

**RAPPORT DE L'ASSOCIATION DES AUDITEURS
DE L'INSTITUT DES HAUTES ETUDES DE DEFENSE NATIONALE
REGION DE TOULOUSE – MIDI-PYRENEES**



L'ESPACE EXTRA ATMOPHERIQUE AU XXI^{ème} SIECLE

Cycle d'études 2007-2008

Rapporteur : Marc BEAUVOIS
Groupe de travail du samedi de Toulouse

Composition du groupe de travail

Présidents : Christelle MATHEU et Jean-François HURSTEL.

Rapporteur/Secrétaire : Marc BEAUVOIS.

Chargé de communications : Olivier de GENTIL

Membres :

Jean BOURDEL, Bernard BOUSQUET, Gérard BRAULT-NOBLE, Thierry DARNEY, Christian DAUCH, Michel-Joseph DURAND, Guy FRANCO, François LAPLANE, Bruno LORRE, Jean-Pierre MARICHY, Jean SARDA, Marie-Françoise VOIDROT

S.O.M.M.A.I.R.E.

Pages

INTRODUCTION.		6
I- <u>L'IMPORTANCE DE L'ESPACE DANS LA SOCIETE CONTEMPORAINE LUI IMPOSE DE PRENDRE LES DISPOSITIONS NECESSAIRES POUR ASSURER LA SECURITE DE SES SATELLITES.</u>		
11 - <u>L'espace extra atmosphérique est devenu un espace marchand, utilitaire et militaire.</u>		
111 - <u>L'exploitation civile de l'espace extra atmosphérique.</u>		
1111 - Radiocommunication et radionavigation.		7
11111 - Les satellites de radiocommunications.		7
11112 - Les satellites de navigation.		8
1112 - L'observation de la Terre.		8
11121 - Les satellites d'observation.		8
11122 - Les satellites météorologiques.		9
112 - <u>La guerre froide donne l'occasion aux militaires de développer l'utilisation militaire de l'espace.</u>		
1121 - De la militarisation....		8
11211 - L'utilisation des satellites civils par les militaires : une nécessité.		9
11212 - L'externalisation des équipements militaires.		10
1122 - A l'arsenalisation de l'Espace.		10
11221 - Le contrôle du champ de bataille passe les satellites.		10
11222 - Les Etats-Unis à la pointe de l'arsenalisation.		10
12 - <u>Les menaces pesant sur les satellites imposent le développement de la coopération internationale.</u>		
121 - <u>La destruction des satellites.</u>		11
1211 - Les débris un véritable problème.		11
12111 - Les risques de collisions augment.		11
12112 - Des solutions coûteuses.		12
1212 - Les armes anti-satellites une menace réelle.		12
12121 - Les ASAT entre guerre froide et relations sino-américaines.		12
12122 - La diversité des ASAT.		12

122 - De nouvelles avancées juridiques et technologiques s'imposent pour protéger les satellites.	
1221 - La nécessité d'approfondir la législation existante.	13
12211 - La législation existante.	13
12212 - Les ASAT et les débris au coeur des débats législatifs actuels.	13
1222 - Rechercher les moyens techniques pour sécuriser les services assurés par les satellites.	14
12221 - Des solutions technologiquement innovantes.	14
12222 - La prévention passe aussi par des solutions traditionnelles.	14
II - <u>L'IMPORTANCE STRATEGIQUE DE LA MAÎTRISE DES TECHNOLOGIES SPATIALES ATTIRE DE NOUVELLES PUISSANCES QUI REMETTENT EN CAUSE LES POSITIONS ACQUISES PAR L'EUROPE DANS CE DOMAINE.</u>	15
21 - <u>L'Europe doit prendre conscience que ses positions et sa sécurité ne sont pas acquises définitivement.</u>	
211 - L'arrivée de nouvelles puissances spatiales.	
2111 - Les nouveaux entrants.	15
21111 - Ceux qui disposent d'une autonomie de lancement.	15
21112 - Les Etats à la recherche d'une autonomie de lancement.	16
2112 - Vers une prolifération des menaces.	17
21121 - Les transferts technologiques facilitent la prolifération des armements.	17
21122 - L'Europe à portée de missiles.	17
212 - L'Europe doit mettre fin à son absence de volonté politique.	
2121 - Une politique spatiale européenne qui peine à se mettre en place.	17
21211 - Un constat accablant.	17
21212 - Des orientations politiques qui se concrétisent difficilement.	18
2122 - La faiblesse du budget.	19
21221 - Un budget qui ne permet pas à l'Europe de conserver sa place.	19
21222 - La baisse de la participation budgétaire française engendrera une perte d'influence.	19
22 - <u>L'indépendance et la souveraineté de l'Europe passent par la maîtrise de l'ensemble des technologies spatiales.</u>	20

221 - L'Europe doit renforcer sa présence militaire dans l'Espace.	
2211 - Une présence insuffisante.	20
22111 - Des moyens insuffisants pour répondre pas aux besoins d'une armée moderne.	20
22112 - Seul le domaine de l'observation est adapté aux défis que devra relever l'Europe	21
2212 - La France clef de voûte européenne de la recherche spatiale militaire.	22
22121 - Une politique ambitieuse en matière de démonstrateurs.	22
22122 - Un axe Franco-Allemand à la source de la surveillance européenne de l'Espace.	22
222 - L'Europe doit avoir une politique ambitieuse pour son industrie et sa recherche spatiale.	23
2221 - Une industrie mondialement reconnue qui demande à être soutenue.	23
22211 - Des constructeurs de satellites soumis à une forte concurrence.	23
22212 - Une autonomie de lancement à sauvegarder.	24
2222 - Une capacité de recherche qui doit être sauvegardée.	24
22221 - Améliorer les produits existants...	24
22222 - ... Mais aussi développer de nouveaux produits.	25
CONCLUSION.	26
ANNEXES.	27
ABREVIATIONS et DEFINITIONS	39
BIBLIOGRAPHIE.	44

« Qui tient les hauts tient les bas »
Clausewitz.

Le 4 octobre 1957, l'URSS, en lançant Spoutnik-1, déclenchait la course à la conquête de l'espace extra-atmosphérique.

L'**espace extra-atmosphérique** désigne, par convention, la région de l'Univers située au-delà de la partie de l'atmosphère terrestre où la densité de l'air permet la sustentation des aéronefs. La limite inférieure de l'espace extra-atmosphérique ne peut être associée à une altitude précise ; on admet généralement qu'elle se situe aux environs de 50 km. Cependant, les engins spatiaux subissent, à des altitudes bien supérieures, un freinage ou un échauffement dus à l'atmosphère. L'altitude la plus élevée atteinte par un ballon est de 52 km. En ce qui concerne les avions, les experts estiment que l'altitude extrême qui peut être atteinte est de 45 km. En revanche l'altitude la plus basse à laquelle peut se maintenir un engin spatial est de 150 km. En dessous de ce seuil, l'engin est freiné trop rapidement. Il infléchit sa trajectoire et rentre dans l'atmosphère. Il existe donc, entre l'atmosphère et l'altitude exploitable de l'espace extra atmosphérique, une zone appelée « **espace proche** » d'une épaisseur de 100 km. L'**espace lointain** est la région de l'espace extra atmosphérique située au-delà d'une certaine distance de la Terre. Elle est fixée par convention. Au début des années 1970, l'espace lointain a été défini comme la région de l'espace située au-delà de la distance Terre-Lune (soit environ 384 000 km).

En même temps que le lancement de Spounik-1 est née la notion de « **puissance spatiale** ». Les experts estiment, que pour être une puissance spatiale, il faut disposer d'un lanceur et prouver sa maîtrise de la satellisation. Selon cette définition vont devenir « puissance spatiale » : l'URSS (en 1957), les Etats-Unis (en 1958), la France (en 1965), le Japon (en février 1970), la Chine (en avril 1970), la Grande-Bretagne (en 1971), l'Europe (en 1979), l'Inde (en 1980) et Israël (en 1988). La Corée du Sud devrait, en 2008, devenir la dixième puissance spatiale. Le Brésil et l'Afrique du Sud devraient l'être avant 2015. Cependant, un Etat peut posséder un programme spatial sans disposer d'un lanceur. Tel le Canada, qui avec le programme Anik, est le premier Etat à avoir exploité un réseau national de télécommunications à usage commercial. En revanche, certaines nations après avoir été déclarées puissances spatiales peuvent, à l'image de la Grande-Bretagne, renoncer au lanceur.

L'utilisation de la zone comprise entre 150 km et 40 000 km d'altitude a rendu la société dépendante de l'espace pour ses activités civiles et militaires. A chaque orbite correspond un type de satellites (Cf. Définitions). Deux facteurs vont se combiner pour engendrer un accroissement du nombre de satellites. Les activités économiques et militaires de la société contemporaine nécessitent un nombre de satellites toujours plus important. Par ailleurs, l'accès au mode de vie occidentale des pays en développement leur imposera d'être présent dans l'espace. L'accroissement de la demande mondiale en satellites attire sur le marché international des lanceurs et sur celui des satellites de nouveaux fournisseurs. Ces derniers commencent à remettre en cause les positions que détenaient sur ces marchés l'Europe et les Etats-Unis. Les transferts technologiques dans le domaine spatial participent à l'accroissement de la prolifération en matière de missiles. Il en résulte aussi un risque d'arsenalisation de l'espace. Aussi l'Europe doit-elle réfléchir aux moyens juridiques, industriels et militaires qu'elle doit mettre en place pour assurer sa sécurité.

La société contemporaine sera de plus en plus dépendante de l'Espace. Elle doit donc prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer la sécurité de ses satellites (I). L'importance stratégique de la maîtrise des technologies spatiales engendre de nouvelles puissances spatiales qui remettent en cause les positions acquises dans ce domaine par l'Europe (II).

*
* *

I – L'IMPORTANCE DE L'ESPACE DANS LA SOCIETE CONTEMPORAINE LUI IMPOSE DE PRENDRE LES DISPOSITIONS NECESSAIRES POUR ASSURER LA SECURITE DE SES SATELLITES.

Depuis le lancement de Spoutnik-1, le nombre de satellites gravitant autour de la Terre ne cesse de croître. L'existence des satellites artificiels a permis de transformer la zone comprise entre 150 et 40 000 km d'altitude en un espace économique et de sécurité vital. Cette zone est devenue sensible. Les nations doivent donc réfléchir aux moyens juridiques et technologiques à mettre en oeuvre pour assurer la protection des satellites.

11 – L'espace extra atmosphérique est devenu un espace marchand, utilitaire et militaire.

Depuis 1957, plus de 6 000 satellites ont été lancés. Outre leur participation à la découverte du monde extra-atmosphérique et à la connaissance de la Terre, les satellites sont indispensables pour les communications, les prévisions météorologiques, la géolocalisation et la télédétection. Ils sont aussi devenus des éléments essentiels à la modernisation des armées.

111 – L'exploitation civile de l'espace extra atmosphérique.

L'exploitation de l'espace extra-atmosphérique repose essentiellement sur deux grandes familles de satellites. L'une regroupe les satellites qui reçoivent et retransmettent des signaux. L'autre est constituée par les satellites qui observent la Terre.

1111 – Radiocommunication et radionavigation.

Les satellites de radiocommunication ou de navigation émettent et transmettent des signaux. Ils sont positionnés sur les mêmes orbites.

11111 – Les satellites de radiocommunications.

Le 10 juillet 1962, grâce au satellite américain Telstar-1, a eu lieu la première liaison mondiale de télécommunications par satellite entre la France et les Etats-Unis. Cet événement va révolutionner les communications entre les hommes en réduisant le temps entre le moment où se produit un événement et sa diffusion, en image, au niveau mondial. Chaque jour la télévision, le téléphone et Internet utilisent les satellites déployés autour de la Terre. Aujourd'hui, sept millions de français reçoivent les chaînes diffusées par les satellites Hot-Bird de la société européenne Eutelsat. La diffusion des chaînes de télévision utilise 80% des capacités des satellites de télécommunications. Ces derniers permettent aussi de recevoir l'Internet à haut débit dans les zones qui ne possèdent ni le câble, ni l'ADSL. L'Inde a lancé, en 2004, le satellite Edusat. C'est le premier satellite uniquement destiné à l'éducation et au télé-enseignement. Chacun de ses faisceaux peut être utilisé par 200 classes. Les satellites de télécommunications permettent aussi d'accroître l'influence politique d'un pays. En 1999, Rascom qui regroupe 46 des 53 pays africains, avait lancé le programme Rascom-QAF. La crise des satellites de communications engendrait la mise en sommeil du projet. Il a été relancé, en 2002, par la Libye qui, par l'intermédiaire des sociétés Laip et GPTC, a apporté un financement de 170 M\$. Aujourd'hui, la société de droit mauricien RSQ, qui gère le programme RASCOM est détenue à 33% par Laip, 29% par GPTC, 26% par Rascom et 12% par Thalès Alenia Space. Le segment sol comprend quatre stations de contrôle, dont une implantée en Libye, et 15 000 terminaux. Grâce à Rascom-QAF1, Rascom espère relier 130 000 villages africains isolés et réduire la fracture numérique en Afrique.

11112 – Les satellites de navigation.

Actuellement, les deux principaux systèmes de navigation et de positionnement qui existent sont : le Global Positioning System (GPS) américain et le GLOBAL NAVIGATION Satellite System (GLONASS) russe. Ces systèmes permettent la navigation terrestre, aérienne, maritime ou spatiale. A l'origine, ils ont été conçus pour le guidage des missiles et des avions de combat. Leur utilisation a été étendue aux activités civiles. Cependant, ils restent sous contrôle militaire. Aujourd'hui, 5 millions d'automobilistes français utilisent le GPS. Il permet aussi de suivre les personnes à risques (malades, enfants ou personnes âgées). Le système, développé par le CNES, de recherche et de sauvetage par satellite Cospas-Sarsat a permis, depuis 1982, de sauver 19 000 vies. L'Europe, en 2013, grâce à Galiléo disposera de son propre système de navigation. Toutefois, il est nécessaire de veiller à une utilisation raisonnable des systèmes de navigation par satellites pour éviter qu'ils ne deviennent les éléments essentiels du contrôle et de la surveillance des déplacements des citoyens. La société anglaise Nortwich Union propose à ses clients d'équiper leurs véhicules de récepteurs GPS. Les redevances des clients sont calculées en fonction du kilométrage effectué, des types de parcours, de la vitesse et des fautes de conduite.

11112 - L'observation de la Terre.

En 1961, le cosmonaute russe Guerman Titov prit la première photographie de la Terre depuis l'Espace. Ainsi, l'exploration de notre planète depuis l'espace circumterrestre débutait-elle.

11121 – Les satellites d'observation.

Les satellites d'observation ont permis de surveiller l'évolution du trou d'ozone, les courants océaniques El Nino et La Nina, le réchauffement de la planète, la fonte des glaces et l'état des océans. La géologie et la minéralogie ont livré certains de leurs secrets grâce aux images envoyées par les satellites. L'Europe a recours aux satellites d'observation de la Terre pour contrôler, dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC), la véracité des déclarations de sécheresse, d'inondations et d'arrachage. Le 28 février 2002, Ariane 5 a placé à 800 km d'altitude le satellite européen Envisat d'une masse de 8 tonnes. Les données transmises par ce satellite permettent d'élaborer une cartographie de l'atmosphère terrestre, de détecter des changements de l'ordre du millimètre à la surface de la Terre, de surveiller l'évolution de la végétation. Les informations fournies par Envisat, ERS (Europe), SPOT (France) et ALOS (Japon) donnent des arguments aux scientifiques pour l'application rapide de l'accord de Kyoto.

