (NRSCC), Ministry of Science and Technology of the P.R. China
- Dr. GUIFEI JING, Project Manager, National Remote Sensing Center of China (NRSCC), Ministry of Science and Technology of the P.R. China

- Mr. ZHAO JING, Deputy Director, Senior Engineer, National remote Sensing Center of China (NRSCC), Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, China-Europe GNSS Technology Training and Cooperation Center
- Mr KENING LIU, Chef representative, SAFRAN, China Representative Office
- M. Hugues PAVIE, General Manager, Spot Image, Beijing Spot Image Co., Ltd.
- M. Éric IMBERT, Corporate Chief Representative, China, Thales China Office
- Professor ZHAO JICHENG, Vice President of Chinese Academy of Surveying and Mapping, Director of Information Department of National Remote Sensing Center of China

- ÉTATS-UNIS
 - M. Jean-David LEVITTE, Ambassadeur de France
 - M. Francis JOUANJEAN, Attaché d'armement, Ingénieur Général de l'Armement, Ambassade de France
 - M. Hervé BOUAZIZ, Colonel, Assistant Defense Cooperation Attaché for Aerospace, Missile Defense, Test & Evaluation and export control, Ambassade de France, DGA
 - M. Jean-Jacques TORTORA, Représentant du CNES, Attaché spatial, Ambassade de France
 - Mr Jacques A. FIGUET, Counselor for Nuclear Energy, Ambassade de France
 - Mr Jérôme FABRE, Economic and Industrial Counselor, Ambassade de France, Mission économique
 - M. Paul A. ECKERT, Ph.D., International & Commercial Strategist, Business Development, Space Exploration Systems, BOEING
 - M. Vincent G. SABATHIER, Senior Fellow and Director for Space Initiatives, Technology and Public Policy Program, Center for Strategic & International Studies (CSIS)
 - Mr. Herb BACHNER, Manager, FAA, Commercial Space Transportation, Space Systems Division
 - Ms Patricia GRACE SMITH, Associate Administrator, Federal Aviation Administration, Commercial Space Transportation
 - Mr Philip L. RITCHESON, Ph.D., Director for Space Policy, Defense Policy and Strategy, National Security Council, The White House
 - Mr Joseph D. ROUGE, Senior Executive Service, Associate Director, National Security Space Office, Department of Defense
 - Mr Damon R. WELLS, Senior Policy Analyst, Office of Science and Technology Policy, Executive Office of the President
 - Mr John M. LOGSDON, Director, Space Policy Institute, Professor, Political Science and International Affairs, The George

Washington University

Elliott School of International Affairs

- Mr Conrad C. LAUTENBACHER, Jr., Ph.D., Vice Admiral, U.S. Navy (Ret.), Under Secretary of Commerce for Oceans Atmosphere and NOAA Administrator, U.S. Department of Commerce, National Oceanic & Atmospheric Administration
 - Dr William J. BRENNAN, Deputy Assistant Secretary for International Affairs, NOAA
 - General Henry A. Trey OBERING III, Director, Missile Defense Agency, US Department of Defense
 - Mr D. Mark JENKINS, Division Chief, Europe / NATO, International Program Support, Missile Defense Agency, U.S. Department of Defense,
 - Mr Steven WINKIE, Regional Manager, Southern Europe, Missile Defense Agency, U.S. Department of Defense,
 - Mr Raymond E. CLORE, Senior Advisor, GPS-GALILEO Issues, U.S. Department of State
 - Mr Michael E. SHAW, Director, National Space-Based Positioning, Navigation and Timing Coordination Office
 - Mr Richard M. OBERMANN, Democratic Professional Staff, Committee on Science, US House of Representatives
 - Mr Johannes LOSCHNIGG, Staff Director, Committee on Science, US House of Representatives
- INDE
 - M. Dominique GIRARD, Ambassadeur de France en Inde
 - Professeur Bernard HEULIN, Conseiller pour la science et la technologie, Ambassade de France
 - Mme Sandie FAVIER, attachée pour la Science et la Technologie, Ambassade de France
 - Mme Natacha MONNET, Attachée économique, BTP, environnement, transports et Industrie, Mission économique de New Delhi, Ambassade de France
 - M. Jean-Louis POLI, Conseiller Économique et Commercial, Ambassade de France
 - M. Bruno ROUOT, Ph.D, Attaché pour la Science et la Technologie, Ambassade de France
 - M. Stéphane VESVAL, Proposal Manager, EADS ASTRIUM
 - M. Yves Guillaume, Vice-Président, EADS ASTRIUM
 - M. Alain ASPECT, Directeur de Recherche au CNRS, Responsable du groupe d'Optique Atomique, Professeur à l'École Polytechnique, Membre de l'Académie des Sciences, Laboratoire Charles Fabry
 - Dr. CVS PRAKASH, Ph.D, Director, International Marketing, ANTRIX CORPORATION LIMITED

