

N° 3219

ASSEMBLÉE NATIONALE

CONSTITUTION DU 4 OCTOBRE 1958

ONZIÈME LÉGISLATURE

Enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 4 juillet 2001.

RAPPORT D'INFORMATION

DÉPOSÉ

en application de l'article 146 du Règlement

PAR LA COMMISSION DES FINANCES, DE L'ÉCONOMIE GÉNÉRALE ET DU PLAN ⁽¹⁾

SUR

le renseignement par l'image,

ET PRÉSENTÉ

PAR M. Jean-Michel BOUCHERON,

Député.

(1) La composition de cette commission figure au verso de la présente page.

La commission des finances, de l'économie générale et du plan est composée de : Henri Emmanuelli, *président* ; Didier Migaud, *rapporteur général* ; Jean-Pierre Brard, Michel Bouvard, Yves Tavernier, *vice-présidents* ; Pierre Bourguignon, Jean-Jacques Jegou, Michel Suchod, *secrétaires* ; MM. Maurice Adevah-Poeuf, André Aschieri, Philippe Auberger, François d'Aubert, Dominique Baert, Jean-Pierre Balligand, Gérard Bapt, François Baroin, Alain Barrau, Jacques Barrot, Christian Bergelin, Éric Besson, Alain Bœcquet, Augustin Bonrepaux Jean-Michel Boucheron, , Mme Nicole Bricq, MM. Christian Cabal, Jérôme Cahuzac, Thierry Carcenac, Gilles Carrez, Henry Chabert, Didier Chouat, Alain Claeys, Charles de Courson, Christian Cuvilliez, Arthur Dehaine, Jean-Pierre Delalande, Francis Delattre, Yves Deniaud, Michel Destot, Patrick Devedjian, Laurent Dominati, Julien Dray, Tony Dreyfus, Jean-Louis Dumont, Daniel Feurtet, Pierre Forgues, Gérard Fuchs, Gilbert Gantier, Jean de Gaulle, Hervé Gaymard, Jacques Guyard, Pierre Hériaud, Edmond Hervé, Jean-Louis Idiart, Mme Anne-Marie Idrac, MM. Michel Inchauspé, Jean-Pierre Kucheida, Marc Laffineur, Jean-Marie Le Guen, Maurice Ligot, François Loos, Alain Madelin, Mme Béatrice Marre, MM. Pierre Méhaignerie, Louis Mexandeau, Gilbert Mitterrand, Jean Rigal, Gilles de Robien, Alain Rodet, José Rossi, Nicolas Sarkozy, Gérard Saumade, Philippe Séguin, Georges Tron, Jean Vila.

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION.....	7
CHAPITRE PREMIER – LE ROLE DE L’IMAGE DANS LE RENSEIGNEMENT	9
I.– L’IMAGE, UNE COMPOSANTE TRADITIONNELLE DU RENSEIGNEMENT.....	9
II.– DES VECTEURS ET DES CAPTEURS.....	10
CHAPITRE II – LE SATELLITE.....	13
I.– UN INVESTISSEMENT COURAGEUX	13
A.– UN COUT ELEVE	13
1.– Un développement chaotique.....	15
2.– Des options technologiques efficaces mais datées	16
3.– Une économie possible : une solution originale !.....	17
B.– UN CHOIX ENCORE ISOLE EN EUROPE.....	18
1.– La forte présence américaine	18
2.– Le déclin russe.....	21
3.– La prolifération des systèmes d’observation.....	23
C.– UNE OFFRE COMMERCIALE CROISSANTE.....	25
II.– LE ROLE INDISPENSABLE DES SATELLITES HELIOS.....	29
A.– L’IMAGE PREUVE POUR L’EVALUATION AUTONOME DES SITUATIONS.....	30
B.– LA HAUTE RESOLUTION POUR LE RENSEIGNEMENT D’INTERET MILITAIRE.....	33
C.– LE GÉORÉFÉRENCEMENT POUR LE CIBLAGE DES NOUVEAUX SYSTÈMES D’ARMES.....	38
III.— DES CONTRAINTES IMPORTANTES MAIS PAS INSURMONTABLES	43
A.– LES LOIS DE LA MECANIQUE CELESTE	43
B.– LES CHOIX TECHNOLOGIQUES	45
C.– LES REGLES DE LA COOPERATION INTERNATIONALE.....	47

D.– LES COUTUMES DU RENSEIGNEMENT	49
CHAPITRE III – LES AVIONS	56
I.– LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE	56
A.– LA DISPARITION PROGRAMMÉE DES VECTEURS DÉDIÉS	56
B.– LE REMPLACEMENT DE L'ARGENTIQUE PAR DU NUMÉRIQUE	57
II.– PAS D'OPÉRATIONS AÉRIENNES SANS IMAGES	59
CHAPITRE IV – LES DRONES	60
I.– LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE DRONES	60
II.– LE DRONE, FUTUR OUTIL POLYVALENT	62
III.– UNE DÉMARCHÉ EXPERIMENTALE QUI DURE	63
A.– DES CONCEPTS D'EMPLOI PROGRESSIVEMENT AFFINES	64
1.– Le drone Moyenne altitude longue endurance	64
2.– Les drones tactiques de l'armée de Terre	65
3.– Les microdrones et nanodrones	67
B.– LES RETARDS DU PLAN D'ÉQUIPEMENT	73
1.– Des choix intérimaires qui ne doivent pas figer l'avenir	74
2.– Le drone maritime tactique dans les limbes	76
3.– Le drone Haute altitude longue endurance remis à plus tard	77
CHAPITRE V – VERS L'INÉLUCTABLE MÉTASYSTÈME	80
I.– LA COMPLÉMENTARITÉ DES MOYENS, UNE THÉORIE CONVAINCANTE	80
II.– UNE RÉALITÉ ENCORE DIFFÉRENTE	85
A.– LA FUSION DE DONNÉES : L'AXE IMAGE DE L'ARMÉE DE L'AIR	85
B.– DES OBSTACLES À SURMONTER	87
CHAPITRE VI – POUR UNE STRATÉGIE EUROPÉENNE	90
I.– LE RENSEIGNEMENT AU SERVICE DE L'ÉTAT-MAJOR EUROPÉEN	90

II.– COMBLER LES LACUNES DES DISPOSITIFS NATIONAUX.....	91
A.– LA SURVEILLANCE DE L'ACTIVITE SPATIALE.....	91
B.– L'ALERTE AVANCÉE.....	91
C.– L'IMAGE RADAR	93
CHAPITRE VII – LE COUT DU RENSEIGNEMENT PAR L'IMAGE.....	99
CONCLUSION.....	101
EXAMEN EN COMMISSION.....	101
ANNEXE.....	105

INTRODUCTION

François Mitterrand, Jacques Chirac, Gerhard Schröder ont mesuré, lors de conflits successifs, la grande solitude et la fragilité politique qui étaient les leurs au moment d'évaluer de façon véritablement autonome une crise ou d'en surveiller son déroulement, dès lors qu'ils n'avaient accès presque exclusivement qu'à des renseignements de situation d'origine américaine.

Le monde a changé. Des deux grandes puissances du renseignement spatial, une seule subsiste. Aujourd'hui, la Russie n'a quasiment plus de moyens opérationnels en orbite. Les Etats-Unis restent seuls et s'approprient à développer puissamment leurs moyens spatiaux, leurs capteurs aériens et leurs micro-capteurs.

Ils cultivent par là un rêve ancien qui consiste à pouvoir mener des actions militaires à grande distance à partir de leur territoire. Du concept zéro mort, on passe au concept de zéro soldat. Un système global et fusionné d'exploitation de toutes les images est en train de se mettre en place.

L'Europe peut-elle faire le choix de renoncer à sa capacité d'analyse politique indépendante et à son autonomie dans le contrôle du déroulement des crises ?

La monnaie et le renseignement stratégique ont en commun d'appartenir au cœur des prérogatives régaliennes des Etats. L'Europe de la monnaie s'est construite, a-t-on les moyens et la volonté de construire l'Europe du renseignement ?

Quels sont les systèmes de renseignement existants ?

Lesquels sont véritablement nécessaires ?

Combien coûtent-ils ?

Maîtrisons-nous les technologies ?

Un grand métasystème de renseignement peut-il être un outil au service de la paix ?

Il est urgent d'apporter des réponses précises à ces questions essentielles.

