

## **Une architecture spatiale de défense et de sécurité pour le XXI<sup>ème</sup> siècle**

Xavier Pasco, Maître de recherche  
Michel Klein, Chercheur associé

(23 juillet 2007)

### **Les besoins de défense et de sécurité en matière de technologie spatiale : croissance et évolution de la demande sur l'ensemble de la chaîne de l'information**

Jusqu'à la fin des années 1980, les techniques spatiales de collecte d'informations ont d'abord été développées autour du thème de l'affrontement nucléaire et de la dissuasion mutuelle. Disposer de moyens spatiaux d'observation et d'alerte performants signifiait disposer d'une capacité à juger des intentions ou des évolutions militaires adverses et renforçait ainsi une éventuelle capacité de dissuasion. Plus largement, ces moyens ont répondu aux missions de renseignement documentaire, permettant par exemple de connaître l'ordre de bataille des forces armées sur le terrain, de collecter des informations relatives aux campagnes d'essais de systèmes ou de dispositifs militaires en préparation, voire d'évaluer les dommages causés lors d'un conflit. Depuis une quinzaine d'années, les moyens spatiaux ont largement contribué à la satisfaction des besoins de la fonction de prévention des conflits. Ils assurent encore la surveillance des pays en crise, en apportant des images « preuve » et en mettant en œuvre une réaction adaptée à la résolution de la crise observée. Cette capacité opérationnelle s'accompagne d'un impact politique sur la scène internationale que peu de technologies sont à même d'offrir aujourd'hui.

Le besoin s'élargit encore aujourd'hui à des missions de défense ou de sécurité très diverses dans leur nature et dans les modes d'action. Le contexte des opérations futures est souvent évoqué, donc bien connu ; les engagements devraient se dérouler majoritairement en zones urbaines, contre des adversaires volatiles (forces armées, groupes insurrectionnels, terroristes...), au sein de la population (qui sera otage ou acteur), en

permanence sous les projecteurs des médias, au sein d'une coalition (dite *ad hoc*) bien souvent constituée pour l'opération, avec une volonté des armées occidentales d'exercer des actions violentes en dernier recours... Ainsi, les moyens spatiaux doivent-ils continuer à répondre à l'accumulation de besoins opérationnels de plus en plus complexes.

Certes, ce type d'actions militaires n'est pas totalement nouveau, les forces armées françaises ayant été déjà confrontées dans leur histoire à des actions de guérilla notamment. Il reste que les contextes modernes d'intervention ajoutent à la complexité de l'action celle d'un terrain en général méconnu et d'où les implantations militaires peuvent être éloignées, si elles n'en sont pas complètement absentes. Être capable d'accroître sur le temps court, voire en temps réel, la connaissance du théâtre et de ses acteurs sans engager des moyens techniques et humains considérables demeure une gageure pour les forces armées modernes. L'ensemble des moyens disponibles, spatiaux et non spatiaux, doit alors être mis à contribution avec des spécificités propres à chacun. Dans nos sociétés où l'information transite de façon accélérée, la connaissance précise et en temps contraint des actions menées par les différents protagonistes, et bien sûr par les adversaires, devient logiquement un besoin majeur.

#### *Des constats d'expérience...*

Historiquement, les facteurs à prendre en compte par le planificateur militaire sont en général fixes et bien connus (bases militaires, équipements de défense, etc.). L'analyse des cibles s'appuie sur une expérience acquise au fil d'années de suivi et s'intègre dans une réflexion militaire générale qui décèle et reconnaît l'évolution des moyens adverses. Depuis longtemps, les moyens techniques d'acquisition de l'information ont été adaptés à l'observation d'installations de missiles, de moyens de défense anti-aérienne ou de transmissions classiques. Ces moyens spatiaux, performants pour la fonction de neutralisation ou de destruction des capacités de défense adverses (énergie, voies de communications, télécommunications, etc.) par des frappes aériennes et aéronavales apportent aussi des aides aux travaux de planification de la manœuvre aéroterrestre – viabilité des itinéraires (praticabilité, dispositifs de minage...) –, à la connaissance du dispositif de défense de forces armées ou de groupuscules, des zones refuges, des zones de débarquement...