- Mr M.N. REDDY, Consultant, ANTRIX CORPORATION LIMITED
- Dr. K. KASTURIRANGAN, Member of Parliament, Director, National Institute of Advanced Studies
- Mr Kathuri VENKATA RAMU, Liaison Officer, EADS, India Liaison Office
- M. Hervé BEAUDET, CEO, Groupe SCE India Pvt. Ltd.
- Mr A. BHASKARANARAYANA, Director, SatCom programmes & Programme Director, Indian National Satellite System, Indian Space Research Organisation, Department of Space, Government of India
- Mr B.R. GURUPRASAD, Public Relations Officer, Indian Space Research Organisation, Department of Space, Government of India
- Dr. Rajeev LOCHAN, Director, INSES & Assistant Scientific Secretary Indian Space Research Organisation, Department of Space, Government of India
- Mr N. SATYANARAYANA, Project Director, SFG, SDSC SHAR, Indian Space Research Organisation, Department of Space, Government of India
- Mr V. SUNDARARAMAIAH, Scientific Secretary, Indian Space Research Organisation, Department of Space, Government of India
- Mr H. BHOJRAJ, Group Director, Programme, Planning & Evaluation Group, ISRO Satellite Centre, Indian Space Research Organisation, Department of Space, Government of India
- Mr V.R. Katti Outstanding Scientist / Programme Director – GEOSAT, ISRO Satellite Centre, Indian Space Research Organisation, Department of Space, Government of India
- Mr K. VISWANATHAN, Dy. Director, Management Systems Area, Satish Dhawan Space Centre SHAR, Indian Space Research Organisation
- Mr Hamid Ali RAO, Joint Secretary (D & ISA), Ministry of external affairs
- Mr Amandeep SINGH GILL, Director, Ministry of external affairs
- Mr Vincent GORRY, National Executive - South Asia SAFRAN, Liaison Office in India
- Mr M. ANNAMALAI, Director, Satish Dhawan Space Centre SHAR, Indian Space Research Organisation (ISRO), Dept. Of Space, Govt. Of India
- Mr Manod JINNURI, Vice President, Business Development, THALES
- Mr Filippo CORVARA, Installation & commissioning manager, Angelantoni industrie

- RUSSIE

- M. Denis FLORY, Conseiller nucléaire, Ambassade de France
- M. Jean-François TARDY, Lieutenant Colonel de Gendarmerie, Attaché de sécurité intérieure adjoint, Ambassade de France
- M. Michel TOGNINI, Head of European Astronaut Centre, Directorate of Human Spaceflight, Microgravity and Exploration European Space Agency (ESA)
- M. Alain FOURNIER-SICRE, Head of the ESA Permanent Mission in the Russian Federation, European Space Agency (ESA) - Permanent Mission
- M. Pierre-Henri PISANI, Senior Research Fellow, Earth Observation European Space Policy Institute (ESPI)
- Mr Anatoli PERMINOV, Director, ROSKOSMOS, FEDERAL SPACE AGENCY
- Mr Sergey TROSHCHENKOV, Deputy chief of rocket engines department Ph. D, FEDERAL SPACE AGENCY
- Ms Lorsana BESEDINA, Supervisor for Foreign, Economic Relations Federal State Unitary Enterprise, KELDYSH RESEARCH CENTER
- Mr Anatoly S. KOROTEEV, Academician, Director, Federal State Unitary Enterprise, KELDYSH RESEARCH CENTER
- Mr Vladimir S. RACHUK, General Director - General Designer, Doctor of Technical Sciences, Professor, OSC KBKhA
- M. Félix F. EVMENENKO, Deputy Head Security Department, Information and International cooperation, Stock Company, NPO Energomash
- Mr Viacheslav G. TSVETKOV, Chairman of the Executive Committee, The Federal Assembly of the Russian Federation the State Duma, Intergroup union of the Deputies, "Aviation and astronautics of Russia"