Laisser cette page blanche sans numérotation

CHAPITRE PREMIER

LE ROLE DE L'IMAGE DANS LE RENSEIGNEMENT

Le Livre blanc sur la défense publié en 1994 avait identifié le renseignement comme une des priorités pour les armées en ces termes : « *Le renseignement est l'instrument privilégié de prévention et de gestion des crises et des conflits d'intensités variables et, plus que jamais, un moyen d'aide à la décision politique dans de telles situations. Visant à asseoir notre autonomie stratégique, il sera orienté prioritairement vers la prévision et l'appréciation des conflits* ». Les événements intervenus depuis n'ont fait que conforter cette analyse, et ce quel que soit le niveau de l'action.

La présentation traditionnelle repose ainsi sur trois catégories : **le stratégique** qui relève des décisions d'ordre gouvernemental, **l'opératif** qui correspond au théâtre d'opération et **le tactique** qui concerne les forces engagées sur le terrain.

En fait, un même capteur peut successivement alimenter chacun des trois niveaux et l'imagerie ne fait pas exception à cette règle.

I.- L'IMAGE, UNE COMPOSANTE TRADITIONNELLE DU RENSEIGNEMENT

Le renseignement émane de quatre sources d'information classées comme suit :

- le renseignement d'origine image (ROIM), à partir des capteurs électro-optiques et infrarouge d'une part, de radars à synthèse d'ouverture (SAR), éventuellement susceptibles de détecter les cibles en mouvement, d'autre part ;
- le renseignement d'origine électromagnétique (ROEM) qui comprend l'analyse des signaux de tout système électronique (ELINT, pour Electronic Intelligence) et l'écoute des systèmes de communication (COMINT pour communication Intelligence) ;
- le renseignement issu du traitement automatique des informations (ROINF) ;
- et le renseignement d'origine humaine (ROHUM).

Une appréciation de situation repose toujours sur une synthèse des informations provenant de ces quatre origines. Compte tenu de son importance et des moyens qui y sont consacrés par la France, nous ne traiterons que du ROIM mais le caractère complémentaire des différentes sources d'information est incontestable.

Ces différentes origines alimentent la « **boucle du renseignement** » (recherche, exploitation, diffusion, orientation) selon trois axes indissociables mais dont le cycle de vie varie :

- l’acquisition de documentation, dont la période d’actualisation (de « rafraîchissement ») peut être de plusieurs mois, voire davantage ;
- les données de situation, qui englobent le stratégique, l’opératif et le tactique ;
- et le renseignement de combat dont le cycle n’excède pas 24 heures.

Quel que soit le niveau auquel se situe le renseignement, aucune des origines n’est exclusive des autres car chaque système enrichit l’information et contribue à lever le doute sur une interprétation.

Le renseignement repose largement sur l’observation, laquelle peut se décomposer en surveillance (systématique et permanente) dont la zone de couverture peut varier et en reconnaissance (directement liée aux opérations voire précurseur d’une frappe).

L’imagerie permet de rendre compte d’une situation, de l’évolution de celle-ci, de localiser avec précision les cibles (« targeting »), d’évaluer des risques associés à une éventuelle frappe quant aux dommages collatéraux, de l’efficacité d’une action entreprise (par exemple à travers l’évaluation des dommages de combat). A ce titre, au-delà de son intérêt militaire, elle est une source **indispensable à la prise de décision par le pouvoir politique**.

II.– DES VECTEURS ET DES CAPTEURS

Le premier vecteur, ballons présents à la bataille de Fleurus mis à part, est **historiquement l’avion** et l’armée de l’Air comprend depuis longtemps une composante pilotée dédiée à la reconnaissance. Actuellement, elle est pour l’essentiel équipée de **Mirage F1CR** pour la reconnaissance tactique et de **Mirage IV P** pour la reconnaissance stratégique, vecteurs dont les dates de retrait de service respectives sont 2010 et 2005. Il n’y aura alors plus d’avions de reconnaissance dédiés mais des avions multi-missions capables de reconnaissance comme les Mirage 2000 (2006) et les Rafale (2008) équipés de la nacelle de reconnaissance de nouvelle génération (pod RECO NG).

Le deuxième vecteur est **le satellite**, auquel la France a accédé à partir de 1986 avec les mises en orbite successives des satellites de la série SPOT. Ce vecteur de type commercial a été complété en juillet 1995 par un vecteur gouvernemental avec la mise en orbite d’Helios IA. Depuis décembre 1999, deux satellites Helios sont en orbite ; cette simultanéité est due à l’excellente fiabilité de Helios IA dont la durée de vie n’était garantie que pour cinq ans. Cette heureuse circonstance a permis de mesurer **tout le parti à tirer de deux satellites en orbite au lieu d’un seul**.

Le troisième vecteur est **l’hélicoptère** : dès 1991, un démonstrateur **du système Horizon** de surveillance du champ de bataille a participé aux opérations

militaires de la guerre du Golfe ; ce système repose sur un radar qui détecte les objets mobiles par élimination des échos fixes.

Un autre type de vecteur est appelé à connaître un grand développement puisqu'il s'agit **des drones**, engins sans pilote, dont le vol est soit préprogrammé, soit commandé à distance, une solution mixte pouvant être éventuellement retenue.

L'armée de Terre est équipée de drones tactiques depuis 1993 avec le **CL 289**, drone rapide de surveillance du champ de bataille, puis en 1995 le **Crecerelle**, drone plus lent que le CL 289 (240 km/h contre 720 km/h) et à l'autonomie supérieure (3 heures contre 30 minutes). Quant à l'armée de l'Air, elle expérimente depuis 1998 le drone israélien Hunter de reconnaissance et de désignation d'objectifs qui appartient à la famille des drones MALE (moyenne altitude longue endurance).

S'agissant de la Marine nationale, l'acquisition d'un drone est d'autant moins dans ses priorités que toutes les difficultés relatives à la phase d'appontage ne sont pas encore maîtrisées. L'échéance de 2010 actuellement envisagée est donc étroitement subordonnée à l'obtention par un démonstrateur de résultats sans équivoque sur la fiabilité de fonctionnement du drone maritime tactique.

La **diversification des vecteurs** s'est accompagnée d'**une multiplication des capteurs** et de l'amélioration de leurs performances.

Trois types de capteurs sont actuellement mis en œuvre dans le cadre du ROIM.

Les capteurs **optiques** fournissent des images aisément exploitables sous réserve de la finesse de leur résolution. Ils sont cependant limités à un emploi de jour et par conditions météorologiques favorables, les nuages constituant un obstacle infranchissable pour un capteur optique.

Les capteurs **infrarouge** offrent une capacité **de vision nocturne et de détection d'une activité, en cours ou récente**, à l'origine d'un rayonnement thermique. Bien que moins naturellement lisible qu'une image optique, l'image infrarouge présente des analogies avec celle-ci et son interprétation par un personnel entraîné ne présente pas de difficultés majeures. La fusion d'images obtenues dans le visible et l'infrarouge permet des restitutions en deux dimensions, l'objectif étant la restitution en trois dimensions. Comme l'optique visible, l'infrarouge est arrêté par la nébulosité et la brume.

Les capteurs **radar** présentent l'avantage de fournir des données de jour comme de nuit et **quelles que soient les conditions météorologiques**. En l'état actuel de la technique, l'intérêt essentiel du radar réside, outre dans ses conditions d'utilisation, dans **son aptitude à détecter des objets métalliques** (clôtures, pylônes) et à déceler des changements entre deux prises de vue. En revanche, même si des progrès considérables ont été accomplis, la principale difficulté réside dans l'interprétation des images, qui passe par le recours à des banques de données pour l'identification des objets détectés.

On assiste aussi à l'émergence **de capteurs avancés multispectraux voire hyperspectraux** qui travaillent sur une grande quantité de bandes du spectre électromagnétique en livrant une masse d'informations sur la matière et les signatures radioélectriques des objets. Ce type de capteurs qui délivre une image par fusion de données – mais s'agit-il encore d'une image ?– nécessite des capacités de traitement de l'information (banque de données sur les signatures notamment) qui dépasse nos seuls moyens nationaux.

Le traitement efficace des capteurs traditionnels impose déjà des moyens d'enregistrement, de stockage et de transmission de données qui excèdent parfois les capacités de nos réseaux sécurisés à haut débit, ce qui nécessite la mise en place d'architectures de traitement optimisées.