Le consensus qui existe aujourd'hui autour du fait que l'activité humaine accélère le changement climatique a permis de développer la coopération entre les nations. Celle-ci va s'accroître avec l'arrivée des nouvelles puissances spatiales. Le 16 février 2005, le 3^{ème} sommet mondial d'observation a réuni, à Bruxelles, 60 nations. Il a été décidé la création d'un système baptisé GEOSS (Global Earth Observation Satellites System). L'Union Européenne a lancé le programme Global Monitoring for Environment and Security (GMES). L'objectif de ce programme consiste, à aider les décideurs gouvernementaux à répondre aux défis posés par les questions de sécurité environnementale, en offrant des services d'information hautement performants et dans des délais satisfaisants. Le programme comprend le lancement, entre 2011 et 2015, de 5 satellites Sentinel. Par ailleurs, la coopération franco-américaine va se poursuivre. Après les satellites océaniques franco-américains Topex-Poseidon, Jason-1 et Jason-2, le CNES et la NASA étudient la réalisation de Jason-3. Toutefois, il existera une discontinuité dans le recueil de données d'une durée d'environ deux ans entre l'arrêt d'Envisat et le début des missions de Jason-3 et de Sentinel-3. Le CNES pour assurer la continuité dans le recueil de l'information développe sa coopération avec l'Inde autour de Saral (Satellites pour ARgos et ALtika). La lutte contre les changements climatiques permet le développement de coopérations entre l'ensemble des puissances spatiales. Il n'existe aucun autre domaine spatial où la coopération est aussi développée.

Dans le domaine de l'observation de la Terre, les prochaines années pourraient être l'objet d'une révolution économique. Depuis une vingtaine d'années, comme pour les satellites de télécommunications, les constructeurs de satellites d'observation souhaitent gagner de l'argent sans investissement public. Or, la société Infoterra commercialise le satellite allemand Terrasar-X qui a été financé par un partenariat public-privé. Terrasar-X a été spécialement conçu pour répondre aux besoins des clients potentiels. Les gouvernements européens et l'Union Européenne souhaitent obtenir, en particulier, des informations sur l'agriculture et sur l'urbanisation. Une image de 10 km par 10 km avec une résolution métrique est vendue 7 000 €. A terme, des sociétés européennes privées, à l'instar d'Eutelsat dans le domaine des télécommunications, pourraient être créées, voire même être cotées en bourse.

11122 – Les satellites météorologiques.

La prévision météorologique est le service rendu par les satellites d'observation de la terre le plus connu du grand public. Le 1^{er} avril 1960, le premier satellite météorologique Tiros-1 est lancé par les Etats-Unis. L'américain Harry Wexler plaide pour une veille météorologique mondiale avec les soviétiques auxquels se joindront, au cours des années 1970, les européens et les japonais. Le système World Weather Watch était créé. Actuellement, les satellites permettent, grâce à l'analyse de leurs images par des systèmes informatiques utilisant des algorithmes performants, des prévisions à 7 jours. Les satellites météorologiques permettent de gagner 2 jours sur les prévisions météorologiques dans l'hémisphère nord et davantage dans l'hémisphère sud qui est dépourvu de réseaux de mesures terrestres.

112 – La guerre froide donne l'occasion aux militaires de développer l'utilisation militaire de l'espace.

La militarisation de l'espace, c'est-à-dire l'utilisation à des fins militaires de l'espace, date du 20 mai 1955 lorsque le Conseil National de Sécurité décide la réalisation d'un satellite artificiel. Ce dernier devait survoler l'URSS et réaliser des missions d'observation. Cette décision est prise suite au rapport intitulé « Sur les moyens de préparer les Etats-Unis à une agression surprise » de James Killian, conseiller scientifique du Président Eisenhower. Cependant, depuis 1990, nous sommes passés de la militarisation à l'arsenalisation de l'espace.

1121 – De la militarisation...

La militarisation de l'espace résulte de la mise en orbite de satellites d'observation, de télécommunications sécurisées, d'alerte, de renseignements électroniques (ELINT et SIGINT) et de navigation. Pendant toute la guerre froide, l'espace extra atmosphérique sera un lieu d'affrontement stratégique pour les grandes puissances. Entre 1958 et 1995, les Etats-Unis et l'URSS ont lancés plus de 3 000 satellites militaires (dont plus de 1 000 pour l'observation). Les satellites permettent de s'affranchir des problèmes de souveraineté de l'espace aérien. Ils fournissent l'appui logistique aux troupes déployées sur les théâtres d'opérations extérieures et leurs données aident les Etats à définir leurs stratégies.

11211 – L'utilisation des satellites civils par les militaires : une nécessité.

Après la destruction de l'avion U-2 de Garry Powers, le 1^{er} mai 1960, les programmes de satellites d'observation se sont rapidement développés. Depuis 1976, les satellites contiennent un capteur à transfert de charge (Charge Coupled Device (C.C.D.)) dont les données sont renvoyées par radio à terre. L'observation en temps réel est une réalité. Les caméras optiques fournissent aux satellites des capacités diurnes, les caméras infrarouges des capacités nocturnes et les radars des capacités tous temps. La résolution des satellites militaires d'observation est de 15 à 30 cm. Il en résulte une faible surface couverte par les caméras. En conséquence, les militaires ont recours aux satellites civils d'observation qui couvrent une plus grande surface. Pendant la 1^{ère} Guerre du Golfe, les satellites américains KH-11 couvrait une surface de 4 km² alors que le satellite Spot couvrait une surface de 3 500 km² avec une résolution de 10 mètres. Ces caractéristiques permettent aux états-majors de suivre l'évolution tactique d'une opération. Le satellite Spot a permis de localiser les mosquées, les écoles et les concentrations d'habitations et ainsi de réduire le nombre de victimes civiles. Aujourd'hui, nombreuses sont les forces armées dans le monde qui utilisent les services des satellites

civils. Les satellites de télécommunications militaires DSCS assurent seulement 70% des communications des forces armées américaines. Ces dernières auront besoin, en 2010, de 16 Gbps. Entre 2008 et 2013, l'USAF lancera 5 satellites WGS, pour remplacer les DSCS, qui ne satisferont que les besoins en transmissions sécurisées. Un seul WGS a la même capacité que la totalité de la constellation DSCS. Le ministère de la Défense français a passé la convention Astel-S, d'une durée de deux ans renouvelable, qui lui permet d'acheter des services de télécommunications satellitaires commerciales en bandes civiles Ku et C et en bande militaire SHF. Ainsi la France peut-elle compléter sa couverture mondiale en particulier sur les régions d'Asie et du Pacifique hors d'atteinte des satellites Syracuse.

11212 – L'externalisation des équipements militaires.

Si la France contrôle l'ensemble du processus de ses transmissions satellitaires, la Grande-Bretagne a préféré externaliser, par l'intermédiaire d'un Private Finance Initiative (PFI), ses infrastructures de transmissions. Les forces britanniques ne possèdent plus d'installation, de satellite, d'infrastructure et de terminal (sauf ceux des forces nucléaires). Le Président de la République française a, au cours de la campagne électorale, proposé de mettre en oeuvre un partenariat public-privé dans le cadre d'acquisitions de capacités satellitaires. Aujourd'hui, par l'intermédiaire de PFI ou de PPP, le secteur privé participe aux financements de deux programmes militaires de communications (Paradigm (PFI) et Satcom-BW (PFI)) ainsi qu'à trois programmes civils d'observation (Xtar (PPP), TerraSAR (PPP) et RapidEye (PPP)).

Dans le domaine de l'observation l'US Air Force a adopté le programme Eagle Vision permettant de recevoir et de traiter les images des satellites commerciaux (Spot, Landsat, IRS-1 et ERS-1 et 2). En France, la Délégation Générale pour l'Armement a signé un contrat avec la société EADS Defence and Security pour que cette dernière réalise le segment sol Pharos. Il fournira un accès unifié à l'ensemble des satellites d'observation militaires (Hélios, Pleiades, Sar-Lupe et Cosmo) ainsi qu'à certains satellites civils (Spot, GMES, ERS, ...).

1122 – ...A l'arsenalisation de l'Espace.

L'arsenalisation de l'espace définit l'utilisation militaire de l'espace d'une façon active. Elle consiste à la mise en oeuvre depuis l'espace ou le sol d'armes anti-satellites et à la satellisation de systèmes orbitaux permettant de détruire les missiles ou d'anéantir des cibles terrestres, aériennes ou maritimes. Aussi, en cas de crise internationale ou de conflit, l'espace pourrait-il devenir un champ de bataille.

11221 – Le contrôle du champ de bataille passe par les satellites.

Les Etats-Unis contrôlent 55% des satellites militaires. Ces derniers sont absolument nécessaires pour conduire une guerre moderne. Au cours du second conflit irakien, 66% des munitions utilisées étaient des munitions guidées (39% par laser et 27% par GPS). En 1991, seulement 4% des munitions utilisées étaient guidées. L'émergence de la notion de pouvoir spatial engendre un processus de transformation des forces armées. L'espace est un élément clef du concept de guerre « réseau-centrée » et « d'opérations basées sur les effets ». Leurs enjeux consistent à assurer le contrôle du champ de bataille, la conduite d'opérations de précisions et la maîtrise de l'information. Les satellites pourraient donc devenir, à cause de leur vulnérabilité, le maillon faible de la chaîne de commandement. Une commission du Pentagone parle d'un éventuel « Pearl Harbour spatial ».

11222 – Les Etats-Unis à la pointe de l'arsenalisation.

De tous les pays, les Etats-Unis sont ceux qui possèdent la doctrine la plus développée en matière d'arsenalisation de l'espace. En 2006, le gouvernement américain a adopté une nouvelle stratégie qui associe de plus en plus l'idée de domination spatiale à la détention du pouvoir spatial. Cette stratégie définit l'espace comme une zone à sécuriser, un outil de défense indispensable et un champ de batailles pour les guerres du futur. Elle vise à permettre aux satellites de l'US Air

Force d'interdire, de dégrader, de leurrer et aussi de détruire les moyens déployés par toute nation hostile aux Etats-Unis. Le rapport « Vision 2020 » de l'US Air Force a donné une nouvelle impulsion à la politique spatiale américaine. Deux escadres sont entraînées à la simulation de futurs combats spatiaux. Par ailleurs, les Etats-Unis développent des systèmes d'armements de frappes spatiales ou de bombardement pouvant atteindre des cibles terrestres, maritimes ou aériennes depuis l'espace. Ils construisent des systèmes d'armes anti-satellites (ASAT) et des systèmes d'armes de défense anti-missiles balistiques. L'US Air Force souhaite développer une arme laser capable de détruire les satellites d'imagerie, de navigation, de communications et de détection avancée. A l'horizon 2016-2028, les ASAT devront être capables d'interdire aux systèmes spatiaux ennemis l'accès aux orbites LEO et GEO. Le Pentagone développe trois systèmes d'armes basés à terre. Ils devront assurer le brouillage et l'anti-brouillage en optimisant le système GPS, aveugler les radars optiques adverses et empêcher les ennemis de transmettre des signaux de navigation depuis l'espace. Les budgets militaires américains prennent en compte la nécessité de développer les armes spatiales.

12 – Les menaces pesant sur les satellites imposent le développement de la coopération internationale.

Le ministre d'Etat du gouvernement du Premier ministre indien Prithviraj Chavan déclarait au cours du 58^{ème} congrès mondial de la Fédération internationale d'astronomie : « Les moyens spatiaux vont être beaucoup utilisés pour le renseignement et les opérations militaires. Ils jouent aussi un rôle central dans le soutien aux activités économiques comme les services humanitaires. L'avantage décisif qu'ils fournissent fait d'eux des cibles vulnérables pour des actions offensives. Dans ce monde englué dans les conflits et le terrorisme, la protection des moyens spatiaux revêt une grande importance. Un système robuste de protection, qu'il soit utilisé pour les applications sociétales, commerciales ou militaires, a besoin d'être abordé de manière urgente à travers les mécanismes techniques, légaux et de coopération appropriés. C'est essentiel pour que le potentiel de la technologie spatiale soit pleinement utilisé pour le bien-être de l'humanité ».

121 – La destruction des satellites.

Les satellites peuvent être détruits par une collision avec un débris ou par l'utilisation d'une arme anti-satellite.

1211 - Les débris spatiaux un véritable problème.

Les débris spatiaux sont tous les corps créés par l'Homme, incluant leurs fragments ou pièces s'en étant détachés, autre qu'un véhicule spatial actif, d'une taille supérieure à 10 microns, évoluant dans l'espace extra-atmosphérique.

12111 – Les risques de collisions augmentent.

Les Etats-Unis accusent la Chine d'avoir, en détruisant le satellite FY-1C, engendré 1 500 débris. Parmi les 125 satellites évoluant sur l'orbite polluée par ces débris se trouvent les satellites de renseignements américains de types KH-11 et Lacrosse. Le risque de collision s'est accru de 30% pour les satellites Spot. La Chine n'est pas la seule nation à avoir produit des débris au cours des derniers mois. En effet, entre mai et décembre 2006, huit explosions ont été recensées (satellite russe Cosmos 2423, second étage des fusées américaines Delta-2 et Delta-4, second étage d'une fusée japonaise H-2, etc...). Ces débris sont des projectiles mortels pour les engins et les vaisseaux spatiaux. Un débris de 15 mm peut détruire un satellite. Actuellement, 86 satellites auraient déjà été victimes d'une collision avec un débris. En 1981, le satellite soviétique Cosmos 1275 explose en 248 morceaux suite à la collision avec un débris. La plupart des débris finissent par brûler dans l'atmosphère. Les débris satellisés entre 300 et 400 km d'altitude mettront plusieurs années avant de se consumer. En revanche ceux croisant à 800 km d'altitude mettront plusieurs siècles pour être carbonisés. Quant aux objets en orbite géostationnaire ils tourneront éternellement autour de la Terre. La situation risque de devenir critique entre 2040 et 2100. Sur l'ensemble des objets en orbite, 6% sont des satellites opérationnels, 22 % des satellites hors service, 17 % des étages de lanceurs et 55 % des débris et des fragments divers. Au 31 décembre 2007, la NASA et le CNES avaient recensé :

- 9 946 débris de plus de 10 cm, dont 570 satellites en activité ;

- 200 000 débris de 1 cm à 10 cm ;
- 35 millions de débris de 0,1 à 1 cm.

En plus du risque de collisions certains débris peuvent être à l'origine d'une pollution radioactive (type Cosmos 954, qui s'est écrasé au Nord du Canada en janvier 1978). Il faut donc surveiller l'orbite "cimetièrre" qui comprend 44 objets radioactifs d'origine russe. Leur vie passive durera au moins 300 à 400 ans. Les Etats-Unis ont aussi utilisés la propulsion nucléaire pour leurs satellites. Le 24 avril 1964, le satellite de navigation Transit-5B doté d'un générateur radio-isotopique en se désintégrant a disséminé au nord de Madagascar, près de 1 kg de plutonium-238. Cet accident a multiplié par 15 la radioactivité naturelle sur toute la planète. Aujourd'hui, l'espace compte sept objets radioactifs américains sur des orbites allant de 800 à 1 100 km et deux autres proches de l'orbite géostationnaire. Il faudra donc à un moment donné réfléchir à une solution technique pour éliminer de l'espace extra-atmosphérique ces débris radioactifs.

12112 - Des solutions coûteuses.

Actuellement, les satellites, en fin de vie, positionnés sur l'orbite géostationnaire sont envoyés sur une orbite « cimetièrre » située à 400 km au-dessus de l'orbite géostationnaire. Sur cette dernière, le CNES a recensé 1 147 objets (365 sont contrôlés et 782 abandonnés dont ceux sur l'orbite cimetièrre). Quant aux satellites placés sur orbite basse ils sont désorbités et ils rentrent plus tôt dans l'atmosphère. Toutefois, ces techniques sont seulement recommandées par le Comité de Coordination Inter Agences pour les débris. Etant donné le nombre de débris, il devient urgent de légiférer. Cependant, cette agence rencontre des difficultés pour légiférer en la matière. Les Etats-Unis s'opposent à toutes réglementations qui restreindraient leurs intérêts. Or, ces techniques coûtent chères. Il faut utiliser 10% des ergols emportés pour effectuer ce genre de manoeuvre. Si certains pays n'appliquent pas ces techniques la concurrence est faussée.

1212 – Les armes anti-satellites une menace réelle.

La Chine est devenue le 11 janvier 2007, après la Russie et les Etats-Unis, la troisième nation à maîtriser la technologie des armes anti-satellites (ASAT).

12121 – Les ASAT entre guerre froide et relations sino-américaines.