ANNEXE 3 :

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DU RAPPORT DE M. HENRI REVOL, DE MAI 2001

« La politique spatiale française : bilan et perspectives – L'Espace : une ambition politique et stratégique pour l'Europe », Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Assemblée nationale n° 3033, Sénat n° 293, mai 2001

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

I - CONCLUSION : LES GRANDS ENJEUX DE LA POLITIQUE SPATIALE

Succès de l'Europe spatiale et choix stratégiques

Dans les analyses qui forment le corps de ce rapport, on a accordé une importance essentielle aux choix stratégiques et aux problèmes de structure par rapport aux discussions quantitatives concernant le volume des moyens qu'il convient d'affecter à tel ou tel secteur. Deux raisons à cela. D'abord les volumes et les équilibres budgétaires reçoivent une attention privilégiée de la part de nombreuses instances parfaitement qualifiées pour le faire. Mais surtout, l'expérience du passé enseigne que les succès ou les échecs majeurs ont, dans le domaine spatial, deux sources principales : les choix stratégiques, corrects ou erronés, qui portent leurs effets dans le moyen et le long terme, et l'adéquation des structures à leurs tâches. Naturellement, une politique ne peut réussir que si elle dispose de ressources suffisantes et si, surtout, une continuité dans le niveau de ces ressources est assurée au-delà des aléas de la conjoncture économique. Il s'agit, en effet, d'assurer la continuité d'une démarche stratégique qui transcende l'annualité budgétaire⁽¹⁾.

Mais s'il suffisait d'augmenter les ressources pour assurer le succès, il est clair que la navette aurait balayé Ariane du marché mondial. Les éléments qui structurent une politique spatiale : identification des objectifs, choix stratégiques, adaptation des structures ont donc reçu une attention quasi-exclusive.

C'est sur eux que s'est fondé le succès de l'Europe, succès dont on tend souvent à sous-estimer l'ampleur. Une simple comparaison entre les résultats obtenus et le volume des efforts investis, en comparaison des éléments correspondants dans le programme des États-Unis, mesure le caractère exceptionnel de ce succès. Il s'agit donc, non de redresser une situation compromise, mais de bâtir un avenir à la mesure du passé.

L'examen de la situation présente appelle quelques conclusions d'ordre général.

(1) Cf. Annexe 15 : Extrait du projet de contrat d'objectifs Etat-CNES 2002-2005.

L'effet d'entraînement de l'effort spatial français

L'idée que la politique spatiale française et la politique spatiale européenne forment un tout est présente dans toutes les sections de ce rapport. Cela ne signifie pas que ces deux éléments se confondent mais que leur cohérence doit être assurée. Cette cohérence est un aspect essentiel de la politique spatiale française dans toute la mesure où les principaux objectifs que s'assigne notre pays n'ont de sens et ne sont accessibles qu'au niveau de l'Europe. Cela impose à la démarche de la France des contraintes d'autant plus accusées que la France exerce un leadership technique et industriel et qu'elle a toujours été dans le passé le moteur de l'Europe spatiale. L'effet des initiatives françaises sur ces deux éléments -leadership et rôle moteur- doit être pesé avec soin. S'il est clair que l'existence d'une position avancée de la France constitue une base de son pouvoir d'entraînement, il convient cependant de peser l'effet sur nos partenaires européens, de démarches visant à préserver cette avance ou à l'accroître. **L'objectif n'est pas, en effet, le leadership en soi mais le leadership comme outil d'entraînement. On doit être attentif au fait qu'une prépondérance excessive, ou un quasi-monopole, comme celui qui s'est établi dans le domaine des lanceurs peut avoir des effets adverses sur la solidarité et sur l'ambition européenne. Alternativement, une grande attention doit être portée aux ambitions de nos partenaires européens parce qu'elles sont un fondement essentiel de l'unité de vue de l'Europe.**

Un objectif unificateur : l'autonomie stratégique de l'Europe

La volonté d'autonomie de l'Europe a été présente dans beaucoup des grands programmes qui ont jalonné la construction de l'Europe spatiale : symphonie, OTS (Orbital Test Satellite) et les ECS (European Communication Satellite), Marecs (Maritime ECS), Meteosat, Spot, Helios, Ariane, et demain Galileo. **Mais son rôle de principe unificateur n'est pas explicitement reconnu avec autant de clarté qu'il conviendrait.** L'analyse des intérêts spécifiques qui s'attachent à la maîtrise de tel ou tel secteur est évidemment d'une grande importance ; c'est elle qui éclaire les décisions sectorielles. Mais elle ne doit pas exclure une vision plus synthétique qui associe la maîtrise de la technique spatiale à la préservation de l'autonomie stratégique de l'Europe.