Il convient de signaler enfin **les capteurs abandonnés**, c'est-à-dire sans vecteurs. Historiquement, ces systèmes ont été employés pour la première fois lors de la guerre du Vietnam pour dénombrer les véhicules sur des axes de pénétration Viet Cong. Les systèmes existants sont essentiellement destinés à la surveillance d'axe ou de zone pour des opérations spéciales. Ils peuvent comprendre des senseurs infrarouge, magnétiques, sismiques, acoustiques et des caméras jour/nuit. Ils peuvent être adaptés à la zone urbaine, en complément des microdrones qui seront bientôt opérationnels.

On peut penser que la miniaturisation des capteurs est une tendance de fond de l'évolution technologique qui continuera d'être exploitée par les armées en raison de la tendance à la dissémination de l'information dans les forces (nécessité de rationaliser au maximum les charges utiles) et de la forte probabilité de les voir opérer en environnement complexe (zone urbaine notamment).

CHAPITRE II

LE SATELLITE

Parmi les nombreux moyens (capteurs et vecteurs) consacrés totalement ou partiellement à l'imagerie, le satellite d'observation militaire Helios occupe une place à part, tant en raison de son volume financier que de ses caractéristiques d'emploi et de ses performances. En matière d'imagerie, cet équipement aura réellement marqué la décennie 1990, même si son caractère de **satellite gouvernemental** n'a pas permis de mettre sur la place publique la totalité des services rendus. Six ans après la mise en service opérationnelle du premier satellite Helios (10 octobre 1995), il est temps d'**essayer de dresser un premier bilan** de ce grand programme.

I.— UN INVESTISSEMENT COURAGEUX

A.— UN COUT ELEVE

Le programme Helios I a été décidé par la France en 1986. Il est mené en coopération internationale avec **l'Italie à hauteur de 14,1 % et l'Espagne à hauteur de 7 %**. Les taux de participation des trois pays se déclinent en termes financiers et de retour industriel, mais aussi en terme de droit d'utilisation opérationnelle du satellite.

Il comprend, outre deux satellites appelés à se succéder en orbite, un centre de contrôle implanté en France (Toulouse), des centres de réception et de traitement des images dans chaque pays et un centre de commandement du système situé en France (Creil).

Le système Helios est **un système militaire d'observation optique par satellite** destiné à acquérir des images **dans le spectre visible**. Ses capacités sont limitées à **l'observation de jour et par temps clair**, ce qui constitue une limitation importante à son utilisation, comme l'ont démontré les premières semaines des opérations aériennes au Kosovo où les nuages ont empêché le satellite de produire de nouvelles images exploitables chaque jour.

Le premier satellite, Helios I A, a été mis en orbite le 7 juillet 1995 depuis la base de Kourou. Le deuxième satellite, Helios I B, a été lancé le 3 décembre 1999.

Le coût de la phase de développement et de réalisation du programme Helios I à la charge de la France **s'élève à 6,3 milliards de francs** (conditions économiques de référence janvier 1987), auquel il faut ajouter **le coût des améliorations lancées** (logiciels de la composante sol, adjonction d'une mémoire de masse électronique sur le deuxième satellite et réalisation d'une station de théâtre transportable), soit **560 millions de francs**. Les coûts additionnels de **la phase d'exploitation** du système à la charge de la France sont de **750 millions de francs pour le deuxième lancement** et, en moyenne sur cinq ans, de l'ordre de **300 millions de francs par an pour l'entretien**,

la maintenance et l'exploitation du système, soit **un total pour Helios I de l'ordre de 9,5 milliards de francs** (avec six années d'exploitation).

Bien que l'Espagne et l'Italie n'aient pas rejoint le programme Helios II, ils ont tous deux signé avec la France des arrangements technico-administratifs pour le déploiement, à leur frais, dans leurs pays respectifs, d'une configuration de composante sol utilisateurs compatible d'Helios II. Cette solution répond à l'obligation d'assurer la continuité de service du système lors du basculement de la configuration Helios I de la composante sol utilisateurs vers la nouvelle configuration Helios II, et offre aux pays partenaires de la France, le cas échéant, la possibilité technique de rejoindre rapidement le programme Helios II.

Le programme Helios II dont les études de faisabilité ont été lancées en 1992 doit prendre le relais des satellites de la première génération et apporter un certain nombre de **progrès opérationnels** au nombre desquels :

- améliorer les capacités de prise de vue et de transmission des images de façon à **réduire les délais d'acquisition** de l'information et à augmenter le nombre d'images réalisables ;
- **améliorer la résolution** dans la bande optique visible de façon à garantir en particulier la reconnaissance de tous les objectifs d'intérêt militaire ;
- introduire une capacité d'**observation infrarouge** de façon à permettre l'observation de nuit et le recueil d'indices d'activités ;
- introduire une **capacité multispectrale** afin de déjouer les tentatives de leurres et de camouflages.

Le programme Helios II comprend la définition, le développement et la réalisation de **deux satellites** de deuxième génération et le segment français d'une composante au sol adaptée des installations au sol déjà réalisées pour Helios I et conçue pour être compatible avec l'arrivée éventuelle de cinq autres coopérants.

Le coût du programme Hélios II est actuellement estimé à **plus de 11 milliards de francs** (conditions économiques de référence janvier 1996), ce qui est élevé.

DECOMPOSITION DU COÛT DE HELIOS II PAR CATEGORIES DE DEPENSES		
	Montant (en millions de francs)	% du total
Conception	2.200	20
Satellites	5.300	48
Lancements	1.650	15
Composante sol utilisateurs	1.250	11
Autres	650	
Total	11.050	

Pour ce qui concerne la financement, les annuités actuelles du programme (2001 et 2002) s'élèvent à 1,1 milliard de francs et la prochaine loi de programmation militaire devrait prendre en compte le solde du programme, soit de l'ordre de 3,6 milliards de francs.

A ce chiffre de 11 milliards de francs (11,5 milliards de francs aux conditions économiques de référence de janvier 2000), il faut ajouter le coût annuel de l'entretien, de la maintenance et de l'exploitation.

Le coût d'exploitation est progressivement réduit. Il s'élevait à 370 millions de francs par an (soit 1 million de francs par jour) pour la première année d'exploitation d'Helios IA en 1995/1996 ; il était en 2000 de 250 millions de francs alors que le système était bisatellite (Helios IA et Helios IB) et l'objectif est de 200 millions de francs par an pour l'exploitation d'Helios II.

On peut donc estimer **le coût de possession du système Helios II à 14 milliards de francs** (conditions économiques de référence janvier 2000), soit 12 milliards de francs de développement et réalisation auxquels s'ajoutent dix années d'exploitation à 200 millions de francs (sans chevauchement des deux satellites).

Un satellite Helios II étant conçu pour prendre jusqu'à 200 images par jour, soit de l'ordre de 70.000 images par an pendant dix ans, le coût de revient d'une image ressort à 20.000 francs.

1.- UN DEVELOPPEMENT CHAOTIQUE

Le coût élevé du programme Helios II résulte largement d'un déroulement chaotique découlant lui-même des **difficultés de la coopération européenne**.

Depuis le lancement des premières études de faisabilité (1992) jusqu'au lancement (début 2004) du premier satellite Helios II, il se sera ainsi écoulé douze ans, ce qui est trop long dans un secteur caractérisé par l'évolution rapide des progrès technologiques. Ceci se traduit inéluctablement par une augmentation du coût de revient par suite des étalements successifs, par des avances de trésorerie afin de préserver les équipes en place, et par des difficultés à prévoir une gestion des effectifs à long terme.

La phase de faisabilité a été achevée en mars 1994 alors que Helios IA n'était pas encore lancé. **La phase de définition**, commencée en avril 1994 avec l'approbation du dossier d'orientation, **s'est étirée en longueur** jusqu'au lancement de la réalisation, approuvé seulement le 7 juillet 1998. Pendant ces quatre années, **la France a notamment attendu les décisions définitives de ses partenaires** en travaillant à différents montages de partage industriel, ce qui s'est traduit par un surcoût en études et développement. On estime ainsi que **l'aller-retour de l'Allemagne dans Hélios II a surenchéri le programme de 160 millions de francs.**

La phase dite de « définition détaillée » (mars 1996-mars 1997) s'est ainsi achevée sur un constat d'échec des négociations relatives à la coopération et par un renchérissement de la part de la France qui désormais assumait la totalité du programme. De 1998 à 2000, c'est **l'Espagne qui annonçait comme imminente sa participation** pour finalement renoncer. Entre-temps, la crise du Kosovo avait mis en lumière les limites de l'utilisation de Helios I et conduisait le conseil de Défense de mars 2000, au terme de neuf mois de réflexions, à décider **l'amélioration des performances de Helios II** (très haute résolution) pour un surcoût estimé à 600 millions de francs, soit 5 % du programme.