Dans la perspective d'une surveillance élargie de moyens et de réseaux terroristes ou de tout autre type de menace sur la sécurité, deux facteurs se conjuguent pour faire évoluer ces repères fondamentaux :

- En premier lieu, le phénomène à observer et à écouter n'est pas conventionnel et la capacité d'analyse pour de telles cibles ne bénéficie d'aucune expérience acquise.
- Ensuite, les cibles à surveiller ne peuvent être identifiées par aucun trait qui serait « caractéristique » comme peuvent l'être des actions

militaires plus classiques, signées par exemple par des installations, voire par le déploiement d'équipements ou de forces présentant des caractéristiques militaires.

Dans ce nouveau contexte, la qualité et l'efficacité de la surveillance des menaces seront directement fonction de capacités à détecter des « signaux faibles », des indices d'activité ou, plus difficile encore, des indices de risques. Il s'agira alors nécessairement de repérer puis d'analyser la signification d'installations, d'équipements, peut-être de comportements peu caractéristiques. Par ailleurs, le contexte de notre sécurité élargit naturellement les « cibles » pertinentes dans la mesure où des thèmes nouveaux de sécurité (de type surveillance des mouvements humains, des trafics en tout genre, voire des pollutions dangereuses) sont désormais à l'ordre du jour. Cet ensemble, par nature très évasif ou fugace, éventuellement appuyé sur des infrastructures ou des moyens d'action mobiles et légers, misant peut-être sur une faculté de dissimulation ou de leurrage, est en passe de constituer l'une des cibles-types des activités de défense et de sécurité.

Enfin, la capacité de disposer de moyens non intrusifs de renseignement apparaît pertinente lors de crises survenant dans des Etats « effondrés ». Même désorganisés et potentiellement générateurs de catastrophes humanitaires, ces Etats demeurent souverains alors même que l'action internationale doit pourtant s'y déployer de plus en plus souvent. A l'évidence, le moyen spatial devient alors un outil de choix pour prévoir et agir.

Quelques retours d'expérience d'opérations récentes montrent tout l'apport des capacités spatiales au plan à la fois politico-militaire et opérationnel et permettent dès aujourd'hui de préciser des axes d'effort. Le recul permet en effet d'apprécier l'emploi des systèmes actuels à sa juste valeur et de mettre en lumière les insuffisances (ou les redondances) capacitaires pour porter un diagnostic sur l'outil de défense actuel.

Du point de vue politico-militaire, l'outil spatial confère un poids indéniable dans la gestion des opérations en coalition, cadre fréquent d'intervention des forces armées aujourd'hui. Mais génératrices de contraintes, ces actions en coalition imposent aussi de bien penser l'étagement des coopérations en fonction des types de missions, avec une influence sur les moyens spatiaux qui s'y rapportent.

Au cœur du processus décisionnel national, l'information doit être mieux maîtrisée. Les acteurs opérationnels attendent une amélioration de la connaissance de la situation grâce à la mise en œuvre de sources différentes et multispectrales (ou hyperspectrales), allant de l'observation à différentes longueurs d'onde jusqu'aux techniques d'écoute ; l'imagerie apportant la connaissance des événements, l'écoute leur compréhension. La complétude de la connaissance et de la compréhension de la situation ainsi que l'actualisation fréquente de l'information sont les deux enjeux

majeurs pour l'amélioration de la gestion des conflits ; ils peuvent constituer des axes directeurs pour la préparation de l'avenir des futurs capteurs ainsi que pour celle des systèmes d'information et de communications.

*... Qui touchent l'ensemble des systèmes de forces*

Forte de ces enseignements, l'architecture spatiale, formée de capteurs d'observation multispectrale et d'écoute, de satellites de positionnement et de communication joue, et jouera plus encore un rôle prépondérant dans l'emploi opérationnel des forces sur tout le spectre des conflits potentiels. En particulier, les cinq systèmes de forces constitutifs de l'outil militaire français ont tous besoin de cette architecture, qui devient un fournisseur de services indispensables, voire « un multiplicateur d'efficacité ».