Dans cette vision globale, c'est la place de l'Europe dans le monde, la préservation de son image politique, de ses intérêts économiques et commerciaux, de sa défense, de sa personnalité culturelle, qui sont en cause. Elles exigent la maîtrise de l'évolution technique qui engendre le phénomène de la mondialisation. Ce sont les techniques de l'information qui dominent cette évolution et, au premier rang de celles-ci, dans la dimension internationale, les techniques spatiales. Accepter que leur disponibilité dépende d'une source extérieure, c'est accepter une dépendance qui ne peut que croître de façon incontrôlable et imprévisible ; c'est donc, en définitive, accepter une infériorité que l'on observe déjà ici et là dans le monde et que désigne, dans le vocabulaire de la société de l'information, l'évocation d'une « fracture numérique ».

Les pays européens sont inégalement préparés, par leur passé, leur dimension et l'image qu'ils se font d'eux-mêmes à reconnaître la nécessité d'une autonomie stratégique de l'ensemble européen. **Ce devrait être l'une des tâches de la politique spatiale française, appuyée sur le leadership de la France, de faire reconnaître cette nécessité et d'obtenir que l'autonomie stratégique soit considérée comme l'objectif unificateur de la politique spatiale européenne.**

La dimension symbolique : l'homme dans l'espace

La dimension symbolique qui matérialisent les vols habités, génératrice d'enthousiasme dans la jeunesse, créatrice de vocation, expression de l'esprit d'aventure ne peut être ignorée. Exclure cette composante de la conception d'une politique spatiale, ce serait en amoindrir l'image dans l'opinion publique et particulièrement dans la jeunesse ; ce serait, en outre, se fermer à l'idée que l'avenir peut réserver des mutations technologiques qui transformeront le contexte très contraignant dans lequel se développent les programmes de vols habités. Naturellement, rien ne garantit que l'espace connaîtra la même évolution que l'aviation, lorsqu'on est passé de l'époque des grands raids des années 20 à l'aviation civile contemporaine, mais rien ne permet non plus de l'exclure.

Dans la conception de la composante vols habités de l'activité spatiale et européenne, il convient de tenir compte d'un certain nombre d'éléments :

- les vols en orbite basse, sur lesquels le projet de station spatiale internationale immobilise pour longtemps l'ensemble des partenaires des États-Unis, et qui n'ont en regard de leur coût très élevé qu'un intérêt limité pour la recherche scientifique et pour le progrès de la technique spatiale ;

- la concurrence de fait qui s'établit, dans l'usage des ressources financières dont dispose la puissance publique, entre le financement de cette composante et de celles qui expriment l'objectif d'autonomie stratégique ;

- l'utilisation par les États-Unis (selon leurs propres termes) de ces programmes pour immobiliser une partie des moyens de leurs partenaires et concurrents dans des entreprises qu'ils contrôlent ;

- la possibilité qu'offrent les vols habités de diversifier et resserrer une relation avec le partenaire russe.

Au total, la prise en compte de ces éléments incite à adopter une attitude mesurée et prudente et à ajuster la démarche française aux exigences de la solidarité européenne.

II - QUELQUES RECOMMANDATIONS PROGRAMMATIQUES ET STRUCTURELLES

ASPECTS PROGRAMMATIQUES

Les lanceurs et l'accès à l'espace : maintenir l'autonomie de l'Europe

La capacité européenne repose pour l'essentiel sur deux composantes d'égale importance : le lanceur Ariane et le champ de tir équatorial ; il n'est pas souhaitable de subordonner l'un à l'autre.