Si la conception du satellite a été figée très tôt (1996), celle de la composante sol utilisateurs, très contrainte par les aléas de la coopération, n'a été arrêtée qu'en octobre 1999, ce qui se traduit par des délais de réalisation très serrés.

2.- DES OPTIONS TECHNOLOGIQUES EFFICACES MAIS DATEES

L'étalement du programme se traduit par un long délai entre la date de conception des satellites et celle de leur lancement, ce qui rend plus flagrant encore le **conservatisme avec lequel les options fondamentales ont été prises entre 1992 et 1996.** On ne peut que constater que la France disposera entre 2004 et 2012, de gros satellites dédiés au militaire alors que la majorité des systèmes reposera sur des constellations de petits satellites, moins coûteux, et à la polyvalence et la souplesse plus affirmées.

Des synergies ont existé entre la famille de satellites d'observation militaire et celle de l'observation civile (Spot). Elles ont été évaluées à 1.430 millions de francs (CF 01/96) entre Spot 4 et Helios I et à 1.470 millions de francs (CF 01/96) entre Spot 5 et Helios II. Ces synergies portent sur le partage des coûts de développement d'éléments communs (plate-forme, instrument grand champ, mémoire de masse statique). De même, les futurs satellites de la constellation Pléiades bénéficieront des travaux menés sur Helios II.

Mais **ces chiffres n'ont rien de commun avec ce qui aurait pu être obtenu si une véritable volonté de partager le même système spatial avait existé de part et d'autre.** Il aurait été imaginable de partager la même plate-forme tout en différenciant les charges utiles et en séparant l'exploitation. La France aurait fait figure de

pionnier en adoptant une telle architecture dans un domaine, celui de l'observation spatiale, où elle a toujours figuré en bonne place.

Depuis quelques années, des systèmes à base de petits satellites (300 à 900 kg) se développent avec l'objectif d'atteindre des résolutions comparables aux gros satellites actuels (4 tonnes pour Helios II mais jusqu'à 15 tonnes pour certains satellites américains).

Les études menées par l'industrie française depuis trois ans montrent que l'évolution des technologies (télescope et miroirs en carbure de silicium, miniaturisation des plans focaux, propulsion ionique, etc...) permet maintenant de développer des petits satellites (de l'ordre d'une tonne) de résolution décimétrique dans le visible et métrique dans l'infrarouge thermique **pour des prix très nettement inférieurs à ceux du programme Helios II**. Ainsi le prix de développement et de production de deux satellites (lancement inclus) pourrait baisser jusqu'à un montant de l'ordre de 4 milliards de francs, auquel il faudrait ajouter le coût de la phase de définition du segment sol, vraisemblablement de l'ordre de 600 millions de francs.

3.- UNE ECONOMIE POSSIBLE : UNE SOLUTION ORIGINALE !

Les deux lancements constituent un poste de dépenses très important : de l'ordre de 800 millions de francs chacun, soit 1,6 milliard de francs et 15 % de la totalité du programme Helios II.

Le lanceur Ariane 5 n'est pas économiquement adapté pour des satellites de la classe de ceux d'Helios II. Ariane 5 a été conçue pour satelliser 10 tonnes en orbite géostationnaire et non pas 5 tonnes en orbite basse (moins de 700 km). Dans l'impossibilité de partager le lanceur, faute d'identification d'un autre satellite destiné à l'orbite basse, le recours à la surcapacité d'Ariane 5 se traduit par un **surcoût très important** par rapport à d'autres lanceurs plus adaptés.

C'est notamment le cas de Soyouz qui pourrait lancer les deux satellites Helios II et de Rockot qui pourrait lancer les satellites d'écoute Essaim. **L'économie nette** de cette solution par rapport à l'offre probable d'Ariane 5 **pourrait s'élever à 500 millions de francs**.

Confier un satellite gouvernemental à un lanceur étranger peut *a priori* apparaître surprenant, même si l'Allemagne s'apprête à faire la même chose avec sa constellation de satellites radar Sar Lupe qui pourrait être lancée par le lanceur Dniepr de la société russo-ukrainienne Kosmotras. Ce choix illustrerait **la confiance témoignée par la France à la Russie** et s'inscrirait dans une tradition politique de coopération dans l'espace. Par ailleurs, Soyouz est un des lanceurs les plus fiables du monde et la société qui le met en œuvre, Starsem, est une société franco-russe qui présente toutes les garanties indispensables à une procédure contractuelle élaborée.

Le capital de Starsem appartient ainsi à EADS à hauteur de 35 % et à Arianespace à hauteur de 15 %.

Si les lancements étaient effectués sur les sites actuels, c'est-à-dire Baïkonour (Kazakhstan) pour Soyouz et Plesetsk (Russie) pour Rockot, **d'importantes contraintes de sécurité seraient légitimement exigées par la France**. Un dispositif rigoureux avait déjà été imposé par les Américains au moment du lancement par Soyouz des constellations Globalstar et Skybridge. On ne peut toutefois exclure que du personnel étranger ait accès à des informations relatives aux capacités et performances des satellites.

Le risque serait moindre si **le lancement par Soyouz s'effectuait à Kourou**. Cette décision relève de l'Agence spatiale européenne et elle doit être discutée à son conseil de novembre 2001. Une telle décision est véritablement stratégique. **Un refus opposé par l'Europe à Soyouz aurait pour conséquence très probable de voir des capitaux américains prendre le contrôle de Starsem**. Ariane serait dès lors fort isolée dans la compétition mondiale et ne présenterait aucune offre adaptée pour le lancement des satellites en orbite basse ou des petits satellites en orbite géostationnaire. Kourou, en zone équatoriale, permettrait à Soyouz de lancer des satellites pesant jusqu'à 2,8 tonnes contre seulement 1,5 tonne à Baïkonour.

Malgré l'ampleur des investissements nécessaires à la mise en conformité du pas de tir de Kourou (de l'ordre de 200 millions d'euros), cette décision présenterait l'avantage considérable de pouvoir disposer d'une gamme de lanceurs très complémentaire et de conforter l'ancrage européen du Soyouz.

L'intérêt politique de voir Kourou devenir le creuset d'une forte coopération spatiale russo-européenne est tel que cette hypothèse doit être étudiée avec la plus extrême attention ; il n'y a pas de raison que la Russie reste confinée dans ce domaine fondamental au seul partenariat américain.

Un tel choix imposerait néanmoins une exécution des travaux sans délais pour être compatible avec la date prévue pour le lancement d'Hélios II-A, soit mars 2004.

B.- UN CHOIX ENCORE ISOLE EN EUROPE

En décidant, au début des années 90, de lancer le programme de satellite de surveillance militaire Helios, la France, l'Espagne et l'Italie ont fait un choix isolé en Europe et rare dans le monde. Peu de pays disposent en effet d'un tel équipement, même si beaucoup commencent à envisager des satellites d'observation duaux (militaire et civil) dont les performances pourraient être adaptées à une utilisation militaire élaborée.

Cette activité est longtemps restée l'apanage des deux superpuissances de la guerre froide puisque les États-Unis ont lancé leur premier satellite de surveillance expérimental en 1959 (*Discoverer*) et que l'Union soviétique les a suivis en 1962

(Cosmos 4). **Ce duopole n'a été rompu qu'en 1995** avec le lancement d'Helios IA par la France et celui d'Ofeq 3 par Israël.

La situation a évolué depuis cette date, puisque le nombre de pays disposant de systèmes d'observation de la Terre d'utilisation militaire ou civile a augmenté et continuera vraisemblablement de le faire dans les prochaines années.

1.- LA FORTE PRESENCE AMERICAINE

Tous les objets spatiaux, dont les satellites, font en principe l'objet d'une immatriculation auprès de l'ONU (*International Committee for Space Research*) et du Norad, y compris les satellites gouvernementaux. Cette immatriculation comporte théoriquement l'intitulé de la mission du satellite mais cette déclaration est loin d'être respectée, en particulier pour les satellites gouvernementaux des États-Unis.