Entre 1968 et 1982, les soviétiques ont testé le missile ICBM R-36 comme porteur d'une arme anti-satellite. Ils avaient aussi développé un système aéroporté sur Mig-31. Ce système n'a jamais été testé. De leur côté, en septembre 1986, les Etats-Unis ont procédé à l'interception du 2^{ème} étage d'une fusée Delta-2 par un intercepteur orbital. Entre 1982 et 1986, ils ont aussi testé un système aéroporté. Le satellite Solwind a servi de cible et a été détruit, en septembre 1985, par un missile tiré par un chasseur F-15. Depuis 2004, le programme, en cours de développement, KE-Asat à énergie cinétique a de nouveau bénéficié de crédits de la part du Pentagone. Le tir chinois n'est pas une surprise. Les experts occidentaux connaissaient les « 30 recommandations » qu'avaient exprimé les militaires chinois pour la réalisation d'un programme secret d'armes anti-satellites. C'est une façon pour la Chine d'envoyer un message pour indiquer qu'elle souhaite être considérée comme un acteur majeur sur la scène internationale. Elle peut aussi vouloir forcer les américains à discuter sur la rédaction d'un traité sur la démilitarisation de l'espace. Dans ce cas, les ambitions en matière de défense spatiale de Washington risquent d'être réduites. Les démocrates américains, pour assurer la sécurité des satellites de l'Oncl Sam, préconisent un accord international qui interdirait le développement, l'essai et le déploiement des armes spatiales et anti-satellites.

12122 – La diversité des ASAT.

Les armes anti-satellites peuvent prendre plusieurs formes : armes à énergie cinétique, faisceaux lasers, satellites tueurs, intrusions dans les systèmes vitaux du satellite, brouillages électroniques, effets ionisants et électromagnétiques produits par une explosion nucléaire à haute altitude. L'arsenalisation de l'espace semble être plus avancée que ne le soupçonne le citoyen. Lors de la mise en fonction du radar Graves, la France aurait répertorié 2 200 objets alors que le catalogue du

NORAD n'en contient que 1 035. Ainsi la France a-t-elle été surprise de constater que 20 à 30 satellites sensibles (pudiquement appelés : « anomalies orbitales »), pour lesquels aucune information n'existe, passent au-dessus de son territoire. Quelles missions sont-elles confiées à ces satellites ? Les experts estiment que certains d'autres eux pourraient être des charges manoeuvrantes dont l'objectif est d'observer ou de perturber les satellites en orbite.

122 – De nouvelles avancées juridiques et technologiques s'imposent pour protéger les satellites.

La protection des satellites impose une réflexion commune de l'ensemble des acteurs utilisant l'espace pour faire évoluer la législation et mettre en œuvre les technologies appropriées.

1221 – La nécessité d'approfondir la législation existante.

Le droit de l'Espace est essentiellement constitué de traités internationaux, d'accords, de conventions et de résolutions.

12211 – La législation existante.

Le traité du 27 janvier 1967, entré en vigueur le 10 octobre 1967, porte les principes régissant les activités des Etats en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, de la Lune et des autres corps célestes. Il interdit l'aménagement de bases ou d'installations militaires sur les corps célestes et la mise en orbite d'armes de destruction massives (A.D.M.). Ce traité stipule que l'exploitation de l'espace doit se faire dans l'intérêt de tous y compris les pays en développement. Il proclame l'espace extra-atmosphérique patrimoine commun de l'Humanité.

L'accord entré en vigueur en 1968, porte sur le sauvetage, le retour des passagers des vaisseaux spatiaux et la restitution des objets lancés dans l'espace extra-atmosphérique. Il consacre le statut « d'envoyé de l'Humanité » aux cosmonautes, astronautes, spationautes et taïkonautes.

La convention, entrée en vigueur le 1^{er} septembre 1972, portant sur la responsabilité internationale pour les dommages causés par des objets spatiaux, crée un régime de responsabilité pour risque en cas de dommage à un aéronef en vol ou à un bien situé à la surface de la Terre. Elle impose une forme de responsabilité internationale exorbitante de droit commun. Les Etats qui réalisent un lancement ou font effectuer un lancement et ceux qui prêtent leur territoire ou leurs installations pour un lancement sont solidairement responsables du dommage qui pourrait être causé par l'objet spatial ou ses composants.

La convention entrée en vigueur le 15 septembre 1976 porte sur l'immatriculation des objets lancés dans l'espace extra-atmosphérique. Quant à l'accord du 18 décembre 1979, il régit les activités des Etats sur la Lune et les autres corps célestes. Il consacre la Lune et les corps célestes du système solaire comme patrimoine commun de l'Humanité. Cet accord est rédigé de façon à assurer équitablement une exploitation ordonnée et sans risque des ressources naturelles de la Lune.

12212 – Les ASAT et les débris au cœur des débats législatifs actuels.

Récemment, la Chine et la Russie ont proposé, aux Nations-Unies, un traité interdisant les armes de frappe dans l'espace. Les Etats-Unis ont rejeté cette proposition. Ils adoptent une attitude négative dans les négociations dites « Paros ». Washington estime qu'il n'existe pas de courses aux armements spatiaux. Il n'y a donc pas lieu, pour l'Oncle Sam, de rédiger un accord multilatéral contraignant. Or, il est absolument nécessaire de parer aux carences juridiques des traités pour sécuriser le milieu et l'environnement spatial.

En matière de la lutte contre les débris, deux zones dénommées patrimoine de l'humanité ont été créées (l'une en orbite basse et l'autre en orbite géostationnaire). Sur ces orbites les satellites ne peuvent séjourner plus de 25 ans. L'Assemblée générale des Nations Unies, dans sa résolution du 14 novembre 2007, juge indispensable que les Etats membres prêtent davantage attention au problème des collisions d'objets spatiaux avec des débris spatiaux. Elle demande que

les recherches nationales sur cette question se poursuivent, que les techniques de surveillance des débris spatiaux soient améliorées et que des données sur ces débris soient établies et diffusées. Elle convient que la coopération internationale s'impose pour élaborer les stratégies appropriées et abordables destinées à réduire le plus possible l'incidence des débris spatiaux sur les futures missions spatiales.

1222 – Rechercher des moyens techniques pour sécuriser les services assurés par les satellites.

Face aux dangers qui menacent les satellites les experts mettent déjà en oeuvre plusieurs solutions.

12221 – Des solutions technologiquement innovantes.

Les constructeurs blindent les équipements des satellites avec du kevlar ou du nextel. Toutefois ces solutions alourdissent les satellites et rendent les lancements plus coûteux. Les membres du Comité de coordination inter-agences sur les débris spatiaux, qui préconisent de réduire la production de débris, ont approuvé trois principes : interdire les explosions volontaires et la production de débris opérationnels, rendre passif les engins en les vidant de leurs ergols résiduels et libérer les orbites sensibles. Un nettoyage de l'orbite basse semble nécessaire. Deux solutions sont envisagées. La première consiste à la vaporisation et la désorbite par des tirs lasers. La deuxième ferait appel à des satellites chasseurs qui s'accrocheraient aux débris pour les désorbiter et les envoyer dans les couches denses de l'atmosphère. Ces deux solutions sont coûteuses et la question de leur financement se pose.

Les experts du Pentagone pour réduire la vulnérabilité des satellites et assurer une permanence de la surveillance proposent d'opter pour un système de microsats ayant les mêmes capacités que les gros satellites, qui sont complexes, onéreux et difficile à remplacer (un satellite d'imagerie radar Lacrosse coûte 1 Md\$). Une autre solution consiste à rendre les satellites plus polyvalents et ainsi réduire les risques de suppression d'un service. Les satellites de navigation et de télécommunications évoluent sur les mêmes orbites. L'Inde a donc décidé de compléter sa constellation de satellite de navigation IRNSS par des charges utiles de navigation sur ses satellites de communications Insat-4. Par ailleurs, le développement de l'optique géostationnaire permettra d'obtenir la permanence dans la surveillance d'une zone. EADS Astrium et Thalès Alenia Space ont présenté récemment des produits dont les résolutions sont identiques à celles des satellites placés sur orbite basse. L'orbite géostationnaire et l'orbite haute sont moins polluées par les débris que l'orbite basse. Le risque de collision est donc moindre.

12222 – La prévention passe aussi par des solutions traditionnelles.

Malgré sa centaine de satellites militaires et son réseau Echelon les Etats-Unis n'ont pu éviter le 11 septembre 2001. Les interceptions satellitaires réalisées par les services de sécurité occidentaux ont obligé les mouvements terroristes à utiliser les ondes courtes (HF et UHF) combinées à Internet. Ce système de communications fiable, original et peu coûteux échappe aux écoutes satellitaires dirigées contre lui. Il est donc plus que jamais nécessaire, en matière de sécurité, de conserver, de moderniser et d'accroître le renseignement d'origine humaine. Le rapport du 29 août 2001 du Volpe Center met en garde les autorités américaines contre une dépendance du GPS. L'arrêt du service peut avoir des conséquences graves : panne des téléphones mobiles, dysfonctionnement des distributeurs de billets et perturbations des transports ferroviaires, routiers et aériens. Aussi, les auteurs du rapport préconisent-ils de conserver les systèmes de secours et d'en développer de nouveaux et ce même s'ils font appel à des technologies traditionnelles, lourdes et coûteuses.

* *

Le développement économique, la prévention des catastrophes naturelles, la Sécurité et la Défense des nations nécessitent une utilisation de plus en plus importante des satellites. Il importe donc de prendre les mesures juridiques, techniques et militaires pour assurer leur sécurité et éviter leur destruction. Les marchés des satellites et des lanceurs attirent de nouvelles puissances qui, outre la recherche de leur indépendance, remettent en cause les positions acquises dans ce secteur par l'Europe.

II – L'IMPORTANCE STRATEGIQUE DES TECHNOLOGIES SPATIALES ATTIRE DE NOUVELLES PUISSANCES QUI REMETTENT EN CAUSE LES POSITIONS ACQUISES PAR L'EUROPE DANS CE DOMAINE.

La deuxième place mondiale occupée par l'Union Européenne, dans le secteur spatial, est remise en cause par la Russie, la République Populaire de Chine et les nouvelles puissances spatiales. L'Europe doit donc mettre en œuvre une politique qui assure l'avenir de son industrie spatiale, de sa souveraineté et son indépendance politique.

21 – L'Europe doit prendre conscience que ses positions et sa sécurité ne sont pas acquises définitivement.

L'arrivée de nouvelles puissances spatiales accroît la concurrence industrielle et économique et facilite aussi la prolifération des armements. L'Europe doit donc mettre en place une véritable Politique Spatiale Européenne (P.S.E.).

211 – L'arrivée de nouvelles puissances spatiales.

L'arrivée de nouvelles puissances spatiales accroît les risques de prolifération des armements.

2111 – Les nouveaux entrants (cf. Annexe 6)

Les nouvelles puissances spatiales sont des nations dont la maîtrise des technologies spatiales est proche de celle des pays occidentaux ou en voie d'acquisition.

21111 – Ceux qui disposent d'une autonomie de lancement. (cf. Annexe 6)

En avril 1970, la **République Populaire de Chine** (R.P.C.) devient la 5^{ème} puissance spatiale. La révolution culturelle et les conflits politiques entre les différentes tendances du Parti Communiste Chinois (P.C.C.) lui feront perdre de précieuses années en recherche et en développement technologiques. Deng Xiaoping, lorsqu'il arrive à la tête des institutions politiques chinoises, fera de la recherche aéronautique et spatiale une de ses priorités. En 2003, la Chine devient la troisième nation capable d'emmener des hommes dans l'espace de manière autonome. Aujourd'hui, elle maîtrise les technologies nécessaires à la fabrication des nano et des pico satellites. Ce secteur industriel, par l'intermédiaire de la Commission of Science, Technology and Industry for National Defense (COSTIND), est entre les mains du complexe militaro-industriel. La taille de l'industrie spatiale chinoise est supérieure à celle de l'Europe (115 000 personnes à la CASC contre 30 000 en Europe). Par l'intermédiaire de China Great Wall Industry Corporation (C.G.W.I.C.), la RPC est un acteur majeur sur le marché international des lanceurs et sur celui des satellites de télécommunications. Le 7 avril 1990, elle effectue son premier lancement commercial. En 1997 et en 1998, la RPC lancera 12 satellites de la constellation Iridium de la société Motorola. Ses trois bases de lancement lui permettent de réaliser entre 8 à 10 tirs par an. A titre de comparaison, l'Union Européenne effectue, depuis le Centre Spatial Guyanais, 6 tirs par an. Le coût d'un lancement en Chine est le plus faible du monde et il devrait encore baisser. Tangming Cheng du Beijing Institute of Astronautical Systems Engineering déclarait, en 2003, que la Chine espère, grâce à la fusée Longue Marche-5, réduire ses coûts de lancements de 20%. La part de la Chine sur le marché international des lanceurs va s'accroître car aujourd'hui elle exporte des satellites de télécommunications dont elle assure la mise en orbite. La Chine participe aussi à des programmes réalisés en coopération avec le Brésil, le Royaume-Uni, l'Ukraine, la France et la Russie. La RPC construit un quatrième cosmodrome sur la presqu'île du Hainan. Le 11^{ème} plan quinquennal spatial a été présenté au 17^{ème} Congrès du PCC. Les principaux points de ce plan sont la réalisation de projets scientifiques et techniques (vols habités et création d'une station orbitale), de la sonde lunaire, du système de navigation Compass et de la nouvelle famille de lanceurs LM-5.

Le 18 juillet 1980, l'**Inde** devient la 8^{ème} puissance spatiale en mettant sur orbite un petit satellite technologique pesant 34 kg. En 2010, elle pourra placer, grâce à sa fusée GLSV Mk-3, sur orbite basse 10 tonnes et en GTO 4 tonnes. Aujourd'hui elle est présente sur le marché international des lanceurs. Le 24 avril 2007, elle a lancé le satellite italien Agile. L'industrie indienne fabrique une partie des satellites dont à besoin l'Inde pour son développement. Elle s'est spécialisée dans la conception des satellites pour l'étude de l'environnement via sa plate-forme IRS. Elle maîtrise la technologie des micro-satellites. Elle dispose donc des briques nécessaires pour fabriquer les satellites dont a besoin ses forces armées. L'Inde envisage de réaliser, avant 2015, de façon autonome, un vol habité. Elle projète aussi de construire, en 2025, un engin réutilisable bi-étage.

Le **Japon** entre dans le club des puissances spatiales en février 1970. Au début des années 2000, son industrie spatiale traverse une grave crise. Ce qui entraîne une profonde restructuration, la naissance de la JAXA (Japanese Aerospace eXploration Agency) et la création de la famille H-2A. Deux projets sont en cours de développement la H-2B et le G-X. Leur mise en service, avant 2012, va accroître l'éventail des offres proposées par le Japon. Par ailleurs, Arianespace, lorsqu'elle a des pics de commande à absorber, propose à ses clients le choix entre une Ariane-5 et une H-2A. Toutefois, à ce jour cette dernière n'a lancé que des satellites gouvernementaux ou institutionnels japonais.

Depuis le 1^{er} septembre 1988, date à laquelle, grâce à son lanceur Shavit, elle a placé en orbite Ofeq-1, **Israël** n'a réalisé que 5 lancements. Ses fusées ne peuvent être tirées que vers l'ouest (dans le sens de rotation de la Terre). Ses voisins ne souhaitent pas être survolés par ses lanceurs. Ceci a pour conséquence de réduire les capacités des fusées israéliennes. La France et Israël réalisent en commun le satellite d'observation de la Terre Venus.

21112 - Les Etats à la recherche d'une autonomie de lancement.

La **Corée du Sud**, en novembre 2007, a présenté son programme spatial allant jusqu'en 2015. Elle devrait, en 2008, devenir la 10^{ème} puissance spatiale en lançant sa fusée KSLV-1. Cette dernière, dérivée du lanceur russe Angara-1, sera capable de mettre en orbite basse une charge de 100 kg. En 2015, elle devrait mettre en service la fusée KSLV-II capable de placer 1,5 tonne en orbite héliosynchrone. La Corée du Sud dispose de satellites scientifiques, d'observation et de télécommunications fabriqués par le britannique SSTL et par les sociétés Thalès et Astrium. Le constructeur coréen Satrec a vendu des microsatsellites à Singapour et à la Turquie et des mini-satellites à la Malaisie et aux Emirats Arabes Unis.