Si le système de forces « Commandement et Maîtrise de l'Information » est concerné au premier chef par l'architecture spatiale, les autres systèmes de forces y portent aussi un intérêt particulier. C'est le cas pour le système de forces « Dissuasion » pour la détermination de ses plans de frappe ; pour le système de forces « Engagement et Combat » pour la coordination de toutes les actions interarmées et de l'efficacité de ses systèmes d'armes ; pour le système de forces « Projection, Mobilité, Soutien » pour assurer le suivi des flux d'approvisionnement ; et pour le système de forces « Protection et Sauvegarde » au regard de l'alerte avancée, de la protection anti-missiles et de la surveillance de l'espace.

Une analyse détaillée des besoins liés aux systèmes de forces aboutit à la liste suivante de points critiques nécessitant à coup sûr l'emploi de moyens spatiaux adaptés. Ils se déclinent essentiellement dans les domaines de l'observation de l'écoute et de la collecte de l'information, des télécommunications, de la navigation et de la coordination des actions :

<p><b>Surveiller, reconnaître, renseigner</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ <i>Disposer de techniques d'investigation fines</i></li> <li>⇒ <i>Fusionner les données et posséder des bases de données</i></li> <li>⇒ <i>Disposer d'une couverture permanente</i></li> <li>⇒ <i>Disposer d'un taux important de « rafraîchissement des données »</i></li> <li>⇒ <i>Posséder une capacité de recoupement des informations</i></li> <li>⇒ <i>Posséder une capacité d'analyse multiple et optimisée</i></li> </ul>
<p><b>Communiquer</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ <i>Posséder une capacité à haut débit</i></li> <li>⇒ <i>Posséder une capacité autonome.</i></li> <li>⇒ <i>Posséder une couverture élargie</i></li> </ul>

<b>Commander et conduire</b>	⇒ Préparer les entités avant l'opération ⇒ Passer de la collecte statique de données à l'intégration dynamique des données militaires d'environnement (lien climat-météorologie-terrain)
<b>S'engager et combattre</b>	⇒ Agir en milieu hostile ⇒ Posséder des capacités de coordination des actions interarmées plus précises ⇒ Pouvoir accélérer le tempo des opérations. ⇒ Conduire des opérations spéciales ⇒ Protéger les forces ⇒ Concourir aux missions de sécurité

## **Des technologies spatiales en pleine évolution**

Pour juger de la place que peuvent rendre les applications spatiales dans les missions de sécurité et de défense actuelles et futures, il est nécessaire de mesurer l'impact des évolutions technologiques les plus récentes sur les systèmes spatiaux et sur leur emploi.

### *Le domaine de l'observation*

Les satellites optiques constituent jusqu'à aujourd'hui, et dans un futur prévisible un socle incontournable pour l'observation à des fins de défense et de sécurité. Avec comme principaux avantages l'agilité croissante des instruments d'observation (conférant une grande flexibilité d'emploi), et une capacité à identifier très précisément l'objet observé, voire l'activité humaine, l'instrumentation optique et les capacités de stockage d'information embarquées répondent aux critères de variété et de rafraîchissement exigés par la diversité des missions couvertes.

Parallèlement, l'amélioration de la capacité des détecteurs à distinguer la signature des matériaux ou des équipements observés, s'inscrit dans le double souci de mieux connaître l'objet observé en soi (renseignement général) et de mieux détecter les tentatives de leurrage ou de dissimulation (renseignement militaire). Il s'agit alors de compenser le déficit initial d'informations sur l'objet visé par une aptitude croissante à intégrer la nouveauté (par la multiplication des capteurs permettant de nouvelles phénoménologies) et à la traiter (via l'adaptation du traitement au sol et des procédures d'utilisation de l'information produite).

- La capacité d'observation dans les bandes infrarouges permet d'assurer l'observation nocturne lorsque le capteur visible n'est plus efficace. Il faut noter parallèlement la possibilité d'employer des détecteurs infrarouges dans différentes longueurs d'onde de différentes sensibilités permettant le recueil de données techniques

sur d'éventuels événements de types militaires lors d'affrontements conventionnels.