Si les États-Unis lancent un satellite sans le déclarer ou sans préciser sa mission, le seul pays disposant des moyens de s'en rendre compte rapidement est la Russie qui **possède un système de surveillance de l'espace**. Les observateurs amateurs, qui publient leurs résultats sur internet, disposent également d'une certaine faculté de détection. Le cas de figure du **lancement secret**, quoique possible, est donc relativement **peu plausible**.

SATELLITES D'OBSERVATION MILITAIRE DES ÉTATS-UNIS EN ACTIVITÉ

Nom	KH 12-3	KH 12-4	Lacrosse 2	Lacrosse 3	Lacrosse 4	USA 144
Type	Key Hole	Key Hole	Lacrosse/VEGA	Lacrosse/VEGA	Lacrosse/VEGA	E300-X8
Lieu de lancement	Vandenberg		Vandenberg	Vandenberg	Vandenberg	Vandenberg
Date de lancement	05/12/1995	20/12/1996	08/03/1991	24/10/1997	17/08/2000	22/05/1999
Lanceur	Titan 4	Titan 4	Titan 4	Titan 4	Titan4	Titan 4
Apogée (km)	960	980	663	679	691	3.131
Périgée (km)	320	300	654	658	686	2.690
Instruments						
panchromatique (PC)						
électro-optique (EO)	EO	EO				?
radar (SAR)			SAR	SAR	SAR	
multispectral (MS)	MS ?	MS ?				
Résolution (m)						?
multispectrale						
SAR			0,6 à 3	0,6 à 3	?	
Visible/infrarouge proche	0,2	0,2				
infra rouge thermique	< 3	< 3				
Durée de vie nominale en années	10 ?	10 ?	10 ?	10 ?	10 ?	?

En dehors d'Ikonos 2 qui est dual, les États-Unis disposent actuellement de deux satellites optiques Key Hole de la génération KH-12 dont la résolution est estimée entre 15 et 20 cm et de trois satellites d'observation radar de type Lacrosse dont la résolution est elle aussi très élevée.

Le lancement du premier satellite de type 8 X le 22 mai 1999 est le premier d'une série destinée à s'insérer dans une architecture intégrée appelée *Future Imaginery Architecture* (FIA). **Ce projet consiste à progressivement mettre en place une constellation de 24 satellites à l'horizon 2010, permettant de survoler n'importe quel point du globe toutes les quinze minutes.** Le satellite 8 X lancé en mai 1999 appartient à la composante optique. Aucune donnée fiable n'existe sur ses performances ; on ne peut que relever son orbite haute et émettre l'hypothèse qu'il porte une charge utile capable de travailler en mode hyperspectral. La composante radar de la constellation, destinée à remplacer les Lacrosse déjà extrêmement performants (jusqu'à 60 cm de résolution) repose sur le programme *Discoverer 2*.

2.- LE DECLIN RUSSE

Le 13 juin 2001, le directeur général de l'Agence spatiale et aéronautique russe affirmait aux députés russes que sur les 90 satellites en activité dont 43 étaient militaires, 77 % avaient dépassé leurs délais d'exploitation.

Le constat semble être confirmé sur le segment des satellites d'observation militaire puisque la Russie disposerait de quatre types de satellites dont un seul serait en orbite actuellement.

**SATELLITES D'OBSERVATION (MILITAIRES ET CIVIL) DE LA RUSSIE
DISPONIBLES AU LANCEMENT**

Nom	Cosmos 2377	Cosmos xxxx	Cosmos xxxx	Cosmos xxxx
Type	YANTAR 4K2	ORLETS	YANTAR 4KSI	YANTAR IKFT
Autre appellation	KOBALT	YENISSEY	NEMAN	KOMETA
Lieu de lancement	Plesetsk (Russie)	Tyuratam (Kazakhstan)	Tyuratam (Kazakhstan)	Tyuratam (Kazakhstan)
Date de lancement	5 juin 2001			
Lanceur	SL-4 (Soyouz U)	SL-16 (Zénih 2)	SL-4 (Soyouz U)	SL-4 (Soyouz U)
Apogée (km)	341	350	300	280
périgée (km)	182	210	200	210
Instruments panchromatique (PC) électro-optique (EO)	PC	PC	PC EO	PC
Résolution (m) Visible/infrarouge proche IR moyen/thermique	0,3 à 0,5	0,6	1 à 2 15	2 à 10
Précision de pointage	très élevée	très élevée	très élevée	très élevée
Usage militaire ou dual	militaire	militaire	militaire	dual
Durée de vie	70 à 120 jours	220 jours	1 an	45 jours

La Russie ne dispose actuellement que d'un seul satellite en orbite mais trois autres sont disponibles au lancement.

Les satellites russes se sont toujours caractérisés par des orbites très basses, une résolution performante et des durées de vie très courtes. La Russie procédait à de nombreux lancements de ce type de satellites (une vingtaine entre 1982 et 1995) avant de ralentir progressivement le rythme depuis 1993, en raison de difficultés financières. Depuis 1997, elle s'est résolue à une présence intermittente afin d'économiser les ressources disponibles. Elle semble désormais privilégier une stratégie passant par des satellites commerciaux de haute résolution.

La tendance lourde de la disparition de la présence russe dans l'observation à partir de l'espace permet de penser que dans une dizaine d'années, les États-Unis disposeront d'un monopole absolu, à ce niveau de performance, dans ce secteur stratégique fondamental.

3.- LA PROLIFERATION DES SYSTEMES D'OBSERVATION

Deux autres pays ont déjà disposé de satellites d'observation militaire mais n'en disposent plus actuellement. Le premier est **Israël** dont le satellite Ofeq 3, lancé en 1995, a été désorbité en novembre 2000. Toutefois, après l'échec du lancement d'Ofeq 4, Israël prévoit de lancer Ofeq 5 dans le courant de l'année 2001.

Le second est la **Chine** dont le dernier satellite de la série FSW (résolution panchromatique de 5 à 10 m) a été désorbité le 3 décembre 1996.

Plusieurs pays ont annoncé leur intention de disposer prochainement de satellites d'observation militaire.

SATELLITES D'OBSERVATION MILITAIRE ANNONCÉS

Pays	Système	Résolution
Inde	un satellite optique en 2001 précurseur d'une constellation de 6 satellites	1 m
Japon	deux satellites optiques deux satellites radar	1 m ?
Allemagne	quatre satellites radar SAR Lupe	1 m
Chine	constellation CAST 4 satellites optiques 4 satellites radar	3 M 20 M

L'observation de la terre par satellite fait appel à des technologies duales qui permettent d'entretenir une grande ambiguïté sur l'utilisation réelle des équipements. De nombreux satellites commerciaux sont exploités pour des usages militaires. Cependant, parce qu'ils se placent dans une logique d'offre commerciale, la plupart des informations sur leurs performances et leurs caractéristiques est accessible.

SATELLITES D'OBSERVATION A USAGE DUAL EN ACTIVITÉ

nom	IRS 1C	IRS 1D	CBERS 1	ZI YUAN 2	UOSAT 12	KOMPSAT	EROS A 1	RADARSAT
pays	INDE	INDE	CHINE	CHINE	GRANDE-BRETAGNE	COREE DU SUD	ISRAEL	CANADA
lieu de lancement	Tyuratam	Sriharikota	Taiyuan	Taiyuan	Tyuratam	Vandenberg	Svobodny	Vandenberg
date de lancement	28/12/1995	29/09/1997	14/09/1999	01/09/2000	21/04/1999	21/12/1999	05/12/2000	04/11/1995
lanceur	Molnlya	PSLV	LM-4B	LM-4B	DNIEPR	Taurus	Start 1	Delta 2
apogée (km)	818	825	745	497	650	685	532	821
périgée (km)	816	736	732	490	650	685	504	793

Instruments								
Panchromatique (PC)	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	SAR (bande C)
électro-optique (EO)	EO	EO	EO	EO	EO	EO	EO	
Radar (SAR) multispectral (MS)	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	
Résolution (m)								10
SAR Visible/ infrarouge proche	6	6	20	5 à 10	8 à 10	7 à 10	1,8	
multispectral (MS)	23 à 190 suivant les instruments et les bandes	23 à 190 suivant les instruments et les bandes	80 à 260 suivant les instruments et les bandes		35			
Durée de vie nominale	3 ans	3 ans	2 ans	?	1,5 an	3 ans	4-5 ans	5 ans

Cette ambiguïté se retrouve dans les doctrines d'exportation de ce type de matériel. La France, pour sa part, maintient une vigilance renforcée sur les performances des systèmes qu'elle autorise à l'exportation. A ce jour, les industriels français (Astrium) n'ont vendu qu'un seul système d'observation satellitaire, **le système Rocsat-2 à Taiwan**, d'une résolution de deux mètres panchromatique et de huit mètres en mode multispectral, destiné à entrer **en service à la fin de 2002** ou au début de 2003.