Quant au **Brésil**, il collectionne les échecs. Trois lancements, trois échecs, le dernier a entraîné la mort de 21 personnes. Le Brésil a souhaité renforcer sa coopération avec la Russie pour obtenir son autonomie spatiale en 2022. La Russie propose aussi son savoir faire pour permettre au Brésil de développer un système national de trois satellites géostationnaires gouvernementaux pour les communications et la météorologie.

L'**Afrique du Sud** a l'intention de construire une famille de lanceur appelée « Cheetah ». En 2015, la version la plus puissante offrira la possibilité de mettre en GTO un satellite de 4 tonnes. En coopération avec l'Algérie, le Nigeria et le Kenya elle réalise la constellation de micro-satellites ARM.

L'**Iran**, **Taiwan**, l'**Ukraine** ou le **Nigeria** aspirent aussi à devenir des puissances spatiales.

2112 – Vers une prolifération des menaces. (cf. Annexe 3)

Le développement d'une industrie spatiale permet aux nouvelles puissances spatiales d'améliorer leurs capacités militaires.

21121 – Les transferts technologiques facilitent la prolifération des armements.

Les technologies acquises dans le domaine de la construction spatiale participent à l'amélioration des missiles balistiques et permettent la réalisation de satellites d'observation, de navigation ou de télécommunications militaires. Les informations fournies par les satellites d'observation permettent une utilisation optimum des missiles. Elles aident le pouvoir politique à choisir les objectifs. Les Emirats Arabes Unis cherchent à se doter de satellites d'observation pour déterminer les cibles éventuelles de leurs missiles Black Shahine (missile dérivé du Scalp français). Aujourd'hui, la résolution des satellites civils d'observation optique est de 40 cm. Elle est proche de celle des satellites militaires. L'arrivée de nouvelles puissances spatiales supprime le contrôle sur les lancements qu'exerçaient les Etats-Unis, la Russie et l'Europe. Ces pays pouvaient, pour des raisons de stabilité régionale, refuser de lancer un satellite à missions militaires ou duales. Aujourd'hui, une solidarité s'établit entre les pays du sud. L'Inde a lancé, le 21 janvier 2008, le satellite militaire d'imagerie radar israélien TecSAR. Les nouvelles puissances spatiales s'associent pour développer des programmes de satellites. La Chine et le Brésil ont, en 1988, signé un accord pour développer et fabriquer les satellites d'observation de la Terre CBERS. Ces satellites sont lancés par la Chine. Les forces armées chinoises ont ainsi bénéficié de transferts de technologies. Par ailleurs, toutes les nouvelles puissances spatiales seront à terme capable de mettre en œuvre des ASAT et des armes anti-missiles balistiques. Les interceptions des missiles et des satellites se situent à des altitudes comprises entre 200 et 1 100 km. Les technologies employées sont les mêmes. Le véhicule à énergie cinétique, qui vient détruire un satellite ou un missile, peut être assimilé à un satellite manoeuvrable qui réalise un rendez-vous avec une station orbitale ou un autre satellite. Toutefois, la destruction d'un satellite est plus facile que celle d'un missile. Les révolutions du satellite autour de la Terre sont connues à l'avance. De plus, il n'y a pas l'effet de surprise du tir du missile qui laisse qu'un laps de temps très court pour déclencher la riposte

21122 – L'Europe à portée de missiles. (Cf. Annexe 3)

Les nouvelles puissances spatiales se lancent dans la réalisation de constellation de satellites de navigation. La Chine a décidé de réaliser la constellation mondiale Beidou. Cinq satellites, sur les trente, ont déjà été lancés. Quant à l'Inde, elle envisage la réalisation d'une constellation régionale qui comprendrait 7 satellites. Il deviendra donc très difficile pour l'occident de contrôler l'utilisation de la navigation par satellite par des Etats « voyous » ou par des groupes terroristes. Ces constellations permettront le guidage des missiles. La prolifération des missiles balistiques ou de croisière fera peser à court terme des menaces sur nos forces déployées en Afghanistan et au Liban et à l'horizon d'une dizaine d'années sur l'Europe. Des missiles tirés du Moyen-Orient et disposant d'une portée de 4 000 km pourraient atteindre des capitales européennes.

212 – L'Europe doit mettre fin à son absence de volonté politique.

« On a assez parlé au niveau européen. Il est temps d'agir. » déclarait le Colonel Blin à la conférence Military Space de l'AAAF⁽¹⁾. L'accroissement du budget consacré à la politique spatiale, serait un signe fort de l'existence d'une véritable volonté politique.

2121 – Une politique spatiale européenne qui peine à se mettre en place. (cf. Annexe2)

Les instances européennes et nationales reconnaissent la faiblesse de la Politique Spatiale Européenne (P.S.E.).

21211 – Un constat accablant.

La Commission des Communautés Européennes dans son livre vert du 21 janvier 2003 déclarait : « Inscrire l'espace dans la dynamique de la politique européenne en cours offrirait à ce secteur deux avantages principaux : d'une part l'ouverture sur un vaste domaine d'applications et d'utilisateurs ; d'autre part, la

possibilité d'une meilleure intégration des ressources et d'une plus grande attention politique. Sur ce plan, la question fondamentale est celle de l'ambition européenne. Aucune des nations européennes ne saurait conduire de manière indépendante une politique spatiale à la hauteur des enjeux ». Dans son livre blanc, daté du 11 novembre 2003, la Commission précisait au sujet de la PSE que : « Cette politique requerra un accroissement des dépenses globales afin de développer et de déployer des applications, et de soutenir la recherche et le développement, les technologies et les infrastructures. Dans le contexte de ses futures perspectives financières, il convient que l'Union envisage d'accroître les ressources à allouer pour satisfaire les besoins des politiques de l'UE. Si l'Europe n'adopte pas l'approche de la politique spatiale proposée, sa puissance spatiale diminuera en raison de son incapacité à développer de nouvelles technologies et à maintenir des applications, ce qui n'ira pas sans grave dommage pour sa compétitivité globale ».

Ces inquiétudes sont reprises par le Sénateur Henri REVOL et le Député Christian CABAL dans leur rapport intitulé : « Politique Spatiale : l'Audace ou le déclin – Comment faire de l'Europe le leader mondial de l'Espace ». Ils constatent que : « En cumulant les efforts nationaux et mutualisés, l'Europe investit quatre fois moins que les Etats-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 des communications, 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 Etats-Unis, celles-ci représentent plus de 90% des commandes spatiales ».

21212 – Des orientations politiques qui se concrétisent difficilement.

Le 22 mai 2007, le Conseil Espace dote l'Union Européenne d'une Politique Spatiale Européenne. Cette PSE est une résolution réunissant les trois dimensions du spatial européen : le national, l'intergouvernemental et le communautaire. Quatre objectifs ont été définis : promotion d'une meilleure coordination des programmes civils de l'U.E, de l'ESA et des Etats membres, développement des synergies entre les technologies civils et militaires, garantie du financement des applications spatiales et phasage de la politique spatiale avec les relations extérieures de l'UE. Ces quatre objectifs seront atteints grâce à 12 actions : Galiléo, GMES, les applications spatiales intégrées, la communication par satellite, la sécurité et la défense, les sciences et technologies spatiales, l'ISS et l'exploration, les lanceurs de la prochaine génération, le cadre réglementaire, la coordination des programmes, l'accord cadre CE/ESA et les relations internationales. La PSE reconnaît que l'Union Européenne peut améliorer la coordination entre les programmes civils et militaires et que l'utilisation du programme Galiléo par les militaires doit être cohérente avec le principe : un programme civil sous contrôle des autorités civiles. L'article 172 bis du Traité de Lisbonne reconnaît la Politique Spatiale Européenne et définit ses objectifs. (Cf. Annexe 2)

Il serait souhaitable qu'à terme l'ESA, qui a été créée en 1973 pour promouvoir à des fins exclusivement pacifiques l'exploitation de la science, de la recherche et des technologies spatiales,

(1) Air et Cosmos N°1983 du 13 mai 2005.

voit ses statuts modifiés pour pouvoir disposer d'une branche militaire. Cela faciliterait la coopération militaire spatiale entre pays européens (cf. Annexe 2). Il faudrait aussi éviter de renouveler les erreurs commises dans le programme Galiléo. En effet, il aurait été préférable que Galiléo soit réalisé dans le cadre d'une coopération plutôt qu'être piloté par la Commission européenne. Cela aurait permis de prendre les décisions à la majorité et non pas à l'unanimité. Le principe de l'unanimité permet à la Grande-Bretagne et aux Pays-Bas d'empêcher l'utilisation du signal PRS à des fins militaires. Quant à la proposition de remettre une des deux clefs de ce signal à l'OTAN, pour éviter qu'un Etat voyou ou un groupe terroriste l'utilise, cela reviendrait à remettre la souveraineté européenne dans d'autres

mais que celles des responsables politiques européens. Quelle crédibilité aura l'Europe dans les affaires internationales face à des puissances qui contrôlent leurs forces nucléaires et leur système de navigation ?

2122 – La faiblesse du budget. (cf. Annexe 1)

Le budget est un indicateur de la volonté politique. La PSE prévoit d'engager 23,2 Md€ par l'ESA et 2,85 Md€ par la Commission entre 2007 et 2013 et 9,4 Md€ par EUMETSAT entre 1992 et 2034. Ces sommes ne semblent pas être à la hauteur des enjeux futurs.

21221 – Un budget qui ne permet pas à l'Europe de conserver sa place.

La Space Foundation, dans son rapport publié en 2006, estime, pour l'année 2005, la valeur de l'industrie spatiale mondiale à 180 Md\$. Sur cette somme 110 Md\$ sont utilisés au profit d'activités commerciales et 70 Md\$ réservés aux activités gouvernementales (civiles et militaires).

En matière budgétaire l'Union Européenne est la deuxième puissance spatiale mondiale. En 2006, elle a consacré 6,73 Md\$ à ses dépenses spatiales civiles et militaires. Ces moyens financiers proviennent pour moitié de l'ESA et pour moitié des budgets propres des Etats membres. Les Etats-Unis occupent la première place. Ils dépensent 39 Md\$ par an pour leur politique spatiale. Toutefois, si les budgets de la Russie et de la République Populaire de Chine (R.P.C.) sont calculés en Parité de Pouvoir d'Achats (P.P.A.). La Russie dépense plus que l'Europe (7,7 Md\$) et la RPC talonne l'Union Européenne (6,3 Md\$). La dépense annuelle dans le domaine spatial est de 100 € pour le citoyen américain et de seulement 15 € pour le citoyen européen. Ces chiffres cachent des disparités bien plus importantes. Les dépenses spatiales militaires des Etats-Unis ne comprennent pas les dépenses de la Military Defense Agency soit 9 Md\$ par an. Les bases de lancement aux Etats-Unis sont financées par l'US Air Force alors que les utilisateurs du Centre Spatial Guyanais assurent 50% du financement du champ de tir. En 2008, l'Inde accroît son budget spatial de 23%. Quant au Japon il l'augmente de 2,9%.

En 2003, Philippe BUSQUIN, commissaire européen pour la Recherche estimait les ressources nécessaires que l'Europe doit consacrer à l'espace à 12 Md€ par an. Le Sénateur Henri REVOL et le Député Christian CABAL dans leur rapport estiment que pour satisfaire les besoins européens en spatial militaire l'investissement nécessaire s'élève à 2 Md€ par an. Un tel montant assurerait à l'Europe le socle minimum lui fournissant une autonomie stratégique et renforcerait son efficacité opérationnelle. Il permettrait de maintenir les technologies spatiales à un haut niveau. Une telle ambition est indispensable pour assurer le plan de charge des équipes en voie de dispersion dans d'autres secteurs de pointes, comme l'aéronautique.

21222 – La baisse de la participation budgétaire française engendrera une perte d'influence.

La France participe à hauteur de 34,2% à l'effort spatial européen, l'Italie à 20%, l'Allemagne à 18,6%, le Royaume-Uni à 8,2% et l'Espagne à 5%. Toutefois, la dynamique n'est plus en faveur de la France. Cette dernière décélère ses efforts depuis 2000. Ses dépenses publiques ont diminué, en moyenne annuelle, de 1,6%. En revanche, les investissements augmentent, par an, de 1,1% en Allemagne, de 4,1% en Italie et de 6,1% au Royaume-Uni. Par ailleurs, la France réduit sa participation à l'ESA. Elle passera de 753,2 M€ en 2007 à 556,4 M€ en 2008. Cette année la France financera 18,37 % du budget de l'ESA alors qu'en 2007 sa quote-part était de 25,32%.

En 2007, le spationaute Patrick BAUDRY écrivait : « Notre pays est parmi ceux qui n'osent plus investir pour projeter un avenir. Après avoir conquis notre place parmi les grandes nations spatiales, après avoir su y entraîner l'Europe, après avoir construit nos satellites et osé développer une famille de lanceurs, nous ne montrons plus aujourd'hui, hélas, la même volonté. L'Europe reste immobile, tandis que les Etats-Unis, la Russie, la Chine, le Japon et l'Inde assument de grandes

ambitions. Il est d'ores et déjà certain que nous ne parlerons pas français ni sur la Lune, ni sur Mars, et il est probable que les aventures de demain se feront sans nous. »⁽²⁾

22 – L'indépendance et la souveraineté de l'Europe passent par la maîtrise de l'ensemble des technologies spatiales.

La sécurité et l'indépendance de l'Union Européenne seront garanties si cette dernière conserve sa maîtrise de l'accès à l'espace et si elle possède ses propres moyens militaires. Elle doit donc soutenir son industrie et développer sa recherche.

221 – L'Europe doit renforcer sa présence militaire dans l'Espace.

L'Europe est aujourd'hui, beaucoup trop dépendante dans le domaine de la Défense et de la Sécurité des informations et des prestations fournies par Etats-Unis.

2211 – Une présence insuffisante. (cf. Annexe 5)

Lorsque l'on effectue une comparaison entre le nombre de satellites à usages militaires détenus par les Etats-Unis, la Russie, la Chine et l'Union Européenne, le constat est inquiétant pour la PESC. L'UE possède uniquement des capacités dans les domaines des télécommunications et de l'observation.

22111 – Des moyens insuffisants pour répondre pas aux besoins d'une armée moderne.

Les Etats-Unis ont toujours veillé à disposer d'une flotte importante de satellites militaires. En revanche, l'importance et la crédibilité de celle de la Russie (Ex-URSS) ont évolué en fonction des changements politiques touchant le Kremlin. Cependant, depuis 2004, la Russie s'est reconstituée une flotte couvrant l'ensemble des besoins de ses forces armées. Depuis 2000, la République Populaire de Chine se dote d'une véritable capacité militaire d'invention. Certes, elle ne reconnaît officiellement ne détenir que deux satellites militaires de communications. Toutefois, ses satellites d'observation de la Terre Zi-Yuan ZY-2 et ses satellites d'imagerie radar Yaogan-Weixing accomplissent des missions militaires, respectivement désignées Jianbing-3 et Jianbing-5. De plus, la Chine possède cinq satellites de navigation, une capacité ASAT et elle a lancé des satellites scientifiques lui permettant d'acquérir les briques technologiques nécessaires pour la réalisation de satellites spécialisés dans le Renseignement d'Origine ElectroMagnétique (R.O.E.M.). Elle possède donc les moyens adaptés à sa politique régionale.