- C'est avec ce même objectif d'une finesse spectrale sans cesse accrue que des techniques nouvelles sont apparues depuis quelques années. D'abord dans le domaine multispectral lui-même, avec l'accroissement du nombre des bandes explorées jusqu'à une quinzaine, puis ensuite avec le passage à des techniques encore expérimentales dites hyperspectrales. En 2007-08, quelques programmes de satellites se préparent en tirant partie d'expérimentations antérieures.

Ces techniques de très haute résolution spectrale restent cependant encore peu accessibles et leur diffusion fait l'objet de strictes politiques de contrôle car elles sont aujourd'hui considérées comme productrices de renseignements techniques à forte valeur ajoutée. Elles peuvent de fait constituer à terme un élément déterminant dans l'identification des menaces mises en œuvre et améliorer de façon importante la qualité du renseignement en général.

D'autres pistes novatrices émergent aujourd'hui qui donnent l'occasion de compléter et d'affiner les techniques d'observations. Qu'elles concernent l'observation passive dans le domaine micro-ondes ou les techniques actives affinant l'emploi de radars spatiaux (ou de façon moins connue, de lidars, technique utilisant l'émission d'impulsions laser), l'efficacité de ces techniques repose sur l'acquisition patiente de signatures caractéristiques dans toutes les longueurs d'onde concernées, et ce sur des objets et dans des environnements variés. La compétence technologique doit donc se doubler ici d'une compétence d'utilisateur qui nécessite un investissement précoce dans les capteurs mais aussi dans leur utilisation.

Enfin, pour accroître leur efficacité et emporter l'adhésion, ces techniques doivent jouer de la complémentarité avec les moyens nationaux non spatiaux (aéroportés par exemple).

#### *Le domaine de l'écoute (Elint/Comint/Masint)*

Dans le cadre de la lutte contre des menaces de types divers, l'interception et la caractérisation du signal électromagnétique, voire des communications, notamment dans le cas des téléphones cellulaires ou satellitaires, apparaissent de façon logique comme un objectif structurant dans la perspective d'une architecture spatiale de surveillance et d'information.

L'écoute de signaux électromagnétiques contribue à enrichir globalement l'ensemble des informations reçues et donc à rehausser la qualité du renseignement en général.

Les techniques ELINT sont d'abord indispensables pour connaître la nature et les modes de fonctionnement des principales composantes du dispositif militaire ennemi, qu'il s'agisse de systèmes d'armes en général,

de systèmes de défense anti-aérienne ou ABM, de systèmes de commandement ou télécommunication. Elles se trouvent par exemple particulièrement adaptées à un contexte général de surveillance maritime. Dans une logique de surveillance, les objets « écoutés » sont alors plus facilement « audibles » que dans le cas d'une confrontation navale militaire où une plus grande discrétion est de mise. Parallèlement, l'acquisition de capacités pour la simple surveillance de pistes non coopératives contribue évidemment à compléter un dispositif utilisable dans des conditions militaires.

En fonction de sa répétitivité et de la finesse des renseignements techniques fournis, une capacité spatiale ELINT participe donc au suivi et à l'apprentissage de systèmes militaires éventuellement hostiles :

- Elle permet d'une part de suivre le développement de moyens militaires majeurs en phase d'expérimentation (de type missile balistique par exemple), offrant la possibilité de développer des contre-mesures.
- Elle participe aussi à une meilleure préparation/protection des forces armées si des opérations militaires doivent être engagées.

Bien sûr, l'usage de ces techniques, conçu de manière collaborative avec d'autres capteurs, s'applique à de nombreuses situations de sécurité et de défense. Quelle que soit la situation considérée, une capacité ELINT apporte, en plus de capacités de détection et d'identification du dispositif cible, des capacités de localisation ouvrant la voie à une cartographie d'intérêt militaire. Ce type de détection peut être effectué de façon élargie et complète en prenant alors directement en compte les recherches et les analyses de données provenant de capteurs optiques ou radars. Dans la mesure où une capacité spatiale autorise une couverture mondiale répétée, elle s'avère alors comme un outil complémentaire de moyens terrestres ou navals moins facilement disponibles et de portée plus limitée.