Jusqu'à une date récente, cette politique était partagée par les quelques pays disposant de la capacité d'exporter ce type de systèmes. Cette position reposait sur le caractère stratégique de ces équipements mais aussi sur la volonté de **ne pas diffuser des capacités de géoréférencement** permettant de faciliter le guidage terminal des nouveaux systèmes d'armes (missiles de croisière notamment).

Le coût de ces système était aussi dissuasif pour de nombreux pays potentiellement clients.

Cette doctrine est actuellement en train d'évoluer. On peut par exemple noter la politique commerciale agressive de l'entreprise israélienne *Imagesat* qui met en œuvre le satellite dual EROS-A1 (1,8 m de résolution) et qui propose la vente de stations sol en liaison montante et descendante permettant au client d'accéder à un système « en exclusivité » sur une zone de couverture donnée. **Ce concept peut paraître séduisant à de nombreuses puissances régionales** qui disposeraient ainsi d'un équipement adapté à leurs besoins et à moindre coût. *Imagesat* évoque ainsi des perspectives d'exploitation d'une constellation de 7 à 8 satellites.

Le caractère dual des systèmes d'observation ne peut que se renforcer au vu des performances actuelles et annoncées prochainement en matière d'imagerie commerciale.

C.- UNE OFFRE COMMERCIALE CROISSANTE

L'observation de la Terre est une activité duale qui intéresse le monde civil comme le monde militaire. En France, cette dualité a été une constante et les deux systèmes ont toujours collaboré via le Centre national d'études spatiales (CNES). Avant le lancement d'Helios, la Défense a largement utilisé les produits SPOT et elle continue de le faire actuellement de manière plus réduite, notamment pour ses besoins cartographiques. L'armée américaine elle-même a largement utilisé les ressources de SPOT, notamment en mettant au point une station transportable capable d'exploiter l'imagerie commerciale et dénommée *Eagle vision*. Le centre satellitaire de l'Union de l'Europe occidentale (UEO) à Torrejon a aussi largement utilisé l'imagerie commerciale, qu'elle soit optique (SPOT, Landsat, IRS) ou radar (ERS, Radarsat).

Les relations entre les systèmes civils et militaires se posent actuellement avec une acuité redoublée du fait d'une triple évolution des capacités civiles :

- amélioration des performances ;
- dissémination géographique ;
- libéralisation des conditions de vente par les États-Unis.

Le tableau ci-après retrace l'évolution de l'offre commerciale optique à travers ses principaux systèmes.

ÉVOLUTION DE L'IMAGERIE COMMERCIALE OPTIQUE	
Satellites	Résolution (panchromatique)
<u>En activité</u>	
SPOT 1,2 et 4 (France)	10 M
LANDSAT 4 et 5 (États-Unis)	30 M
IRS 1-C (Inde)	6 M
IKONOS 2 (États-Unis)	0,8 M
EROS - A1 (Israël)	1,8 M
<u>Prévus</u>	
ORBVIEW 3 - 4 (États-Unis 2001)	< 1 M
QUICK BIRD 2 (États-Unis 2001)	0,6 M
SPOT 5 (France 2002)	3 M
IKONOS 3 (États-Unis 2005)	0,50 M
PLÉIADES (France Horizon 2006)	0,8 M
ÉROS B1 (Israël)	0,5 M

Dans le domaine de l'imagerie commerciale, ce sont les États-Unis qui inspirent la doctrine de sécurité du fait de l'offre représentée par trois sociétés qu'ils contrôlent : *Space Imaging* (Ikonos), *Orbimage* (Orbview) et *Earthwatch* (Quickbird).

Après une longue période de prudence, ponctuée de concertations avec les quelques pays maîtrisant la technologie de l'observation spatiale dont la France, la tendance est à **la libéralisation de l'offre commerciale**.

La réglementation applicable est issue d'une norme établie le 31 juillet 2000, par la *National Oceanic and Atmosphere Administration* (NOAA) qui prévoit l'accès libre à une résolution de 50 centimètres en mode panchromatique et multispectral, sauf cas particulier relevant de la sécurité nationale. Le seul exemple connu de cette exception est l'interdiction de cession d'images d'Israël à une résolution inférieure à celle qu'on trouve sur le marché, en vertu d'un amendement voté par le Congrès en 1996. Cette doctrine résulte de motivations économiques, puisqu'elle permet de conforter la compétitivité du marché des images satellitaires face à celui des images aériennes, davantage prisé par les acteurs économiques, mais aussi stratégiques puisque **cette libéralisation dissuade de nombreux pays d'investir dans des systèmes satellitaires d'observation autonomes.**

Cette stratégie commerciale réduit sérieusement le club des pays pour qui l'investissement dans des systèmes de très haute résolution est utile. Ces pays doivent disposer de moyens économiques importants et d'une volonté d'autonomie stratégique. L'Europe pourra à terme, si elle le veut, être la deuxième puissance dans ce domaine capital.

Elle traduit aussi une inflexion marquée des États-Unis **en faveur des capteurs avancés**, c'est-à-dire radars et hyperspectraux, par opposition à l'imagerie traditionnelle, panchromatique et multispectrale. L'accès aux capteurs avancés demeure ainsi réservé à l'État américain, sauf autorisations particulières et licences partielles.

Il est rappelé qu'une image **multispectrale** est obtenue à partir d'une observation menée sur cinq bandes au plus des gammes de fréquence visible et infrarouge du spectre électromagnétique, alors qu'une image **hyperspectrale** est issue d'une observation menée sur un nombre supérieur de bandes, jusqu'à 300 bandes actuellement aux États-Unis. L'image **panchromatique** quant à elle, résulte de la fusion des images multispectrales.

La décomposition fragmentée de l'infrarouge lointain, thermique, moyen et proche du visible, obtenue par les technologies hyperspectrales permet de fournir des informations très détaillées sur les matériaux observés (peintures et revêtements notamment) et constitue **une réponse au leurrage et camouflage**. Elle nécessite cependant des bases de données gigantesques sur les signatures hyperspectrales des matériaux, que même les États-Unis pourraient avoir du mal à maîtriser.

Cette doctrine s'affirme toutefois très nettement aux États-Unis. Il est ainsi envisagé d'autoriser l'accès aux images classiques produites par le satellite Orbview 4 qui sera lancé à l'automne 2001 et dont la résolution pourrait être encore inférieure à 50 cm alors que **la charge utile hyperspectrale** d'une résolution très supérieure (8 mètres) restera sous le strict contrôle du Pentagone.

Quoi qu'il en soit, il reviendra aux utilisateurs de satellites militaires dédiés, et notamment, d'Helios II, de savoir utiliser de manière complémentaire les nouvelles offres de l'imagerie commerciale. Les services de renseignement militaires français commandent déjà des images Ikonos, notamment sur des zones sensibles, et les obtiennent, même si les délais de livraison peuvent être pénalisants. Les images Helios leur permettent toutefois de corréler l'information et de valider l'intégrité des images Ikonos.

II.- LE ROLE INDISPENSABLE DES SATELLITES HELIOS

Se priver de satellites d'observation militaire représenterait **une sérieuse régression**, tant au regard du **rang international** de la France que du caractère opérationnel des forces.

Ces équipements rendent en effet des services que les satellites civils actuels et programmés seraient incapables de fournir. En cela, ils ont comblé les attentes de leurs concepteurs. Il faut se souvenir en effet que le premier projet de satellite d'observation français, SAMRO, était militaire et qu'il remonte à 1978, soit bien avant le lancement de la famille de satellites civils SPOT. Il s'agissait à l'époque, conformément à la pensée stratégique dominante, d'abord de **renforcer la capacité de la force française de dissuasion**, notamment grâce à l'identification des foyers industriels et de peuplement les plus importants des pays susceptibles d'être l'objet de frappes nucléaires et ensuite de surveiller le bloc soviétique.

Si ce projet a été abandonné en 1982, principalement pour des raisons financières, les travaux de recherche qu'il avait engendrés ont largement profité à la famille SPOT dont le premier satellite a été lancé en 1986.