Quant à l'Europe, ses capacités spatiales militaires reposent sur cinq pays : l'Allemagne, la France, l'Italie et dans une moindre mesure le Royaume-Uni et l'Espagne. Le Royaume-Uni et la France sont les deux premières nations européennes à s'être équipées de satellites militaires. Leurs participations à des opérations extérieures les ont obligé à disposer de satellites militaires de communications. Aujourd'hui, l'Europe, malgré la possession de 6 satellites militaires de communications, souffre encore d'une sous capacité. Les satellites français, arrivent presque à saturation. Il ne reste que 50% de la capacité de Syracuse 3B disponible. Or, pour des raisons budgétaires, Syracuse 3C a été abandonné. La France, pour compenser son déficit de capacité, engage une coopération avec l'Italie. Elle financera la moitié du coût de la réalisation du satellite Sicral-2. Les deux pays latins se lancent aussi dans la réalisation du satellite Athena-Fidus destiné à fournir une capacité Internet à haut débit pour les forces projetées sur des théâtres d'opérations extérieures. Outre, ses capacités insuffisantes, l'Europe souffre aussi d'une absence d'interopérabilité entre les différents systèmes de communications. Entre 2008 et 2011, l'Europe devrait accroître, en lançant 6 satellites, ses capacités de communications militaires. Cependant, elle sera encore loin de posséder les capacités lui permettant de mener de façon autonome une « guerre en réseau centrée ». Il est nécessaire, pour réduire la durée de la boucle décisionnelle OODA, de mettre en réseau l'ensemble des capteurs et des systèmes d'armes. Le C4ISR, qui est au centre de ce concept, demande une grande capacité en bande passante. En 2010, la France, grâce à Syracuse III,

(2) « Carnet d'un voyage spatial » Patrick BAUDRY

disposera de 160 Mbps auxquels s'ajouteront les capacités fournies par les moyens commerciaux et Sicral-2. La faiblesse en bande passante ne permettra pas à l'Europe de reprendre à son compte les concepts d'emploi des Etats-Unis. Il lui faudra concevoir son propre concept.

Le système de navigation par satellite Galiléo offrira aux pays européens une capacité de guidage de leurs armes indépendante du GPS américain. La Grande-Bretagne et les Pays-Bas s'opposent, pour ne pas froisser les Etats-Unis, à l'utilisation du signal PRS à des fins militaires. Ils ont obtenu de la part de la Commission européenne l'assurance qu'il n'y aura pas d'utilisation militaire de Galiléo au niveau européen. Toutefois, en l'état actuel du dossier rien n'interdit aux militaires de chaque pays d'utiliser le signal PRS. La protection du système Galiléo implique que les nations européennes abandonnent leurs réticences à l'égard de la fabrication de nano et de pico satellites. Ces derniers, en pouvant brouiller ou détruire des satellites, seraient un vecteur de dissuasion à l'encontre des nations qui voudraient endommager la constellation européenne. Entre 2005 et 2014, les Etats-Unis devraient lancer 79 satellites militaires tandis que l'Europe en mettra en orbite au mieux 27. Etant donné que les satellites du système GPS sont comptés comme satellites militaires, pour réaliser une comparaison, il faudrait, dans le cas où le signal PRS du système de navigation Galiléo était utilisé à des fins militaires, considérer les trente satellites composant la constellation européenne comme des satellites militaires. A l'avenir, à cause de l'utilisation par les militaires de satellites civils et de satellites à mission duale, les comparaisons ne devront plus porter sur le nombre de satellites militaires mais sur les capacités satellitaires totales.

22122 – Seul le domaine de l'observation est adapté aux défis que devra relever l'Europe.

Dans le domaine de l'observation militaire de la Terre, l'Europe, pendant plus d'une décennie, n'a disposé que des satellites français d'imagerie optique Hélios. Ce programme a été mené en coopération avec la Belgique, l'Espagne, l'Italie, la Grèce. Ces quatre nations ont participé chacune à hauteur de 2,5%. L'Allemagne participe au programme par le biais d'un échange de capacités. Depuis 2006, grâce au programme allemand SAR-Lupe, l'Europe dispose de satellites d'imagerie radar. Cette capacité a été renforcée par le système dual italien COSMO-Skymed. Actuellement, l'Union Européenne possède, en orbite, 7 satellites d'observation et grâce aux futurs lancements elle devrait disposer, en 2011, de 13 satellites (en y incluant les deux satellites du système dual français Pléiades). L'observation par satellites est le domaine où l'Europe est la mieux équipée et qui donne le plus de satisfaction en matière de coopération. La France, pour compléter ses capacités optiques par des capacités radars, a signé un accord avec l'Italie (en 2001) et un autre avec l'Allemagne (en 2002). Ces accords définissent les principes d'un échange de droits de programmation entre les systèmes radar COSMO-Skymed et SAR-Lupe d'une part et le système optique Hélios II d'autre part. Au niveau industriel, une spécialisation a été réalisée. La France s'occupe de l'optique, l'Allemagne de l'imagerie radar très précise et l'Italie de l'imagerie radar à antenne active. Les coopérations industrielles sans transfert coûteux de compétences seront difficilement réalisables. Le remplacement, à partir de 2015, de l'ensemble des programmes d'observation militaire sera réalisé par un seul programme dénommé Muis. Il regroupera la France, l'Allemagne, l'Italie, la Belgique, l'Espagne et la Grèce. Il serait souhaitable que chaque partenaire puisse accéder à l'ensemble des informations de la constellation Muis et qu'il n'y ait plus d'échanges de données. L'Europe devra aussi équiper ses nouveaux satellites de capacité d'Extrême Haute Résolution (EHR). Par ailleurs, il faudrait éviter de penser que les satellites duaux résoudront toutes les insuffisances. La dualité ne peut pas remplir tous les besoins militaires. Les informations classifiées fournies par COSMO-Skymed représentent 10% des données transmises. Le Royaume-Uni est absent de toute coopération dans le domaine militaire.

2212 – La France clef de voûte européenne de la recherche spatiale militaire.

La France possède les briques technologiques nécessaires pour permettre à l'Europe de se doter de systèmes d'alerte, de surveillance et de renseignements d'origine électromagnétique.

22121 – Une politique ambitieuse en matière de démonstrateurs.

En matière de ROEM, la France bénéficie d'une longue expérience. Le satellite Cerise a été lancé en 1995 tandis que Clémentine l'était en 1999. Actuellement, le démonstrateur Essaim constitué de 4 micro-satellites, lancés en 2004, permet à la France de réaliser une transition entre recherche élémentaire et programme d'armement. En 2010, lui succédera le système Elisa composé de 4 micro-satellites. Elisa, comme Essaim, utilisera la plate-forme Myriade développée par le CNES. Elisa aura pour mission de maintenir à jour une cartographie mondiale et une caractérisation des émetteurs radars. Dans le domaine de l'alerte, la France développe le démonstrateur Spirale constitué de deux micro-satellites de type Myriade. La prolifération des missiles balistiques impose à l'Europe de disposer d'un tel système pour assurer la protection de sa population et de ses forces armées projetées. La mise en oeuvre d'une capacité d'alerte implique à terme, pour être crédible, de disposer de moyens anti-missiles. EADS Space Transportation propose la famille Exoguard adaptée aux besoins européens. Ce système d'armes pourrait rapidement être transformé en ASAT. A l'image de la méthode utilisée par les américains qui ont transformé en quelques jours 3 missiles SM-3, conçus pour la lutte anti-missiles, en ASAT pour détruire le satellite NRO-21 qui menaçait de s'écraser sur la Terre. Toutefois, le Président de la République Française, Nicolas Sarkozy, le 21 mars 2008 à l'Île Longue, précisait : « Afin de préserver notre liberté d'action, des capacités de défense antimissile contre une frappe limitée pourraient être un complément utile à la dissuasion nucléaire, sans s'y substituer ».

La DGA et EADS/Astrium ont aussi réalisé six liaisons lasers bidirectionnelles entre un Mystère 20 du CEV d'Istres et le satellite géostationnaire de télécommunications expérimentales Artémis. C'est une première mondiale. Ces liaisons ont été réalisées dans le cadre du programme LOLA. Ce dernier permet de démontrer la faisabilité d'une liaison entre un drone, un satellite relais et la métropole pour recevoir les données prises sur un théâtre d'opérations extérieures. EADS/Astrium propose d'implanter un terminal optique sur le futur satellite de communications européens Alphabus. Il serait destiné aux liaisons entre satellites au profit des communications civiles et militaires.

22122 – Un axe Franco-allemand à la source de la surveillance européenne de l'Espace.

Les Etats-Unis, et dans une moindre mesure la Russie, peuvent suivre de façon fine et précise la trajectoire des objets gravitant autour de la Terre. L'Europe est dépendante de ces deux pays pour la surveillance de l'espace et donc pour la réalisation, par ses satellites, des manoeuvres d'évitement des débris en orbite. Seule la France, grâce au radar Graves dispose d'un système de surveillance des objets en orbite basse. Il est capable de détecter tous les objets qui évoluent à une latitude supérieure à 35° et à une altitude comprise entre 400 km et 1 000 km. Toutefois, Graves ne permet pas d'identifier un satellite. La solution à ce problème pourrait provenir de la mise en place d'une coopération franco-allemande. L'Allemagne dispose au Centre de Recherches de Wachtberg de l'outil Tira. Ce dernier pour fournir des images radars a besoin des données de positionnement du satellite observé. Les deux systèmes se complètent. Un premier pas vers un partage capacitairé pourrait donc être réalisé entre ces deux pays européens. Le Groupe de travail sur les Orientations Stratégiques de Politique Spatiale de défense (GOSPS) juge nécessaire d'acquérir à moyen terme, au niveau européen, une capacité de surveillance des objets susceptibles d'endommager les lanceurs ou les satellites. Cet objectif nécessite de saisir toutes les opportunités offertes par la dualité. A cet égard le ministère de la Défense suit avec intérêt l'initiative proposée par l'ESA pour la réalisation du programme Space Situational Awareness (SSA) qui sera présentée au conseil ministériel de novembre 2008.

222 – L'Europe doit avoir une politique ambitieuse pour son industrie et sa recherche spatiale.

L'arrivée des nouvelles puissances spatiales accroît la concurrence sur les marchés internationaux des lanceurs et sur ceux des satellites. L'Union Européenne, si elle souhaite conserver un accès à l'espace et assurer son indépendance et sa souveraineté, devra soutenir son industrie et avoir une recherche ambitieuse.

2221 - Une industrie mondialement reconnue qui demande à être soutenue.

L'Europe dispose d'une base industrielle et technologique dans le domaine spatiale reconnue au niveau international. En 2005, le chiffre d'affaires consolidé de l'industrie européenne s'élevait à 4,9 Md€ (1,5 Md€ pour les télécommunications, 1,1 Md€ pour les lanceurs, 1,1 Md€ pour l'observation et 0,2 Md€ pour la navigation).

22211 – Des constructeurs de satellites soumis à une forte concurrence.

Dans le secteur des constructeurs de satellites, l'Europe dispose de plusieurs sociétés. Thalès Alenia Space (T.A.S.) est essentiellement implantée en Italie et en France. Elle participe aux programmes militaires Syracuse-3, Hélios-2, Pléiades et SAR-Lupe. EADS/Astrium est implantée en Allemagne, au Royaume-Uni, en Espagne et en France. Elle est présente dans les programmes militaires Hélios-2, Skynet-5, Pléiades, Satcom-BW et dans les démonstrateurs spatiaux LOLA, Spirale et Elisa. La société allemande OHB Technology est maître d'œuvre des satellites d'observation radar SAR-Lupe. Quant à la société britannique SSTL, dont l'activité concerne les micros et les mini-satellites, elle a participé à la réalisation de la constellation DMC et du satellite expérimental Giove-A de la constellation Galiléo. OHB et SSTL se sont associés pour proposer une offre commune dans le cadre du marché portant sur la réalisation des satellites de la constellation Galiléo. Astrium, pour renforcer sa position au Royaume-Uni et pour élargir sa gamme de plates-formes, vient d'acquérir les parts que l'Université de Surrey détenait dans le capital de SSTL (80% du capital). L'Europe doit veiller à ne pas disposer d'une surcapacité industrielle dans la construction de satellites. Entre 2002 et 2005, pour faire face à une conjoncture défavorable, les effectifs de l'industrie spatiale française ont été diminués de 19%. Il faudrait que la part du marché institutionnel européen dans le chiffre d'affaires des constructeurs européens soit plus importante pour éviter qu'une telle situation ne se reproduise. Les américains Boeing Satellite System et Lockheed Martin se focalisent essentiellement sur le marché institutionnel. Or, en Europe la part du marché institutionnel dans le chiffre d'affaires, en 2005, était de 62%. Aujourd'hui pour remporter des marchés à l'international les sociétés européennes proposent des lancements depuis la Chine des satellites « non-Itar » ; c'est-à-dire exportable et lançable depuis les bases chinoises. Thalès Alenia Space a conclu, avec l'Indonésie, un contrat de 300 M\$ qui comprend la construction du satellite Palapa D, les services associés et le lancement par une Longue-Marche LM-3B. La parité euro/dollar affecte la compétitivité des produits européens. Le taux actuel de parité de 1,5 permet aux fabricants qui vendent en dollars d'avoir un avantage de 25 à 30% sur ceux qui vendent en euros. L'arrivée des nouvelles puissances spatiales engendre une concurrence plus vive. Les sociétés européennes, en l'absence d'un marché institutionnel important, devront rechercher d'autres solutions. TAS a pour objectif de réduire ses coûts de fabrication en s'approvisionnant chez des fournisseurs russes, chinois et indiens. Elle a aussi signé un accord de coopération industrielle avec la société russe NPO-PM pour le développement d'une plate-forme multi-missions de grande puissance (Express 4000) et l'achat en commun d'équipements. Par ailleurs, les Etats-Unis s'opposent aux lancements des satellites européens comprenant des composants américains, depuis le Cosmodrome de Baïkonour, par des fusées Soyouz de la société Starsem (filiale d'Arianespace). Actuellement, en moyenne, sur un satellite européen 60 % des composants proviennent des Etats-Unis, 35 % d'Europe et 5 % hors des pays membres de l'ESA. L'Europe, pour renforcer son indépendance, doit produire ses composants critiques, sinon elle est à la merci d'une réglementation stricte sur les exportations de la part des Etats-Unis. Elle devra aussi assurer la protection des systèmes en durcissant les composants qui équipent ses plate-formes satellitaires.

22212 – Une autonomie de lancement à sauvegarder.

La société EADS/Astrium par l'intermédiaire de sa filiale Space Transportation a développé et réalisé les 5 versions d'Ariane et les 5 générations de missiles balistiques français. Entre 1998 et 2003, la production du lanceur Ariane a contribué au cinquième de l'activité spatiale européenne. La société Arianespace chargée de la commercialisation de la fusée Ariane-5 détient, actuellement, plus de 50% du marché des lancements ouverts à la concurrence. Elle profite de l'embargo des Etats-Unis à l'égard de la Chine. Les lanceurs américains Delta-2, Delta-4 et Atlas-5 sont presque exclusivement utilisés par le Pentagone. Ce dernier paie deux fois plus cher le prix moyen du kilogramme en orbite géostationnaire. Si le réchauffement des relations diplomatiques entre les Etats-Unis et la République Populaire de Chine se produisait, il s'ensuivrait la levée de l'embargo. Le Président de la société américaine Space Systems Loral, qui a vendu le plus de satellite de communications en 2007, souhaite que le gouvernement des Etats-Unis permette le lancement des satellites fabriqués par les sociétés américaines depuis la Chine. La part de marché de cette dernière pourrait s'accroître. Les lanceurs chinois deviendraient les plus sérieux concurrents d'Ariane et la viabilité d'Arianespace serait remise cause. A partir de 2010, la famille Longue-Marche LM-5 sera proposée sur le marché international des lanceurs. Or, Arianespace devra, à partir de 2009, pour assurer tous types de missions, entretenir trois lanceurs différents (Ariane V, Soyouz et Vega). La LM-5 bénéficiera de coûts de fabrication faibles par rapport à ceux pratiqués en Europe, de l'effet de série (1 lanceur au lieu de 3) et du lancement des satellites institutionnels chinois. Les 5 et 6 décembre 2005, le Conseil de l'Agence Spatiale Européenne a réaffirmé son soutien à la préférence communautaire en matière de lanceurs pour les missions institutionnelles européennes. A terme, cette décision pourrait réduire la part des lancements commerciaux dans le chiffre d'affaires d'Arianespace et ainsi la rendre moins vulnérable aux fluctuations du marché international des lanceurs. Cependant, la décision du Conseil de l'ESA possède deux limites. Il s'agit d'une préférence et non pas d'une obligation et elle s'impose à l'ESA et pas aux Etats membres. Il serait souhaitable que tout Etat membre participant à la construction d'un lanceur soit obligé d'opter pour les lanceurs de la gamme d'Arianespace. Le non respect de cette règle entraînerait, pour le contrevenant, le transfert de son plan de charge vers les autres pays constructeurs.