Des pistes complémentaires peuvent être explorées permettant de caractériser finement l'activité d'installations ou de groupes suspects. A ce titre, l'écoute de type COMINT vis-à-vis de systèmes de télécommunications de plus en plus nombreux doit être vue comme s'ajoutant aux autres types de caractérisation électromagnétique. L'emploi de moyens de télécommunications de plus en plus élaborés utilisables en tout point du globe, avec notamment l'emploi de télécommunications directes par satellites, rend le complément COMINT de plus en plus nécessaire du point de vue opérationnel.

Enfin, à l'heure où les programmes de missiles balistiques se multiplient et où les besoins de renseignement en matière de prolifération s'accroissent, la généralisation de techniques dites MASINT<sup>1</sup> d'analyses de télémessure et de collecte de données techniques au sens large vont prendre aussi une

---

<sup>1</sup> Pour *Measurement Intelligence*.

importance croissante. Cette collecte de données recouvre un large périmètre allant de l'interception de données de télémesures à l'enregistrement des données les plus diverses, de nature radioélectrique, acoustique, etc. Cette activité générale complète l'investigation dans l'ensemble du spectre électromagnétique et établit la continuité entre la collecte de données depuis l'espace et la collecte d'éventuelles données *in situ*. Cette continuité est garante de la pertinence du système spatial au regard du système de renseignement d'ensemble pour lequel le segment spatial peut aussi agir comme support dans le cadre d'une activité encore plus large de collecte de données.

### *La collecte de données (détection passive)*

Les activités de collecte de données *in situ* proprement dites peuvent représenter un élément important de la stratégie d'enrichissement de l'information à caractère stratégique et militaire. Elle se fonde sur la remontée par satellites d'informations collectées par des moyens existants sur site, voire à partir de capteurs « abandonnés ». Cette activité présente l'intérêt de produire des données de natures diverses directement intégrables dans un système élaboré d'information, voire dans des modèles numériques, par exemple pour le suivi de conditions locales. Ces données doivent être vues à ce titre comme une source primaire d'information et de renseignement sur l'environnement aussi bien que sur des activités ou des objets désignés.

Plusieurs facteurs contribuent à voir dans ces technologies des éléments de choix d'améliorations des futures architectures spatiales de surveillance et d'information :

- Diffusion élargie : emploi possible de capteurs *in situ* de nature et de performances diversifiées et de faible coût permettant une diffusion (dispersion) à grande échelle dans des conditions variées et sur les théâtres les plus divers ;
- Interface aisée avec les technologies de communication spatiale : l'interface entre ces capteurs et les différentes techniques de communication devient efficace et permet d'envisager la remontée d'informations de plus en plus substantielles ; la présence des satellites de communication géostationnaires permet d'acquérir une situation rafraîchie en permanence.
- Possibilité d'une action à distance sur les capteurs : la possibilité d'une programmation à distance de ces capteurs est envisageable et confère ainsi à cet ensemble une grande discrétion et une grande flexibilité opérationnelle.

Ces trois facteurs font d'une architecture spatiale adaptée un support efficace permettant d'optimiser l'utilisation de tels capteurs *in situ*. La couverture géographique inhérente au système spatial, la permanence de la revisite, le lien émission-réception que permettent les moyens de

télécommunication en orbite sont autant d'atouts pour une utilisation effective et « rentable » de l'infrastructure spatiale.

### *Le domaine des télécommunications*

En bonne logique, l'ensemble de ces fonctions techniques doit être soutenu par des moyens de télécommunication et de mise en réseau qui :

- permettent de tirer profit des avantages inhérents aux moyens spatiaux futurs (omniprésence, couverture mondiale, flexibilité d'emploi, interopérabilité fonctionnelle et d'usage) ;
- répondent aux besoins de croissance des transmissions d'informations, tant pour le lien « système-utilisateur » (problématique du temps réel, dissémination aux échelons opérationnels) que pour les liens « intra systèmes » (fonctionnement collaboratif des différentes composantes de l'architecture spatiale d'ensemble, communications intersatellites pour un fonctionnement adaptatif des constellations).