La stratégie dans ce domaine doit se fonder sur six éléments principaux, étant entendu que la démarche française doit être conçue pour préserver et promouvoir une solidarité européenne que l'ampleur du leadership français peut fragiliser :

- conduire un programme d'amélioration d'Ariane 5 avec le double objectif de suivre l'évolution du marché et de réduire de façon importante les coûts de production ;

- améliorer la compétitivité du centre de lancement de Guyane en perfectionnant les installations de lancement et d'accueil des utilisateurs ; harmoniser la tarification avec la pratique américaine ;

- élargir la gamme des lanceurs dont dispose l'Europe, tant par des développements européens que par un élargissement de la coopération avec la Russie ;

- explorer l'ouverture du centre de Guyane à des lanceurs étrangers et notamment à Soyuz ;

- renforcer la structure d'Arianespace ;

- poursuivre un programme de développements technologiques destiné à préparer les lanceurs du futur.

Satellites : maîtriser l'évolution technologique

L'efficacité de l'action de l'Europe dans le domaine des satellites appelle deux lignes d'action principales :

- une prise en compte, -déjà amorcée mais qui doit être fortement accentuée- des possibilités de miniaturisation et de réduction des coûts offertes

par l'évolution technologique. A l'exception de l'Université du Surrey, les Agences spatiales, et notamment le CNES, ont tardé à explorer cette voie. **L'effort de rattrapage engagé avec Proteus et le programme de microsattellites doit être énergiquement poursuivi en liaison étroite avec l'industrie ;**

- un effort de mise à hauteur de la capacité industrielle dans le domaine des satellites géostationnaires commerciaux poursuivant le programme Stentor. Il s'agit de fournir très rapidement à cette industrie l'aide nécessaire pour lui permettre de disposer des technologies nécessaires pour répondre aux appels d'offre concernant les plates-formes lourdes (7 T) et les charges utiles correspondantes.

La recherche : un succès éclatant

Le succès des programmes scientifiques du CNES et de l'ESA ont amené la communauté scientifique européenne à un niveau d'excellence mondiale dans nombre de domaines : Astronomie, Sciences de la Terre, Géodésie, etc... Il s'agit donc de maintenir et d'élargir cette réussite. Il convient pour cela de ne pas réduire les moyens dont elle dispose et notamment le financement du programme scientifique obligatoire européen.

Par ailleurs, la relation du CNES avec la communauté scientifique, que l'Agence spatiale nationale a toujours su conduire de façon féconde, doit continuer à recevoir une attention particulière, compte tenu de l'élargissement du champ disciplinaire concerné et de l'intervention croissante du savoir-faire industriel dans la réalisation des expériences embarquées.

Les télécommunications : l'indispensable appui de la puissance publique

Ce domaine d'une importance capitale relève en apparence d'une logique purement commerciale ; en fait, sa maîtrise gouverne tous les secteurs de l'autonomie stratégique, depuis le militaire jusqu'au culturel en passant par l'économique et le social. Il ne peut être question de s'en remettre, pour ce qui est de la place de la France et de l'Europe, au seul jeu des forces du marché, d'autant que ce jeu est totalement biaisé par les subventions d'origine militaire dont dispose l'industrie américaine.

Il reste cependant que l'industrie spatiale est dans ce secteur, plus encore que dans tous les autres, l'outil essentiel de la présence européenne. Toutes les actions de la puissance publique doivent donc être guidées par le souci de renforcer la compétitivité industrielle. La présence de la puissance publique et de

l'Europe en tant que telle dans les instances internationales de régulation est un aspect de ces actions qui ne doit pas être négligé.

L'échec, au moins temporaire, des constellations, amène au premier plan, pour l'avenir prévisible, les satellites lourds géostationnaires qui forment ainsi la cible principale de la compétitivité industrielle.

L'utilisation de la télé-médecine et du télé-enseignement qui peut améliorer notablement l'égalité d'accès à la santé et à la culture devra être développée.

Une attention particulière doit être portée à l'homogénéité de la couverture territoriale pour les services informationnels émergents, en particulier pour ceux qui sont nécessaires au développement de l'activité économique locale.

Observation de la Terre : une indispensable convergence des efforts européens

La démarche européenne se caractérise par une abondance de projets de qualité jointe à une dispersion des initiatives. Il est essentiel que les démarches Pléiades et GMES conduisent à une convergence et une harmonisation des efforts européens dans ce secteur auquel s'attachent des enjeux essentiels touchant à l'environnement, à l'action de la puissance publique dans ses responsabilités socio-économiques, et à la Défense.