Les Etats-Unis disposent de 4 Centres spatiaux (dont 1 dans le Pacifique), la Russie de 3 (dont 1 en mer de Barentz) et la Chine bientôt de 4. L'Europe, si elle souhaite rester compétitive, devra accroître le nombre de ses lancements pour réduire ses coûts unitaires. Elle devra donc utiliser un centre complémentaire au CSG ou une plateforme navale. Cela permettrait aussi de disposer d'un centre de secours au cas où des attentats endommageraient ou détruiraient le CSG.

2222 – Une capacité de recherche qui doit être sauvegardée.

Le citoyen bénéficie tous les jours des retombées de la recherche spatiale. Cette dernière est à l'origine de la protection thermique pour les voitures, du détecteur de fuites de gaz pour l'industrie automobile, de la caméra infra-rouge détecteur d'incendie, de la mousse de protection des réservoirs et des prothèses, du scanner digital infra-rouge pour détecter les cancers, et de l'utilisation de turbo-pompes dans les moteurs pour la transplantation du cœur. Le lancement de la production chez EADS/Astrium Space Transportation du missile balistique M-51 laisse les bureaux d'études avec un plan de charges relativement restreint jusqu'à la mise en œuvre des études portant sur le remplaçant d'Ariane V.

22221 – Améliorer les produits existants...

La masse des satellites de communications s'accroît de 125 kg par an. En conséquence, les bureaux d'études devraient travailler au développement, pour Ariane V, d'un troisième étage offrant la possibilité de mettre 2 tonnes de plus en GTO et disposant d'une capacité de rallumage. En l'absence de cette évolution, Ariane perdra toute crédibilité et verra ses parts de marchés se réduire à moyen terme. Les bureaux d'études pourraient développer des lanceurs à réaction rapide, c'est-à-dire à propergols solides. Ces lanceurs sont indispensables pour permettre le remplacement rapide des satellites militaires qui seraient endommagés ou détruits. Actuellement, un micro satellite d'observation dispose d'une résolution de moins d'un mètre. Cela implique de disposer d'une réserve limitée de lanceurs

de nano ou micro satellites. Un lanceur, répondant à cette définition, pourrait être obtenu dans un premier temps par le recyclable des missiles M-45 retirés du service. Il faudrait leurs adjoindre un *Rapid Launch System* (R.L.S.). En 2005, Olivier Gogdet, responsable des études avancées des lanceurs, propulsion et défense chez EADS Space Transportation déclarait : « La principale modification à faire sur le M-45 est de remplacer son 3^{ème} étage à poudre par un étage plus performant équipé d'un propulseur oxygène liquide et kérosène, qui n'existe pas en Europe occidentale. Nous avons évalué des moteurs russes et ukrainiens »⁽³⁾. Le RLS serait opérationnel, pour 2 à 3 lancements par an, à partir du site de Biscarosse. Le coût d'un lancement est estimé à 20 millions d'euros. A terme, il est possible d'envisager un lanceur terrestre ou naval dérivé du missile M-51. Les russes ont dérivé la fusée Dniepr du missile SS-18 Satan, la Start du SS-25, la Volna du SSN-18, la Chtil du SSN-23 et les fusées Rocket et Strela du SS-19. L'accroissement du nombre de missiles produits engendrerait une réduction des coûts unitaires.

(3) Air & Cosmos N°1983 du 13 mai 2005

22222 – ...Mais aussi en développer d'autres.

Il serait souhaitable, pour remplacer Ariane V, à l'image de la Longue Marche LM-5, de créer une famille de lanceurs permettant de mettre en GTO des charges de 1,5 T à 14 T. Un autre mode de lancement consiste à employer un missile tiré par avion. Le CNES avec l'aide de Dassault Aviation propose le Micro Lanceur Aéroporté (MLA) capable, dans sa version la plus lourde, de mettre sur orbite une charge de 240 kg. A terme, il serait possible de développer à partir du MLA une ASAT.

En outre, les bureaux d'études pourraient approfondir leurs réflexions sur la famille d'intercepteur exo-atmosphérique Exoguard. Cette dernière comprend deux modèles de missiles. L'Exoguard-M, mobile et projetable, assure la défense d'un théâtre de 1 millions de km² contre les missiles balistiques de 600 à 3 000 km de portée. Quant à l'Exoguard-E, son installation sur deux sites, en Europe, serait suffisante pour protéger les 27 des missiles à portée intermédiaire tirés depuis le moyen-orient.

*
* *

CONCLUSION

En cinquante ans, l'Espace s'est imposée dans des domaines tel que la météorologie, les télécommunications, l'observation de la Terre, le développement durable, la détection des catastrophes naturelles, la Sécurité et la Défense.

La prolifération des débris et le développement des armes anti-satellites mettent en danger la survie des satellites en orbite. En conséquence, l'Europe doit participer activement à la recherche des technologies nécessaires à la réduction du nombre de débris et à la mise en oeuvre d'une réglementation internationale pour l'utilisation militaire de l'espace. L'arrivée de nouvelles puissances spatiales augmente la concurrence sur les marchés internationaux des lanceurs et sur ceux des satellites. L'Europe doit donc restructurer son industrie spatiale et la soutenir par des commandes institutionnelles et par une politique de recherche volontariste. En 2007, le sénateur Henri REVOL déclarait : « La France et l'Europe disposent de compétences de premier niveau dans le domaine spatial, pour l'exploitation et pour les applications. Mais les ressources qu'elles lui accordent sont à la fois en stagnation, alors que le monde entier accélère, et tout simplement dérisoires par rapport à ses ressources financières potentielles. Avec le renforcement de la compétition mondiale, cette erreur de perspective est d'autant plus dommageable que de nouveaux projets spatiaux de grande envergure pourraient contribuer à fédérer l'Europe et à renforcer son identité.... Il nous faut sortir d'une impasse dramatique, à savoir l'opinion répandue dans de nombreux cercles du pouvoir 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 »⁽⁴⁾. En 2005, les membres de la Conférence Interparlementaire Européenne sur l'Espace (C.I.E.E.) ont exprimé leur souhait de voire doubler le budget spatial européen. Dans le cas contraire, il existe un risque de marginalisation du secteur spatial européen. L'effort doit porter en priorité sur la sécurité et la défense. Il faudrait porter à 2 Md€, par an, minimum les budgets consacrés au spatial militaire. Encore faudrait-il que les militaires le veuillent. Certains d'entre eux sont contre une sophistication rapide de l'art militaire.

En matière de Défense et de Sécurité, les moyens spatiaux (satellites, radars, ASAT) se révéleront au 21^{ème} siècle aussi important que la dissuasion nucléaire à la fin du 20^{ème} siècle. Cependant, ils ne sauraient s'y substituer. Ce sont essentiellement des multiplicateurs de puissance. Ils offriront à l'Union Européenne les capacités nécessaires lui permettant de relever les défis stratégiques du 21^{ème} siècle et d'être une puissance souveraine et indépendante.

(4) Air & Cosmos N°2072 du 6 avril 2007.

A N N E X E S

Annexe 1 : Comparaisons budgétaires.

Annexe 2 : Les Recommandations de l'AAAF et de l'ANAE.
Les Recommandations de l'AAAF.
Article 172 bis du Traité de Lisbonne.

Annexe 3 : Pays développant des missiles balistiques et de croisière.

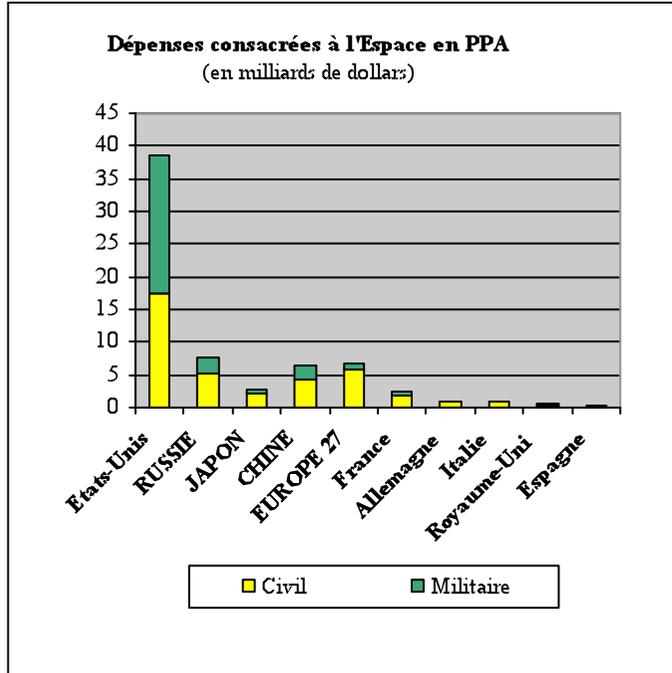
Annexe 4 : Liste des programmes de satellites dans le monde entre 2000 et 2010.

Annexe 5 : Nombre de satellites à usage militaire ou dual détenus par les Etats-Unis, la Russie, la Chine et l'Europe.

Annexe 6 : Les performances orbitales des lanceurs européens et celles des lanceurs des nouvelles puissances spatiales.

ANNEXE 1

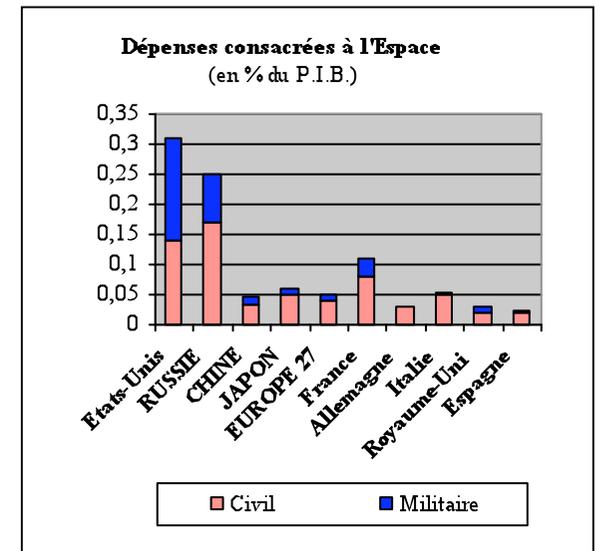
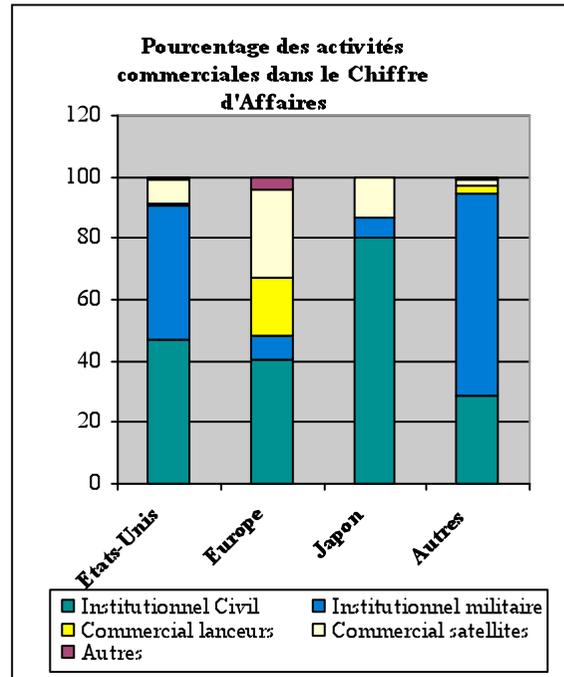
Comparaisons budgétaires et financières



spatiale est la première puissance spatiale européenne.

En 2006, le gouvernement des Etats-Unis a dépensé 39 Md\$ pour les activités spatiales dont 21 Md\$ pour le spatial militaire. L'Europe en dépensant 6,73 Md\$ s'enorgueillit d'être la deuxième puissance mondiale. Certes, la Russie consacre 1,3 Md\$ au spatial civil et 0,63 Md\$ au spatial militaire. Toutefois, si l'on applique le coefficient de la parité de pouvoir d'achat (P.P.A.). Ces dépenses sont respectivement de 5,2 Md\$ et de 2,5 Md\$. Elle dispose donc du deuxième budget spatial du monde. Quant à la République Populaire de Chine, elle talonne l'Union Européenne avec un budget, en PPA, de 6,3 Md\$. La France assure à elle seule 1/3 du budget que l'Europe des 27 consacre à l'espace. Dans le spatial militaire, elle réalise 50% des dépenses de l'U.E.

En pourcentage du P.I.B. consacré à l'espace, le classement est même. Les dépenses spatiales des Etats-Unis représentent 0,31% PIB, celles de Russie 0,25%, celles de l'Europe 0,0475% et celles de la Chine 0,045%. La France en investissent 0,1 % de son PIB dans sa politique



le du

L'Europe réalise environ 55 % de son chiffre d'affaires dans les activités commerciales. Or, les autres pays réalisent entre 85% et 95% de leurs chiffres d'affaires grâce aux activités institutionnelles. Leurs industriels sont donc protégés contre la concurrence. En revanche, les industriels européens seront les plus touchés par l'arrivée de nouvelles puissances spatiales. Ces dernières vont réduire leurs achats auprès des industriels européens. En plus, leurs entreprises grâce à des prix bas seront très compétitives.

ANNEXE 2

Les recommandations de l'AAAF et de l'ANAE.⁽⁵⁾

L'Association Aéronautique et Astronautique de France (AAAF) et l'Académie Nationale de l'Air et de l'Espace (ANAE) ont publié, en 2005, un rapport commun dans lequel elles font douze recommandations pour doter l'Europe des attributs d'une grande puissance dans le domaine du spatial militaire :

- poursuivre la mise en place d'instances européenne pour prendre en mains les affaires de sécurité et de défense au niveau politique et exécutif ;
- trouver les moyens d'assurer la continuité des systèmes déjà opérationnels ou en préparation ;
- prendre en compte au mieux la très grande dualité des technologies et des systèmes spatiaux ;
- en matière de recherche amont, financer en priorité les technologies émergentes qui ont été identifiées comme porteuses d'avenir et capable de révolutionner l'emploi opérationnel ;
- conduire, dans chaque domaine pertinent, les travaux de recherche et de développement nécessaires pour être en position forte de négociation en face des grands partenaires avec lesquels des coopérations concrètes sont envisagées ;
- maintenir l'indépendance européenne d'accès à l'espace avec les financements de recherche et développement appropriés et à travers une politique affichée de commandes publiques ;
- mettre en place par étapes un réseau européen de surveillance de l'espace, extrapolé des systèmes existant en France, en Allemagne et au Royaume-Uni, qui permettra à l'Europe de mesurer la menace résultant de la multiplication des objets en orbite et de l'arsenalisation probable de l'espace ;
- étudier des moyens de neutralisation de systèmes spatiaux menaçants, moyens susceptibles de donner à l'Europe une capacité de « Dissuasion spatiale » dans le cas d'une arsenalisation de l'espace ;
- encourager l'Agence Européenne de Défense (EDA) et l'Agence Spatiale Européenne (ESA) à mettre en place un accord de coopération qui précise leurs rôles respectifs dans le conduite des programmes spatiaux de défense, avec l'objectif de maximiser les synergies ;
- confier au sein de l'ESA par délégation la gestion des programmes spatiaux de défense, en particulier leur composante spatiale, dans leurs phases de définition et de développement jusqu'à la recette des systèmes ;
- créer au sein de l'EDA une direction de la Recherche et de la Technologie, faisant appel aux compétences de l'ESA en technologie spatiale, qui aura entre autres pour objectif de réduire la dépendance européenne vis-à-vis de technologies américaines, désormais difficile à utiliser en raison des contraintes du régime de contrôle des exportations Itar ;
- rechercher au niveau de l'Etat-major européen et des états-majors nationaux la formule adéquate pour l'organisation de l'exploitation des moyens spatiaux militaires communs, sur le modèle d'Eumetsat ou sur d'autres modèles en fonction des exigences de sécurité et d'efficacité.