Ainsi, les techniques spatiales de communication les plus modernes, les seules susceptibles de soutenir pleinement l'élongation offerte par les moyens de recueils de l'information décrits plus haut, devront être mises en œuvre avec deux axes d'effort génériques :

- l'emploi de la large bande en s'appuyant sur une exploitation adaptée du domaine des plus hautes fréquences complétée par l'introduction opérationnelle des techniques de communications optiques ;
- l'emploi de techniques permettant la mobilité par le biais de l'intégration des solutions larges bandes dans une logique de cellules déployables sur le terrain et communicantes entre elles.

Deux grands types de fonctions « télécommunication » doivent alors être prises en compte :

- une fonction de soutien interne au système permettant d'améliorer l'efficacité et la fiabilité : cette fonction comprend les liaisons intersatellites en orbite basse ou interorbite (pour l'optimisation d'une constellation spatiale de recueil d'information en temps réel par exemple), les moyens satellites de relais augmentant de leur côté la flexibilité d'emploi de l'ensemble du système spatial ;
- une fonction de soutien aux utilisateurs avec une meilleure prise en compte des contraintes liées à la transmission de larges volumes d'information entre le théâtre et les centres de commandement, et intra-théâtre (entre unités mobiles – par exemple pour le support de fonctions de type « *Blue Force Tracking* ») pour une identification immédiate des unités engagées sur le terrain).

Plus largement, la mise en réseau de l'ensemble de ces fonctions (mise en réseau nécessaire à la fusion de données ou à l'utilisation de base de

données de référence – ciblage, contact d'intérêt pour le suivi, etc.), implique de concevoir le système spatial de télécommunication non seulement comme soutien aux fonctions décrites mais comme réseau environnant permettant de croiser en temps réel ces différentes fonctions. On peut ainsi imaginer à moyen terme que des forces mobiles sur le terrain aient elles-mêmes accès à la programmation d'une constellation spatiale de recueil d'information dans un cadencement tactique. Ainsi se trouveraient mêlées dans la même fonction des liaisons théâtre-système et intra-système qu'il faudrait alors optimiser pour en garantir l'efficacité (accès à la liaison depuis le théâtre, gestion des conflits priorités de télécommunications, réactivité du système, dissémination sélective).

### **L'intégration dynamique des besoins et des technologies : la nécessité d'une « vision architecturale »**

A l'issue de ce tour d'horizon, le besoin se fait jour d'une approche dynamique de l'intégration des besoins et des technologies spatiales qui y correspondent. De façon schématique, les choix à opérer peuvent être représentés sur trois axes principaux :

- l'axe « acteur national-acteur européen » qui définit une position essentiellement nationale ou plus résolument coopérative au niveau européen ;
- l'axe qui oppose les domaines d'action militaire et civil, et qui pose la question de la dualité des applications et des services ;
- enfin l'axe qui oppose acteur public et acteur privé et dont la position d'équilibre aura un impact majeur sur la configuration des systèmes et sur leurs utilisations.

Les positions des « curseurs » sur ces trois axes principaux ainsi que leur évolution conditionnent la forme générale des architectures spatiales à venir. Les décisions à prendre pour optimiser le rendement de ces architectures en matière de sécurité et de défense devront en tenir compte.

Mais le choix de grandes orientations dans ce domaine passe au préalable par deux étapes principales :

- Il passe d'abord par une identification des besoins spécifiques de Défense, voire de sécurité, et des techniques spatiales associées consolidées ou novatrices. Il s'agit ici de définir ce qu'il convient de conserver dans un périmètre de « souveraineté » (de type observation EHR).
- A partir de l'identification de ce périmètre « Défense/souveraineté », il s'agit ensuite d'imaginer les possibilités d'interface avec le monde « ouvert », possibilités qui se déclinent essentiellement selon deux facettes qui ne sont pas mutuellement exclusives mais qu'il faut distinguer pour la clarté de l'analyse.