Repris en 1986, le projet Helios s'est concrétisé par le lancement d'un premier satellite, le 7 juillet 1995, **dans un contexte stratégique très différent**.

La guerre du Golfe, par les lacunes qu'elle a mises en lumière sur notre capacité d'évaluation autonome des situations, a définitivement assuré l'avenir du programme de satellite d'observation militaire et de ses successeurs puisque la phase de faisabilité de Helios II a démarré dès 1992. Helios a conservé de sa genèse, proche et lointaine, un caractère d'équipement politico-stratégique affirmé. C'est un des rares matériels militaires dont **les plus hautes autorités politiques figurent parmi les utilisateurs directs car les images Helios ont notamment pour objet d'appuyer la négociation internationale au sommet**.

A.— L'IMAGE PREUVE POUR L'ÉVALUATION AUTONOME DES SITUATIONS

Helios est **un équipement majeur de souveraineté** car il contribue de manière souvent décisive à l'évaluation autonome des situations. Les images Helios, interprétées correctement, parfois complétées par des informations d'autres origines, fournissent aux plus hautes autorités politiques et militaires des éléments fiables d'appréciation de situation qui constituent un élément d'aide à la décision et qui leur permettent à la fois de corriger d'éventuelles affirmations hâtives de certains alliés, et de confronter leurs adversaires à leurs agissements, sans contestation possible. En cela, elles participent activement à **l'affirmation de notre indépendance nationale**, fondement consensuel de la politique étrangère et de sécurité de la France, incarnée par les différents présidents de la V^{ème} République, comme le prévoit l'article 5 de la Constitution.

Aucun système satellitaire étranger, si performant soit-il, ne garantirait cette indépendance de jugement puisque **la fiabilité des données** ne serait pas assurée. Outre la falsification pure et simple des images, presque aussi aisée que celles de photographies numériques de particuliers et en tout état de cause indétectable, il existe plusieurs façons d'être dépendants, dès lors qu'on ne maîtrise pas un système satellitaire : délais d'attente, dégradation volontaire des performances, refus de vente, impossibilité de vérifier les coordonnées du site observé et la date de la prise de vue, etc.

Par ailleurs, un opérateur commercial ne garantirait ni l'exclusivité ni **la confidentialité des images** demandées même si, sur ce plan, des accords particuliers pourraient être passés avec des opérateurs nationaux civils. On ne peut que constater que les équipements civils actuels dont les performances se rapprochent de celles des satellites militaires dépendent directement du gouvernement des États-Unis : chiffre d'affaires, réglementation, technologies, etc.

Or, l'un des grands avantages du satellite est justement sa **discrétion**. Helios permet de disposer de renseignements sur des zones géographiques, partout dans le monde, sans que les gouvernements dont elles dépendent en soient avertis. À la différence d'un avion (voir l'incident de l'avion américain avec la Chine), il n'existe aucun risque de voir l'équipage appréhendé.

Par ailleurs, le satellite, sauf accident technique ou choc avec un corps céleste, est **invulnérable** et le restera, au moins à moyen terme. Il n'est toutefois pas exclu que quelques pays puissent prochainement disposer de dispositifs laser de brouillage au sol, sous forme d'une station mobile d'éblouissement à proximité d'une zone ou d'une installation sensible. Il ne s'agirait que d'un moyen de contre-mesure momentané qui n'endommagerait pas durablement les équipements de détection mais qui les éblouirait pendant le passage sur zone. Cette capacité nécessite toutefois une grande expertise de la poursuite dont la précision doit être suffisante pour que le satellite reste dans le champ de vue du télescope d'émission du laser, ce qui n'est pas à la portée de beaucoup d'États.

Quoiqu'il en soit, **Helios demeure actuellement un fournisseur irremplaçable d'images preuves qui permettent à la France de peser dans les relations internationales, pendant ou en dehors des périodes de crise.**

Plusieurs exemples précis pourraient être cités notamment en période de crise comme en septembre 1996 lorsque les images Helios permirent de relativiser les affirmations des États-Unis relatives aux mouvements de troupes irakiennes vers le Kurdistan ou, au printemps 1999, à propos de la sélection des cibles pendant les opérations aériennes du Kosovo. **Cet outil est d'autant plus précieux que dans les rares occasions où les États-Unis fournissent des images à l'appui de leurs affirmations, ils ne les laissent pas à leurs interlocuteurs, même les plus prestigieux, (« for eyes only »). Lors de différents conflits, François Mitterrand et Jacques Chirac en ont fait l'amère expérience.**

Les domaines politico-stratégiques susceptibles d'être renseignés par des images preuves sont nombreux. On peut, par exemple, évoquer :

- la prévention des crises ;
- la gestion des crises ;
- le contrôle du désarmement ;
- le suivi de la prolifération ;
- le contrôle de l'application des traités internationaux ;
- l'aide à l'engagement des forces ;
- la prévention et l'évaluation des dégâts causés par une catastrophe ;
- la participation aux efforts d'aide humanitaire.

Cette liste met en évidence que le satellite, loin d'être une arme, représente surtout un outil de prévention des crises au service de la sécurité collective. Son utilisation est en conformité avec le traité de 1967 qui impose une liberté d'usage de l'espace extra-atmosphérique à des fins pacifiques.

Dans l'utilisation pratique du satellite, les opérationnels distinguent plusieurs modes d'action, mais le fondement commun de ces différentes approches est bien celui de l'image preuve.

MODES D'UTILISATION DU SATELLITE HELIOS		
Type de renseignement	Type de phase	Exemples d'observations ou d'actions
Documentation	Prévention Planification d'opérations	<ul style="list-style-type: none"> – base de données image des théâtres potentiels – constitution de dossiers de sites et d'objectifs – couverture cartographique et hydrographique des théâtres potentiels – évaluer la prolifération d'armes des théâtres potentiels
Situation	Planification d'urgence Mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> – mise à jour des bases de données – évolution du dispositif adverse – alimenter les systèmes d'armes et de simulation en données dédiées au futur théâtre
Combat	Conduite des opérations	<ul style="list-style-type: none"> – suivre la situation adverse – acquérir les objectifs d'opportunité – évaluer les actions

Ces différents modes d'utilisation ne peuvent être satisfaits que grâce à la maîtrise du système satellitaire notamment parce qu'ils exigent **une permanence de l'observation dans l'espace et dans le temps**, condition indispensable à une approche comparative et raisonnée des situations.

B.- LA HAUTE RESOLUTION POUR LE RENSEIGNEMENT D'INTERET MILITAIRE

Au-delà de la fiabilité, de la confidentialité et de la permanence, l'existence de satellites militaires se justifie aussi par **leurs performances** qui sont globalement très supérieures à celles des satellites civils et plus adaptées aux besoins opérationnels des militaires.

La première d'entre elles, mais non pas la seule comme on a souvent tendance à le considérer, est **la résolution** qui permet de caractériser la netteté de l'image et la possibilité d'identifier des objets. La résolution est la mesure de la distance projetée au sol et à la verticale entre deux détecteurs de base du satellite. La résolution théorique maximale correspond en effet à la taille au sol de chaque pixel de l'image. La résolution des satellites civils s'améliore grandement. Toutefois, peu d'entre-eux atteignent encore les seuils critiques pour l'observation des équipements militaires.

La détection permet de distinguer un objet ou un phénomène susceptible d'avoir un intérêt militaire (un avion), **la reconnaissance** permet de déterminer sa nature (un avion bombardier) et éventuellement sa classe ou son type alors que **l'identification** permet d'individualiser des objets appartenant à une même classe (un Mig 29).

Le seuil de un mètre constitue actuellement une référence en-deçà de laquelle les équipements militaires deviennent plus facilement identifiables. Le tableau ci-après présente des évaluations de capacités associées à différents seuils de résolution inférieurs à un mètre.