Les recommandations de l'AAAF⁽⁶⁾

La commission internationale de l'Association Aéronautique et Astronautique de France a diffusé un document portant sur la militarisation de l'Espace. Il définit cinq priorités pour l'union Européenne :

- l'établissement d'une doctrine européenne de dissuasion stratégique spatiale ;
- le développement par l'Europe d'un système opérationnel autonome de surveillance de l'espace comprenant les systèmes de détection et d'analyse des objets en orbite et les systèmes terrestres et spatiaux de détection et d'alerte des lancements balistiques et spatiaux ;
- l'identification des technologies critiques que la France et ses partenaires européens devront maîtriser pour se doter d'une capacité opérationnelle crédible et ainsi réduire leur dépendance à l'égard des Etats-Unis pour se mettre en situation de coopération équilibrée. Elle est à conduire sans délai ;
- l'engagement d'une étude exploratoire, en coopération européenne, de dispositifs anti-satellites ne produisant pas de débris spatiaux, basés au sol, à énergie dirigée, en particulier laser. Elle pourrait être envisagée dans le cadre de la doctrine précitée ;
- le développement de lanceurs à réponse rapide, indispensables au remplacement d'urgence des satellites considérés comme vitaux, conduisant à une phase opérationnelle.

(5) Air et Cosmos N°1982 du 6 mai 2005.

(6) Air et Cosmos N°2093 du 28 septembre 2007.

Article 172 bis du Traité de Lisbonne

1. Afin de favoriser le progrès scientifique et technique, la compétitivité industrielle et la mise en oeuvre de ses politiques, 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'exploitation et l'utilisation de l'espace.
2. Pour contribuer à la réalisation des objectifs visés au paragraphe 1, le Parlement européen et le Conseil, statuant conformément à la procédure législative ordinaire, établissent les mesures nécessaires, qui peuvent prendre la forme d'un programme spatial européen, à l'exclusion de toute harmonisation législatives et réglementaires des Etats membres.
3. L'Union établit toute liaison utile avec l'Agence Spatiale Européenne.
4. Le présent article est sans préjudice des autres dispositions du présent Titre.

ANNEXE 3

Pays développant des missiles balistiques et de croisière.
(Hors membres permanents du Conseil de Sécurité).

PAYS	NOM du MISSILE	Charge Militaire	Portée En Km	Propergols	OBSERVATIONS
COREE du NORD	No-Dong	Classique : 760 à 1.158 kg	1.350 à 1.500	Liquide	Opérationnel. Désigné Shahab-3 en IRAN et GhauriII au Pakistan II
	Taep'o-dong-1 (2 étages)	Classique : 750 à 1.000 kg	2.000 à 2.200	Liquide	En développement. Désigné en IRAN : Shahab-4
	Taep'o-dong-1 (3 étages)	Classique : 290 à 500 kg	2.475 à 2.896	Liquide + Solide	En développement. Désigné en IRAN : Shahab-4 D
	Taep'o-dong-2 (2 étages)	Classique : 700 à 1.000 kg	3 500 à 3 750	Liquide	En développement. Désigné en IRAN : Shahab-5
	Taep'o-dong-2 (3 étages)	Classique : 100 à 500 kg	4 000 à 4 300	Liquide + Solide	En développement. Désigné en IRAN : Shahab-6
IRAN	Shahab-3	Classique : 800 kg	1.350 à 1.500	Liquide	Opérationnel. 250 à 300 exemplaires en service. Dérivé du No-Dong Coréen.
	Shahab-4 (2 étages)	Classique : 750 à 1.000 kg	2.000 à 2.200	Liquide	En développement. Dérivé du Taep'o-dong-1 coréen.
	Shahab-4D (3 étages)	Classique : 290 à 500 kg	2.475 à 2.896	Liquide + Solide	En développement. Dérivé du Taep'o-dong-1 coréen.
	Shahab-5 (2 étages)	Classique : 700 à 1.000 kg	3 500 à 3 750	Liquide	En développement. Dérivé du Taep'o-dong-2 coréen.
	Shahab-6 (3 étages)	Classique : 100 à 500 kg	4 000 à 4 300	Liquide + Solide	En développement. Dérivé du Taep'o-dong-2 (3 étages)
	Achoura	Classique : ?	2 000	Solide	En développement.
PAKISTAN	Haft-5 ou Ghauri II	Classique : 700 kg Nucléaire : 12 à 25 KT	1.350 à 1.500	Liquide	Opérationnel. Dérivé du No-Dong Coréen.
	Haft-6 ou Shaheen II	Classique : 1050 kg Nucléaire : 12 à 25 KT	2 000	Solide	Opérationnel. Quelques exemplaires en service. Dérivé du DF-11/M-18 chinois.
	Ghauri III	?	3.000		En développement. Dérivé du Taep'o-dong-1 coréen.
	Tipu	?	4 000		En développement. Dérivé du Taep'o-dong-2 coréen.
	Haft-7 ou Babur (Missile de croisière)	Classique : Nucléaire : 12 à 25 KT	700		En développement. Plus tirs d'essais réussis
	K-15 Sagarika	Classique : 1 000 kg Nucléaire : ?	700	Solide	En développement.

INDE	Dhanush	Classique : 500 kg Nucléaire : ?	250 à 350	Liquide	En développement. Version navale du Prithvi .
	Agni-1	Nucléaire : 15 à 20 KT	700	Liquide+ Solide	Opérationnel. 10 exemplaires en service.
	Agni-2	Nucléaire : 15 à 20 KT	2.000	Liquide+ Solide	Opérationnel. 2 exemplaires en service.
	Agni-3	Nucléaire : 15 à 20 KT	3.500 à 5.000	Liquide+ Solide	En développement.
	Agni-3 (SLBM)	Nucléaire : 15 à 20 KT	3 000	Liquide+ Solide	En développement. Version de de l' Agni-3 tirée depuis un sous-marin.
	Agni-3+ (3 étages)	Nucléaire : 15 à 20 KT	5 000	Liquide+ Solide	En développement.
	Surya	?	8.000 à 10.000	?	En développement.
ISRAËL	Jericho-1	Classique : 500 kg Nucléaire : 15 à 20 KT	500	Solide	Opérationnel. 50 à 100 exemplaires en service. Développement réalisé grâce à un transfert de technologie de la société française Dassault Aviation
	Jericho-2	Classique : 1000 kg Nucléaire : 15 à 20 KT	1.500	Solide	Opérationnel.
	Jericho-3	Classique : 775 kg Nucléaire : 15 à 20 KT	4.000	Solide	En développement.
	Popeye Turbo (Missile de croisière)	Nucléaire : ?	200 à 350	Liquide	Opérationnel. 12 exemplaires en service. Lancés depuis des sous-marins.

ANNEXE 4

Liste des programmes de satellites dans le monde entre 2000 et 2010 (non exhaustif) (Hors Etats-Unis, Union Européenne, Russie et Chine)

PAYS	SATELLITES			
	Observation	Communications	Navigation	Sciences
EUROPE				
Biélorussie	<i>O : 1 (Belka-2)</i>			
Norvège		3 (Thor) C		1 (N-Cube-2) C
Ukraine	O : 1 (Sitch-2) C O : 1 (Sitch-3) C R : 1 (Sitch-R) C	<i>1 (Libid-1) C</i>		1 (KS-5 MF-2) C
MOYEN-ORIENT				
Arabie Saoudite et Ligue Arabe	O : 1 (Saudisat-3) C	4 (Arabsat/Badr) C 24 (SaudiComsat) C		

		4 (StratSat) D (2010) 2 (Arabsat-5/Badr-6) C		
Abu-Dhabi /Emirats Arabes Unis	<i>O : 1 (Dubaisat-1) C</i> Cherchent à se doter de moyens autonomes pour cibler leurs missiles Black Shahine	3 (Thuraya) C <i>1 (Thuraya) C</i> <i>2 (Yahsat 1A et 1B) D (2010)</i>		
Conseil de coopération du Golfe	Programme « HUD-HUD » pour des satellites d'imagerie optique et radar. (date ?)			
Israël	O : 1 (Eros-B1) C O : 2 (Ofeq-5/7) M R : 1 (TecSAR) M <i>O : 1 (Venus) C</i>	2 (Amos 1 et 2) C <i>1 (Amos 60) C (2008)</i> <i>1 (Amos 4) D (2011)</i> <i>2 (Amos 5/6) C</i>		
Turquie	<i>O : 1 (Rasat) C</i> <i>O : 1 (Göktürk) M</i>	1 (Eurasiasat-1) M ? (Turksat) C <i>1 (Turksat-3A) C (2008)</i>		
AMERIQUE du NORD				
Canada	R : 2 (Radarsat) C <i>O : 1 (M3Msat) M (2011)</i>	3 (Anik-F) C 4 (Nimiq) C 1 (TerrStar-1) C		1 (MOST) C 4 (NLS-1/2/3/4) C <i>1 (NEOSSat) M</i>
AMERIQUE CENTRALE et AMERIQUE DU SUD				
Argentine	Développement avec le Brésil d'un satellite d'océanographie et de climatologie.	1 (Nahuel-1A) C 1 (Pehuensat-1) C 2 (Saocom) C		2 (LatinSat) C
Brésil	O : 2 (CBERS-2) C <i>O : 1 (CBERS-3) C (2009)</i> <i>O : 2 (CBERS-4) C (2011)</i> <i>O : 2 (CBERS-5) C (2015)</i> <i>O : 1 (Amazonia-1) C (2010)</i> <i>R : 1 (MapSAR-1) C (2013)</i>	4 (Brasilsat) C 3 (StarOne-C) D		<i>1 (Lattes-1) C (2012)</i>
Chili				1 (Fasat Alpha) C
Mexique		2 (Satmex-5/6) C		
Venezuela		1 (Venesat-1) C		
AFRIQUE				
Afrique du Sud	<i>O : 1 (Sumbadilasat) C</i> Réalisation de la constellation ARMS avec l'Algérie, le Nigeria et le Kenya.	1 (Sunsat) C		1 (Sumbandila) C
Algérie	O : 1 (Alsat-1) C <i>O : 2 (Alsat-2) C</i>	<i>1 (Alcomsat-1) C</i>		
Angola		<i>1 (?) C</i>		

Egypte	O : 1 (Egypsat-1) C	2 (Nilesat) C		
Lybie		1 (Rascom-QAF-1) C		
Nigéria	O : 1 (Nigeriasat-1) C <i>O : 1 (Nigeriasat-2) C (2009)</i> <i>O : 1 (Nigeriasat-X) C</i>	1 (Nigcomsat-1) C		

PAYS	SATELLITES			
	Observation	Communications	Navigation	Sciences
ASIE				
Australie		1 (Optus-C1) C 2 (Optus-D1/D2) C <i>1 (Newsat-1) C (2010)</i>		1 (Horizons-2) C
Corée du Sud	O : 2 (Kompsat 1/2) C <i>O : 1 (Kompsat-3) C (2011)</i> <i>R : 2 (Kompsat-5/6) C(2010)</i> <i>(Kompsat-7) C (2012)</i>	4 (Koreasat 1/2/3/4/5) C <i>1 (COMS-1) C (2008)</i> <i>1 (COMS-2) C (2014)</i>		1 (STSat-1) C <i>1 (STSat-2) C (2009)</i> <i>1 5STSat-3) C (2010)</i>
Inde	O : 2 (Cartosat-2A/B) M O : 2 (Oceansat-1) C <i>R: 3 (Risat-1) C (2008)</i> <i>Mé: 1 (Insat-3) C (2008)</i> <i>O : 3 (Ressourcesat-1/2/3) C</i> <i>O : 1 (Sarat) C (2009)</i> <i>O : 1 (TES)</i> <i>O : 2 (Oceansat-2/3) C</i> <i>O : 1 (Cartosat-3) C</i>	10 (Insat 2, 4) C 1 (GSAT-3/Edusat) C <i>1 (Hamsat) C</i> <i>1 (GSAT-4) C (2008)</i> <i>15 (Insat 4, 5) C (2008/2010)</i>	<i>7 (IRNSS) D (2009 à 2010)</i>	1 (TWSAT) C <i>1 (Youthsat)C (2009)</i> <i>2 (I-Stag) C(2012)</i> <i>2 (Sense)C (2012)</i> <i>2 (Astrosat-1/2) (2009)</i> <i>1 (Megha-Tropiques)C</i>
Indonésie	O : 1 (Lapan-Tubsat) C <i>O : 1 (Lapan-2) C (2010)</i>	1 (Measat-3) C ? (Palapa C/D) C 2 (Telkom) C		
Iran		<i>1 (Zohreh) C (2009)</i>		1 (Sinah-1) C <i>1 (Mesbah) C (2008)</i> <i>1 (Omid) C (2009)</i>
Japon	O: 1 (Alos-1/Daichi) C Mé : 1 (MTSat-2) C O : 2 (IGS-3/Optical-3)M R : 1 (IGS-3/Radar-2) M <i>O : 1 (IGS-4A)M</i> <i>R : 1 (IGS-4B) M</i> <i>O: 1 (Gosat) C</i> O : Satellite espion M (2009)	9 (JCSat) C 5 (Bsat) C 4 (N-Star) C 3 (Superbird) C 1 (MBSat-1) C 1 (ETS-8) C 1 (Winds) C 1 (oicets/Kirari) C		1 (Astro-F/Akari) C 1 (Astro-B /Hinode) C 1 (Ldrex-2) C 1 (Cute) C 1 (Seeds) C 1 (Cubesat XI) C 1 (Servis-1) C <i>1 (QZSS-1) C</i>
Kazakstan		1 (Kazsat-1) C <i>1 (Kazsat-2) C</i>		

Malaisie	<i>O : 1 (RazakSat) C</i>			
Pakistan		<i>1 (Paksat-1)</i>		
Philippine		1 (Mahubay-1/Agila-2) C		
Singapour	<i>O : 1 (X-Sat) C</i>			
Taïwan	O: 1 (Formosat-2) C <i>O: 1 (Formosat-4) C (2010)</i>	1 (ST-1) C <i>1 (ST-2) C (2010)</i>		6 (Formosat-3) C <i>2 (Yamsat) C</i>
Thaïlande	O : 1 (Rocsat-2) C O: 1 (THEOS) C	4 (Thaïcom 1/2/4/5) C 1 (IPStar) C		
Vietnam	<i>O: 1 (?) C (2010)</i>	1 (Vinasat) C		

[Nombre de satellites (Programme) (Usage Militaire/Civil/Dual)(Année de lancement prévue pour les projets)]

En gras - Opérationnel : 1 (Venasat-1) C **C** : Civil **Mé** : Météorologique **O** : Optique
En italique - Projet : O : 2 (Alsatsat-2) C **M** : Militaire **D** : Dual **R** : Radar

Cette liste, non exhaustive, des programmes de satellites, entre 2000 et 2010, ne prend pas en compte les programmes des Etats-Unis, de la Russie, de la Chine et des pays composant l'Union Européenne ni ceux des organisations internationales de télécommunications (EUTELSAT, INTELSAT, INMARSAT, etc...) et des sociétés privés d'observation de la Terre (SPOTIMAGE, LANDSAT, etc...). Si on ajoute aux pays de cette liste, les Etats-Unis, la Russie, la Chine et dix pays de l'UE (France, Allemagne, Grande-Bretagne, Italie, Espagne, Suède, Portugal, Danemark, Grèce et République Tchèque), on constate que plus d'une quarantaine de nations dispose de programmes de satellites. Dans un premier temps, les nations commencent, en général, par acheter ou construire un ou plusieurs satellites de télécommunications pour assurer leur développement économique. Dans un deuxième temps, il souhaite disposer de satellites d'observation dont les objectifs sont d'assurer la prévention des catastrophes naturelles et l'aide au développement de l'agriculture. En matière de Défense et de Sécurité, rares sont les nations qui se lancent dans des programmes de satellites militaires. Les missions duales sont essentiellement réalisées par des satellites de télécommunications. En matière, d'observation, les gouvernements exploitent les informations fournies par les satellites commerciaux dont la résolution est de l'ordre de 46 cm. Ainsi, les Emirats Arabes Unis ont-ils acquis une station de réception d'images pour exploiter les images à haute définition des satellites commerciaux pour cibler leurs missiles Black Shahine.

ANNEXE 5

Nombre de satellites à usage militaire ou dual détenus par les Etats-Unis, la Russie, la Chine et l'Europe.