### *Une facette « multinationale »*

Il faut d'abord considérer les possibilités de coopération multinationale<sup>2</sup> perspective la plus immédiate de mise en application des coopérations spatiales dans ce domaine. Les caractéristiques liées à ce type d'architecture impliquent pour l'essentiel :

- une gestion inter-étatique d'applications spatiales à vocation exclusivement gouvernementales et de Défense ;
- une restriction d'accès aux seuls utilisateurs habilités et éventuellement propriétaires des moyens spatiaux mis à contribution ;
- une définition *a priori* de différents niveaux d'interaction possibles (de l'interopérabilité complète des systèmes avec partages complets des segments sol au seul échange de données en cas de besoin).

Ces architectures peuvent donner lieu à la mise en commun virtuelle de moyens nationaux déjà existant au niveau national. Elles peuvent aussi évoluer vers une réflexion « amont » et donner lieu à des développements nationaux coordonnés dans la définition desquels la perspective d'un fonctionnement collaboratif entre en compte (perspective ouverte par MUSIS).

Cette interface se définit d'abord par le maintien d'un contrôle public sur le produit et sur sa diffusion. S'il est bien entendu que ce contrôle ressortit d'abord aux Etats parties prenantes d'une telle architecture, celle-ci peut évoluer de façon ultime vers la mise en place d'un segment sol opérationnel centralisé et coordonné, c'est-à-dire contrôlant et hiérarchisant la programmation (dans l'hypothèse d'une construction active d'une politique de défense et de sécurité commune).

L'efficacité d'une architecture de ce type se mesure directement à l'adéquation de la réponse fournie au besoin opérationnel spécifié par les organismes utilisateurs (militaires ou de sécurité) en complément du domaine de souveraineté. Il faut noter que l'identification du périmètre du domaine de souveraineté dépend aussi de l'étendue du domaine « ouvert » et de la qualité de l'interface associée.

Dans cette perspective l'étude de cette interface entre les projets d'architecture nationale et les perspectives d'emploi collaboratif (en l'occurrence au niveau européen) doit être approfondie dans l'optique d'un jeu à somme positive. En particulier, le choix des capteurs doit répondre aussi bien à des besoins nationaux qu'à des besoins européens, sans masquer l'importance politique et militaire de ce choix du point de vue des futures collaborations entre pays européens eux-mêmes. Contribuer à

---

<sup>2</sup> Elle prend aujourd'hui la forme de la coopération intra-européenne MUSIS – *Multinational Space-based Information System* dans le domaine de l'observation de la Terre, ou celle du programme de fourniture en commun de services de télécommunications par satellites par la France, la Grande-Bretagne et l'Italie dans le cadre du programme *Post-Satcom 2000* de l'OTAN.

l'édification d'un ensemble de défense européen implique de pouvoir peser sur lui dans le souci d'une préservation de l'intérêt national, tant au plan de l'équilibre intra-européen que du point de vue de la politique étrangère et de défense de l'Europe.

*Une facette industrielle et « services »*

A côté de cette orientation délibérée vers des ensembles organisés, il faut noter la montée progressive en puissance d'architectures que l'on peut qualifier « d'architectures d'opportunité ».

Ces architectures « d'opportunité » se fondent sur l'évolution des moyens spatiaux « non défense » ; évolution qui est d'ordre technique, économique et industriel.

Il faut ainsi considérer l'amélioration des techniques employées par les satellites civils les plus récents (résolution géométrique et spectrale, télécommunications à large bande notamment) qui offrent des possibilités nouvelles, peu accessibles il y a encore peu de temps et susceptibles d'apporter un complément utile aux fonctions dites de « souveraineté ».

Le coût de l'accès aux performances non militaires de haute qualité est aujourd'hui clairement en baisse en raison d'économies permises par l'emploi de nouveaux matériaux permettant la réduction de l'encombrement et des masses, avec une influence positive sur les coûts de lancements associés. Il s'agit là d'un exemple de progrès tendanciels qui concernent déjà le domaine des télécommunications, et qui influenceront à terme le développement et la mise en œuvre des systèmes d'observation de la Terre.

Il faut également noter l'existence d'efforts industriels convergents de réduction des coûts qui offrent désormais un cadre alternatif d'organisation à un ensemble d'acteurs. Ces acteurs, essentiellement gouvernementaux pour l'instant, désireux de découvrir les vertus de l'observation satellitaire (même de capacités limitées) à moindre coût et dans un cadre « simplifié ».