Il s'agit de consolider la structure de l'Europe spatiale et ses liens avec l'Europe politique dans ce domaine.

Navigation : un objectif capital d'autonomie européenne

L'importance capitale de ce secteur est maintenant largement reconnue.

La mise en œuvre du programme Galileo est évidemment l'élément structurant de la politique spatiale.

Le potentiel du système Doris ne doit pas cependant être négligé en raison notamment des potentialités autonomes dont il permet de disposer pour la conception des satellites européens.

Galileo apparaît, pour l'ensemble de la politique spatiale, comme un élément structurant, à la fois parce qu'il exprime un objectif d'autonomie stratégique et parce qu'il contraint à une harmonisation des structures de l'Europe spatiale et de l'Europe politique.

ASPECTS STRUCTURELS

L'avenir des Agences spatiales : vers un réseau européen

Mise à part l'évolution de leur relation avec l'industrie spatiale, compte tenu du degré de maturité atteint par cette industrie, de sa capacité d'initiative et de sa relation avec le marché, **les agences spatiales sont confrontées à deux questions essentielles et difficiles, qui devront trouver leur solution :**

- **l'harmonisation des relations entre leurs centres techniques, de façon à transformer ce qui est une juxtaposition de pôles d'expertise nationaux ou européens en un réseau cohérent ;**

- **l'établissement (qui concerne plus particulièrement l'ESA mais aussi le CNES dans la mesure où il est le représentant de la France au Conseil de l'ESA) de relations organisées et formalisées entre l'ESA et l'Union européenne, c'est-à-dire entre l'Europe spatiale et l'Europe politique.**

Les structures industrielles : entre l'Etat et le marché

Pas plus en Europe qu'aux États-Unis ou ailleurs dans le monde, l'industrie spatiale ne peut se maintenir et se développer sans l'aide déterminée de la puissance publique.

Il n'est pas non plus concevable que cette aide puisse être laissée à l'initiative sectorielle des utilisateurs. L'unité de la technique spatiale appelle une démarche globale comme d'ailleurs le caractère global des enjeux.

- **S'agissant des lanceurs, l'objectif principal doit être celui du renforcement de la structure d'Arianespace et l'affirmation de son rôle d'opérateur unique pour tous les lancements depuis le site de Guyane.**

- **Dans le domaine des satellites, l'achèvement et la consolidation du processus de regroupement doivent être accompagnés par la puissance publique.**

L'utilisation de ces grandes industries comme relais pour l'action de la puissance publique sur le tissu des petites et moyennes entreprises est une démarche qui mérite d'être explorée.

La coopération internationale : l'espace transcende inévitablement les frontières

La coopération internationale est fortement présente dans l'activité spatiale pour diverses raisons spécifiques : importance des flux d'information transfrontières qu'engendre la mise en œuvre des systèmes spatiaux de télécommunications, structuration à l'échelle de la planète de l'observation environnementale, dimension mondiale de la recherche fondamentale, etc... Tout cela fait de la technique spatiale à la fois l'acteur et l'objet du processus de mondialisation ; la coopération internationale y tient donc une place particulièrement importante. Elle concerne au premier chef :

- les États-Unis avec lesquels il convient de renforcer les liens traditionnels dans toute la mesure où le permet leur volonté d'utiliser l'espace comme un outil d'hégémonie et de brider l'autonomie de l'Europe,

- la Russie, avec laquelle il est souhaitable de rechercher les bases d'une coopération fondée sur l'intérêt mutuel et la conjugaison des expertises industrielles,

- les autres nations spatiales, au premier rang desquelles le Japon, avec lequel les intérêts communs l'emportent de beaucoup sur les rivalités éventuelles.

La Défense : la nécessité d'un effort spécifique

Dans le contexte général créé par le retard de l'Europe de la Défense sur les autres dimensions de la construction européenne, il faut impérativement remédier à deux déficiences :

- au niveau national, l'absence de doctrine concernant la place de l'espace dans l'ensemble des forces armées ; cette faiblesse doctrinale semble encore plus marquée que la faiblesse des moyens et elle explique que, malgré l'insuffisance initiale des ressources financières dont dispose la composante spatiale de l'armement, ces ressources subissent en outre des réductions successives et injustifiées.