(Nombre de satellites / Programme / Fin de fonctionnement si connu)

(au 31 décembre 2007)

TYPES de SATELLITES	ETATS-UNIS Militaire	RUSSIE 66 Duaux et Militaires dont :	CHINE Duaux et Militaires	EUROPE					
				FRANCE Militaires	ALLEMAGNE Militaires	ITALIE Dual+Militaire	GRANDE-BRETAGNE Duaux+Militaires	ESPAGNE Militaires	TOTAL EUROPE
Imagerie Optique	3 (Key-Hole KH-12 et HK-13)	2 (Arkon-2, US-PM)	2 (Zi-Yuan ZY-2)	2 (Hélios I-B et Hélios II-A)			1 (Topsat)		3
Imagerie Radar	3 (Lacrosse)		2 (Yaogan Weixing)		3 (SAR-Lupe)	2 (COSMO-SkyMed)			5
Météorologie militaire	5 (DMSP-5)								
Ecoute	15 (/Prowler/ Mercuruy/Trumpet New SIGINT Advanced Orion)	2 (Tselina-2)	3 (démonstrateurs Shi-Jian)	4 (démonstrateurs : Essaim 1 à 4) (2007)					
Alerte avancée	9 (DSP, Nfire)	4 (Oko, Prognoz)							
Surveillance de l'Espace	1 (démonstrateur)								
Navigation	30 (Navstar-2)	24 (Glonass, Parus, Nadejada)	5 (Beidou)						
Télécommunications	32 (DSCS-3, Milstar, WGS)	12 (Radouga, Potok, Molnya)	2 (Feng Huo, Shen Tong)	2 (Syracuse 3A et 3B)		1 (Sicral-1A)	2 (Skynet 5A et 5B)	1 (Spainsat) 1 (Xtar-EUR)	7
Relais de données et missions secondaires	14 (SDS)								1 (démonstrateur : ARTEMIS)
TOTAUX	109	66	14	4	3	3	3	1	15

Outre les satellites militaires les états-majors utilisent les services et les informations fournies par les satellites civils.

Exemple : - France (Observation : **Spot, ERS** – Télécommunications : Satellites **EUTELSAT, Inmarsat**) ;

- Etats-Unis (Observation : satellites **Landsat, Quickbird, Ikonos et Eros** – Télécommunication : **Intelsat**) ;

- Chine (Observation : **Zi-Yuan ZY-1** - Télécommunications : les satellites des sociétés : **Sinosat, Chinasat, Asiasat, APStar et ChinaStar**).

Les lancements européens de satellites à mission militaire ou duale prévus jusqu'en 2011 :

6 satellites de communications : Allemagne (2 **Satcom-BW** - 2008), Royaume-Uni (**Skynet-5C** – 2008), Italie (**Sicral-1B** (2008) et **Sicral-2** (2011)), France et Italie (**Athena-Fidus** -2011).

2 satellites d'imagerie radar : Allemagne (2 **SAR-Lupe** – 2008).

4 satellites d'imagerie radar à missions duales : France (2 **Pléiades** – 2011), Italie (2 **COSMO-Skymed** - 2008).

4 satellites d'Ecoute (démonstrateurs) : France (4 **Elisa** –2009).

2 satellites d'alerte (démonstrateurs) : France (2 **Spirale** –2008)

ANNEXE 6

Les performances orbitales des lanceurs européens et celles des lanceurs des nouvelles ou futures puissances spatiales.

	EUROPE (Arianespace)			AFRIQUE du SUD			BRESIL					ISRAEL
	Vega	Soyouz 2.1b	Ariane-5 ECA	Cheetah 1	Cheetah 2	Cheetah 3	VLS Alpha	VLS Bêta	VLS Gamma	VLS Delta	VLS Epsilon	Shavit
Performances Orbitales :												
LEO			20 T	1 T	3 T	6 T	0,4 T	0,8 T				0,16 T
SSO	1,5 T	4,9 T							1 T			
GTO		3 T	10,5 T		2 T	4 T				2 T	4 T	
GEO												
Année mise en service	2009	2009 au CSG	Opérationnel	2011	2013	2015	2009	?	?	?	2022	Opérationnel

	CHINE			COREE du SUD		INDE			JAPON			
	LM-5 série 225	LM-5 série 335	LM-5 série 500	KSLV-1	KSLV-2	PSLV	GSLV Mk-I	GSLV Mk-II	GSLV Mk-III	H-IIA	H-IIB	G-X
Performances Orbitales :												
LEO	1,5 T	10 T	25 T	0,1 T	1,5 T	0,5 T			10 T		16,5 T	0,5 T
SSO						1,2 T						
GTO		6 T	14 T			1 T	1,8 T	2,5 T	4 T	5,8 T	7,5 T	
GEO												
Année mise en service	2011	2011	2011	2008	2015	Opérationnel	Opérationnel	2008	2009	Opérationnel	2009	2011

A B B R E V I A T I O N S e t D E F I N I T I O N S

Abréviations

AAAF ou 3AF	: Association Aéronautique et Astronautique de France
ADM	: Arme de Destruction Massive
APL	: Armée Populaire de Libération
ARMS	: African Resource Management Satellite
ASAT	: Armes anti-SATellites
ASE / ESA	: Agence Spatiale Européenne / European Space Agency
Athéna-Fidus	: Athéna-French Italian Dual Use Satellite
BSS	: Boeing Satellite Systems
C4ISR	: Command, Control, Communications, Computers and Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance
CBERS	: Chine Brésil Earth Resources Satellite
CE	: Commission Européenne
CEV	: Centre d'Essais en Vol
CGWIC	: China Great Wall Industry Corporation
CIEE	: Conférence Interparlementaire Européenne sur l'Espace
CNES	: Centre National d'Etudes Spatiales
COMINT	: COMmunications INTelligence
COMS	: Communication, Ocean and Meteorological Satellite
COSTIND	: Commission of Science, Technology and Industry for National Defense
CSG	: Centre Spatial Guyanais
DMC	: Disaster Monitoring Constellation
EADS	: European Aeronautic, Defense and Space compagny
ECHELON	: Réseau mondial d'interception des communications réunissant sous la direction des Etats-Unis, les services d'écoutes américain, britannique, canadien, australien et néo-zélandais
EHR	: Extrême Haute Résolution
ELINT	: Electronic INTelligence
ELISA	: ELectronic Intelligence SATellite

ENVISAT	: ENVIronnemental SATellite
ERS	: ESA Remote-Sensing satellite
ESA / ASE	: European Space Agency / Agence Spatiale Européenne
EUMETSAT	: EUropean organisation for the exploitation of METeorological SATellites/ Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques
EUTELSAT	: EUropean TELEcommunications SATellite organisation
FY-1C	: Feng Yun FY-1C
GEOSS	: Global Earth Observation Satellites System
GLONASS	: GLObal Navigation Satellite System
GMES	: Global Monitoring for Environnement and Security
GOSPS	: Groupe de travail sur les Orientations Stratégiques de Politique Spatiale de défense
GRAVES	: Grand Réseau Adapté à la Veille Spatiale
GSLV	: Geostationary Satellite Launch Vehicule
HF	: Haute Fréquence
GPS	: Global Positioning System
IGS	: Information Gathering System
IMINT	: IMagery INTelligence
Itar	: International Traffic in Arms Regulations
Insat	: INdian SATellite
IRNSS	: Indian Regional Navigation Satellite System
ISS	: International Space Station
JAXA	: Japan Aerospace eXploration Agency
KH-11	: Key Hole KH-11
Kompsat	: KOrea Multi-Purpose SATellites
LM	: Longue Marche
LOLA	: Liaison Optique Laser Aéroportée
MDA	: Military Defense Agency
MLA	: Micro Lanceur Aéroporté
Musis	: Multinational Space Imagery System
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NRO	: National Reconnaissance Office
ONU	: Organisation des Nations Unies
OODA	: Observation, Orientation, Décision, Action

OTAN	: Organisation du Traité de l'Atlantique Nord
PAROS	: Prevention of an Arms Race in Outer Space
PCC	: Parti Communiste Chinois
PESC	: Politique Etrangère et de Sécurité Commune
PESD	: Politique Européenne de Sécurité et de Défense
Pharos	: Portail Hôte d'Accès aux Renseignements Satellitaires
PPA	: Parité de Pouvoir d'Achat
PRS	: Public Regulated Service
PSE	: Politique Spatiale Européenne
PSLV	: Polar Satellite Launch Vehicule
RASCOM	: Regional African Satellite COMmunications organisation
RLS	: Rapid Launch System
ROEM	: Renseignement d'Origine ElectroMagnétique
RPC	: République Populaire de Chine
SAR	: Synthetic Aperture Radar
SARAL	: Satellites pour ARgos et ALtika
SCALP	: Système de Croisière conventionnel Autonome à Longue Portée
SICRAL	: Satellite Italiana di Comunicazioni Riservate ed Alarmi
SIGINT	: SIGnal INTelligence
SLBM	: Submarine-Launched Ballistic Missile
SM-3	: Standart Missile 3
SPIRALE	: Système Préparatoire InfraRouge pour l'ALerte
SPOT	: Satellite Pour l'Observation de la Terre
SS	: Sol-Sol
SSA	: Space Situational Awareness
SSN	: Sol-Sol Naval
SSTL	: Surrey Satellite Technology Ltd
STSat	: Science and Technology Satellite
SYRACUSE	: SYstème de RAdioCommunications Utilisant un SatellitE
TAS	: Thalès Alénia Space
THEOS	: Thailand Earth Observation System
TIRA	: Tracking and Imaging RAdar
TOPEX- POSEÏDON	: TOPOgraphy Experiment for ocean circulation Positioning Ocean Solid Earth Ice Dynamics Orbiting Navigation

UE	: Union Européenne
UEO	: Union de l'Europe Occidentale
UHF	: Ultra Haute Fréquence
UIT	: Union Internationale des Télécommunications
URSS	: Union des Républiques Soviétiques Socialistes

Définitions

Les catégories de satellites

Catégories de satellites	Poids
Gros satellite	plus de 3 000 kg
Moyen satellite	de 1 000 à 3 000 kg
Petit satellite	de 500 à 1 000 kg
Mini satellite	de 100 à 500 kg
Micro satellite	de 10 à 100 kg
Nano satellite	de 1 à 10 kg
Pico satellite	Moins de 1 kg

Les différentes orbites et leurs utilisations

Orbites	Définitions	Utilisation
Orbite basse (Low Earth Orbit – abréviation : LEO)	Orbite, en générale, circulaire située entre 180 et 400 km d'altitude. Une orbite basse qui permet le survol des pôles est appelée « orbite polaire ».	Satellites de reconnaissance optique, satellites de renseignement électronique
Orbite moyenne (Medium Earth Orbit – abréviation : MEO)	Orbite comprise entre 400 et 20 000 km d'altitude.	Satellites de reconnaissance optique, satellites de renseignement électronique, satellites de navigation
Orbite héliosynchrone (Sun Synchronous Orbit – abréviation : SSO)	Orbite circulaire située entre 400 à 900 km passant d'un pôle à l'autre.	Satellites météorologiques, satellites d'observation
Orbite de transfert géostationnaire (Geostationary Transfert Orbit – abréviation : GTO)	Orbite dont le périégée se situe entre 200 et 400 km et l'apogée entre 30 000 et 40 000 km. L'inclinaison est presque nulle par rapport à l'équateur. C'est sur cette orbite que la plupart des satellites de télécommunications sont placés	

	avant de rejoindre l'orbite géostationnaire.	
Orbite géostationnaire (Geostationary Earth Orbit – abréviation : GEO)	Orbite circulaire située à 36 000 km inclinée à 0° par rapport à l'équateur.	Satellites de communications et de télédiffusion, satellites météorologique, satellites d'alerte, satellites de navigation.
Orbite Molniya	Les satellites de télécommunications habituels ne peuvent pas atteindre les régions russes les plus au nord. La Russie a donc décidé de placer les satellites Molniya sur une orbite particulière. Celle-ci est inclinée à 63° par rapport à l'équateur. Son périégée se situe à 600 km et son apogée à 40 000 km de la Terre.	Satellites de communications et de télédiffusion

Les fréquences utilisées par les satellites

Bande	Utilisation
VHF	Elle sert pour les émetteurs liés au sauvetage, radio-amateurs et aux militaires.
UHF	Elle est réservée pour les militaires et les services avec les téléphones mobiles.
L	Elle est principalement utilisée pour les communications avec les mobiles.
S	Elle sert pour le suivi, la télémétrie, la télécommande de satellites, la transmission de programme TV et les liaisons avec les mobiles.
C	Elle est utilisée pour les télécommunications et les programmes TV.
Ku	Elle sert pour les télécommunications, les transmissions numériques, la diffusion directe de programmes radio et de télévision, les services avec les mobiles.
Ka	Elle est utilisée pour les télécommunications, la télévision, les liaisons inter-satellites, la collecte des données.

Les satellites émettent et réceptionnent des ondes électromagnétiques. En 1965, l'ONU crée l'Union Internationale des Télécommunications. Cette organisation gère les fréquences et la place des satellites sur l'orbite géostationnaire. L'UIT assigne à l'opérateur la position du satellite, la fréquence des liaisons, la couverture du service satellitaire. Lorsqu'à une date prévue le satellite n'est pas placé sur son orbite, l'UIT loue la position à un autre opérateur.

B.I.B.L.I.O.G.R.A.P.H.I.E.

Textes législatifs et réglementaires :

Traité de l'Espace de 1967
 Convention sur l'immatriculation des objets dans l'Espace du 12 novembre 1974
 Traité de Lisbonne portant sur le fonctionnement de l'Union Européenne.

Rapports :

Sénat - Rapport N°297 : « Proposition de loi sur les opérations spatiales » ;
 Ministère de la Défense : « Donnons plus d'Espace à notre Défense – Orientations d'une politique spatiale de Défense pour la France et l'Europe » DICOD - février 2007.
 CEREMS : « L'Europe face au nouveau défi de la maîtrise de l'Espace » Mai 2007
 CEREMS : « La maîtrise du milieu spatial, clé de l'autonomie future de la France et de l'Europe » octobre 2005.

Livres :

Patrick BAUDRY : « Carnet d'un voyage spatial » Editions Elytis 128 p.
 Serge BRUNIER : « Impasse dans l'Espace – A quoi servent les astronautes ? » Seuil 2006 – 288 p ;
 Pierre CHIQUET : « Cap sur les étoiles – l'aventure spatiale française » Jacques Marie Laffont Editeur ;
 Ariane d'HELIOS : « La Défense et l'Espace » La Documentation Française
 - Coll : Les petits guides de la Défense
 Olivier HUWART : « Du V2 à Véronique – La naissance des fusées françaises » Marines Editions ;
 James MICHENER : « La course aux étoiles – Tome 1 et 2 » James Michener – Livre de Poche.
 Alain de NEVE et Raphaël MATHIEU : « Les Armées d'Europe face aux défis capacitaires et technologiques » Bruylant L.G.D.J.
 Philippe RICHARDOT : « Les Etats-Unis Hyperpuissance militaire » Economica.

Revue et Magazine :

Armées d'Aujourd'hui N 321 (juin 2007) : « Dossier : L'espace enjeu stratégique pour demain »
 (avec un DVD intitulé : « La Défense et l'Espace ») ;
 Diplomatie N°14 – Septembre et Octobre 2005 ;
 RAMSES 2008 ;
 Air & Cosmos :
 N°1982 du 6 mai 2005 « Quel spatial militaire pour l'Europe » Christian Lardier pages 32 et 33
 N°1983 du 13 mai 2005 « Des petits satellites lancés des Landes » Théo Pirard et Christian Lardier

N°2072 du 6 avril 2007 « L'espace au service du citoyen » Christian Lardier pages 38 à 40

N°2093 du 28 septembre 2007 « L'avenir de l'espace militaire en Europe » Christian Lardier page 54 et 55.

Documents d'entreprise :

Matra Marconi Space : « A la découverte des satellites » (1997)

C.N.E.S. : « Rapport d'activité 2005 : de l'Espace pour la Terre »

C.N.E.S. : « Programme 2007 »

Colloque :

Colloque de PanEurope France « Politique spatiale et souveraineté européenne » publié par la revue Défense Nationale et Sécurité Collective – Février 2007.

IHEDN :

« La place de la Défense dans la conquête spatiale chinoise » Groupe « Chine » - Juillet 2007