Toute vision architecturale doit donc prendre en compte la complémentarité de ces axes de développements industriels, voire de « services » (de type *Google Earth* ou *Geoportail*), dans le souci d'éviter d'éventuelles duplications et de concentrer l'effort public sur les composantes uniques (c'est-à-dire non substituables) de souveraineté.

Ces alternatives « d'opportunité » peuvent conduire à la mise en place d'un nombre important de satellites dotés de performances moyennes à raisonnables (2,5 m voire 1 m à terme) groupés, phasés en constellation virtuelle et contrôlés pour tout ou partie par une ou plusieurs firmes du secteur privé. A la fois, l'amélioration des performances optiques et l'annonce de programmes SAR à suivre pourraient alors constituer la base

d'un système d'observation utilisable de façon complémentaire à des fins de sécurité, sinon de défense<sup>3</sup>.

Comme dans le cas d'éventuelles coopérations, il est bien sûr nécessaire d'affiner l'analyse en fonction du caractère confidentiel de l'information recherchée et de l'exigence absolue de contrôle du temps d'obtention de l'information pour compléter utilement le « noyau de souveraineté ».

### **Pour une « vision architecturale » fédératrice appuyée sur des concepts d'emploi novateurs**

Au-delà des « services » apportés par de telles architectures, multi-nationales ou industrielles, une typologie technique des moyens qu'elles proposent et des usages qui peuvent en être faits doit être réalisée en tenant compte des différents impératifs guidant l'architecture (impératifs de défense notamment). Il faut en fait concevoir cette typologie comme un véritable guide de conduite pour l'utilisateur qui devra maîtriser cette nouvelle « urbanisation » des moyens spatiaux. Il lui sera de plus en plus nécessaire de prendre en compte la fusion des différents types de capteurs intéressant la défense et la sécurité, dont l'interaction avec ses propres missions pourra être conçue directement ou indirectement selon les combinaisons possibles.

Du point de vue de l'industrie spatiale, c'est au niveau même de la conception des nouvelles architectures que se dessinera à terme la capacité à jouer d'un effet « réseau » qui reposera sur des améliorations portées aussi bien au niveau des plates-formes elles-mêmes, qu'au niveau de la compatibilité et de l'efficacité des éléments au sein de l'architecture. En d'autres termes, l'efficacité d'ensemble ne tiendra plus seulement aux performances des satellites pris individuellement (avec pour certains des performances spécifiques très « pointues » liées au « noyau de souveraineté »), mais aussi à la mise en commun de ces performances. La bonne adaptation des éléments entre eux, tout autant que leurs performances individuelles, jouera donc de plus en plus comme un facteur déterminant dans la conception des systèmes.

Si l'on admet ces postulats (services et techniques proposés), la nécessité s'impose d'un principe d'organisation de la ressource spatiale non seulement d'un point de vue de l'offre et mais de plus en plus aussi du point de vue de la demande.

Alors que se mettent en place les conditions politiques, technologiques et industrielles pour définir les futures architectures spatiales ; alors que les choix à opérer entre les solutions nationale et Européenne, publiques et privées, civiles et militaires, devront être opérés à court terme, il apparaît désormais impératif d'élaborer des concepts d'emploi de l'espace qui

---

<sup>3</sup> Voir la section consacrée à l'intérêt des mini-satellites dans rapport FASOC (*Future Air and Space Operational Concept*) publié en 2006 par le ministère de la Défense britannique.

sachent à la fois s'adapter à ces nouvelles conditions et qui fixent en même temps des principes directeurs clairs pour tirer parti de ces évolutions, voire pour agir sur elles.

*Les opinions exprimées ici n'engagent que la responsabilité de leur auteur.*

<http://www.frstrategie.org>

Xavier Pasco, Maître de recherche  
[x.pasco@frstrategie.org](mailto:x.pasco@frstrategie.org)

Michel Klein, Chercheur associé  
[m.klein@frstrategie.org](mailto:m.klein@frstrategie.org)