- au niveau européen, le degré de concertation entre les acteurs nationaux et de cohérence des programmes nationaux sont tout à fait insuffisants, très inférieurs à ce qui existe dans le domaine civil. Il en résulte une médiocre utilisation de ressources déjà insuffisantes. Il est clair que des efforts déterminés doivent

- 175 -

être poursuivis ou entrepris pour améliorer cette situation. **L'interopérabilité complète des moyens européens semble un objectif minimal qu'il faut absolument atteindre.**

III - L'ESPACE : UN CHOIX POLITIQUE MAJEUR

Au terme des analyses nécessairement succinctes que contient ce rapport, **plusieurs idées générales s'imposent :**

- l'unité technique et celle du substrat industriel, que tendrait à dissimuler la diversité des applications de l'espace, appellent **une démarche globale mobilisant les moyens de l'Etat et fondée sur une vision synthétique, c'est-à-dire une politique spatiale ;**

- **la formulation de cette politique est une affaire de gouvernement qui doit impliquer la plupart des départements ministériels**, quelles que soient les responsabilités particulières confiées à certains d'entre eux,

- **la variété des utilisateurs de la technique spatiale et leur pénétration dans le tissu socio-économique engendrent un phénomène global de dépendance stratégique dont le contrôle fournit le principe unificateur de la politique spatiale.**

La prise de conscience de l'existence d'un enjeu global demeure très insuffisante, sans doute parce que son émergence est récente et qu'il demeure occulté par la dimension spectaculaire de l'espace. **Il semble nécessaire que les choix politiques dans ce domaine soient soumis dans l'avenir, sous une forme appropriée, au débat parlementaire comme c'est la pratique normale pour les choix qui, dans le moyen et le long terme, engagent de façon substantielle, l'intérêt national.**

Il est clair que le débat annuel sur les montants budgétaires est, à cet égard, tout à fait insuffisant. La mise en œuvre d'une politique spatiale exige de toute évidence une continuité qui transcende l'annualité budgétaire et qui ne doit pas être remise en cause dans ses principes par les aléas de la conjoncture à court terme ; elle exige donc une formulation pluriannuelle. Il est en outre nécessaire que cette politique se fonde sur un large consensus que seul le débat démocratique peut établir. Dans ce débat, la représentation parlementaire doit jouer son rôle et avoir toute sa place.

- 176 -

EXAMEN DU RAPPORT PAR L'OFFICE

M. Henri REVOL a présenté son rapport aux membres de l'Office, au cours de la réunion du 25 avril 2001.

A l'issue de cette présentation, plusieurs questions ont été posées.

En réponse à M. Robert Galley, député, M. Henri Revol a indiqué que l'éventuelle ouverture de Kourou à un lanceur russe devrait être étudiée avec le plus grand sérieux et qu'il ne s'agissait pas d'une simple péripétie tactique, mais d'une décision stratégique majeure dont les conséquences à court et surtout, à long terme, devaient être soigneusement pesées. Il a proposé, avec l'accord de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, d'envoyer, en son nom personnel aux ministres chargés de l'espace des pays membres de l'Agence spatiale européenne les quelques pages du rapport qui sont consacrées à ce sujet, à simple titre d'information.

M. Jean-Yves Le Déaut, député, s'est interrogé sur la situation financière difficile d'Arianespace et sur le devenir de la Station spatiale internationale.

M. Henri Revol a indiqué que le déficit pour l'année 2000 d'Arianespace était notamment dû à la production de la commercialisation en parallèle de deux lanceurs : Ariane 4 et Ariane 5, situation qui accroît les coûts financiers et devrait cesser en 2003 avec la fin de la commercialisation d'Ariane 4.

Il a confirmé que les récentes décisions américaines de réduire les budgets consacrés à la Station spatiale internationale risquaient de diminuer fortement les possibilités d'y mener des recherches scientifiques.

Répondant à une question de M. Serge Poignant, député, M. Henri Revol a indiqué que l'Europe spatiale se construisait sur la base de la coopération de l'Allemagne, de l'Italie et de la France.

L'Office a approuvé à l'unanimité le rapport de M. Henri Revol, sénateur, président, sur « la politique spatiale française : bilan et perspectives ».

*