INFLUENCE DE LA RÉOLUTION SUR LES CAPACITÉS DES SATELLITES D'OBSERVATION	
Résolution	Capacité
2 mètres	Reconnaissance de 50 % des équipements militaires
1 mètre	<ul style="list-style-type: none"> • Détection de 100 % des équipements militaires • Identification de 100 % des infrastructures militaires
80 centimètres	<ul style="list-style-type: none"> • Identification de 100 % des matériels aériens et de 100 % des bâtiments de guerre • Identification de certains systèmes d'armes • Reconnaissance d'un blindé
50 centimètres	Reconnaissance de 100 % des équipements militaires
30 centimètres	<ul style="list-style-type: none"> • Identification (blindés, véhicules légers). • Identification de 100 % des systèmes d'armes (canon du char) • Identification d'une colonne de réfugiés et de la direction de sa progression
20 centimètres	<ul style="list-style-type: none"> • Discrimination entre des humains et des objets • Dénombrement approximatif d'une foule

15 centimètres	Discrimination entre un homme et une femme
----------------	--

Ces données sont indicatives puisque la résolution effective de l'image dépend de nombreux paramètres, distincts de la résolution théorique du système satellitaire (position et stabilité du satellite au moment du cliché, éclairage de la scène, etc).

Elles permettent de mettre en valeur la grande étendue des capacités de reconnaissance associées à une résolution submétrique. Seule reste théoriquement impossible l'identification d'un individu qui nécessiterait une résolution permettant de distinguer les traits d'un visage, c'est-à-dire véritablement centimétrique.

Actuellement, seul le satellite civil Ikonos offre une résolution submétrique mais de nombreux lancements de satellites commerciaux ayant cette capacité sont envisagés à brève échéance.

En matière de satellites militaires, on estime la résolution ultime des *key hole* américains actuellement en service, à 15 cm.

Pour ce qui concerne la France, la résolution actuelle de Helios I est métrique, c'est-à-dire comprise entre 1 et 2 mètres, alors que la résolution de Helios II sera largement submétrique.

Elle se décomposera en deux modes, la haute résolution (HR) et la très haute résolution (THR), cette dernière capacité ayant été arrêtée en mars 2000, lors d'un conseil de défense tirant les enseignements de la crise du Kosovo.

L'une des grandes caractéristiques de Helios II sera aussi la capacité de travailler dans des bandes spectrales autres que le visible, c'est-à-dire l'infrarouge et le proche infrarouge.

La capacité infrarouge thermique permettra l'observation de nuit par temps clair ainsi que le recueil d'indices d'activités de jour et de nuit. On pourra aussi évaluer si des avions militaires photographiés au sol sont en phase d'action (moteurs chauds) et si certains viennent de décoller (traces sur le sol). On pourra ainsi évaluer l'activité d'installations industrielles (raffinerie) par la mise en valeur des différences thermiques de leurs composantes (cuves). Ceci améliorera la mise en évidence des leurres même si l'on peut toujours positionner un foyer de chaleur dans une maquette de char ou d'avion (exemple rencontré au Kosovo de char en plastic gonflable doté d'un émetteur infra-rouge).

L'analyse multispectrale dans le proche infrarouge devrait permettre de différencier la couverture végétale du bâti et de dégager d'importantes conclusions sur l'activité et l'organisation d'un site donné. Cette capacité permettra par exemple d'identifier plus facilement des charniers.

Helios II permettra par ailleurs d'augmenter considérablement la **productivité de l'outil** en raccourcissant les distances d'enchaînement entre deux prises de vue et en multipliant par trois le nombre quotidien de prises de vues. La capacité de décliner la largeur du champ de prise de vues en un champ large de moindre résolution et un champ étroit, de résolution affinée, sera maintenue et elle sera complétée par la possibilité de

mener simultanément les deux prises de vues afin de disposer d'images d'un site en haute résolution et de son environnement en moyenne résolution.

Enfin, Hélios II permettra de **réduire de moitié les délais d'acquisition** et de mise à disposition de l'information.

C.- LE GÉORÉFÉRENCEMENT POUR LE CIBLAGE DES NOUVEAUX SYSTÈMES D'ARMES

Pour évaluer l'efficacité d'un système de satellite, il est d'usage d'évoquer la seule résolution alors que d'autres paramètres doivent entrer en ligne de compte et notamment les données auxiliaires à la prise de vues. Une image, aussi précise soit-elle, **doit être référencée dans le temps et dans l'espace** pour être pleinement exploitée par ses commanditaires et notamment par des utilisateurs militaires.

La datation précise de l'image est indispensable pour situer la scène dans une évolution chronologique et tirer des premiers enseignements par rapport à d'autres clichés plus anciens. La connaissance précise de l'heure solaire permet, à partir d'un traitement approprié des ombres portées, d'évaluer des hauteurs de bâtiments ou d'équipement et de contribuer à leur identification. La hauteur d'un hangar à avions donne, par exemple, des informations sur le type d'aéronefs susceptibles d'y être entreposés.

La date du cliché, corrélée avec les données de navigation de la plateforme, permet d'obtenir une première localisation de l'image. Le géoréférencement, c'est-à-dire la détermination de la position de chacun de ses pixels dans un référentiel géographique choisi, est indispensable à son utilisation militaire.

De ce fait, la fonction de localisation du système Hélios et la qualité intrinsèque des données qu'elle fournit, apportent une **contribution décisive** à l'actuel processus de **numérisation des données géographiques militaires** dont l'ampleur et l'importance pour l'outil de défense doivent être soulignées.

Un des grands utilisateurs des images Hélios dans les années à venir sera le **programme Données numériques géographiques trois dimensions (DNG 3D)** dont la phase de faisabilité s'est achevée avec l'approbation du dossier d'orientation par le ministre de la Défense le 18 février 2001.

Ce programme doit fournir toutes les données de géographie numérique pour la navigation des armes et vecteurs, la préparation de mission et les besoins des systèmes d'information, ainsi que des modèles 3 D pour le guidage terminal des nouveaux systèmes d'armes. 75 systèmes utilisateurs de données géographiques ont été recensés dont 14 déterminants, ce qui démontre son caractère transverse et critique pour l'architecture de notre défense. Ces données alimentent ainsi notamment les systèmes de préparation de mission des avions d'attaque (Rafale, Mirage 2000) mais aussi les hélicoptères (Tigre, NH 90), les systèmes d'artillerie, les systèmes d'information et de communication et les

nouveaux systèmes d'armes (Apache AP, SCALP EG, AASM). La capacité de production globale a été évaluée à 15 millions de km² sur une durée de dix ans.

Les produits géographiques fournis vont de cartes multi-échelles jusqu'à une gamme de produits complexes comme des spatiocartes permettant la visualisation de la troisième dimension, des fonds d'images rectifiées, des plans de ville, des fonds d'affichage rapide, des modèles numériques de terrain (MNT), des modèles numériques d'élévation (MNE) ou des modélisations en 3 D d'objectifs.

UN MODÈLE NUMÉRIQUE DE TERRAIN

Un MNE est une modélisation géométrique des objets situés au-dessus du sol (bâtiments, végétation) alors qu'un MNT représente l'altitude du sol au pied des bâtiments.

Les sources image disponibles pour ce programme reposent essentiellement sur des moyens satellitaires dont la largeur de fauchée est seule adaptée à la couverture souhaitée. Si la situation actuelle se caractérise par un usage important de l'imagerie de moyenne résolution (SPOT, ERS, Radarsat) et un recours plus modeste à la haute résolution (Hélios 1), les besoins du proche avenir (MNT, plans de ville de niveau 3, modèle 3 D) nécessiteront une **utilisation renforcée de la haute résolution Hélios 1 et Hélios 2 associée à la haute précision des coordonnées géographiques caractérisant ces systèmes.**

Il n'est pas exclu que cette pression accrue des besoins du programme Données numériques géographiques trois dimensions (DNG 3D) se traduise par des conflits plus fréquents sur la programmation des satellites militaires d'autant que, si les zones géographiques peuvent être les mêmes que celles intéressant les services de renseignement, l'angle de visée sera souvent différent car le géographe privilégiera la HR et la visée verticale alors que le renseignement peut choisir une visée latérale qui apporte des informations sur les reliefs déduits des ombres portées.

Le programme DNG 3 D recourra néanmoins beaucoup à l'imagerie civile « maîtrisable », c'est-à-dire à SPOT 5 lancé en 2002 avec une résolution panchromatique de 3 mètres en mode THR, et sur lequel le ministère de la Défense a d'ores et déjà négocié le placement d'un instrument haute résolution stéréoscopique (HRS). Cet instrument HRS sera dédié à l'acquisition de sources images en vue de l'élaboration de MNT et de MNE sur des zones urbaines. 50 % de sa programmation sera réservée au ministère de la Défense. Il sera utilement complété par la capacité de prise de vue stéréoscopique haute résolution en une seule passe prévue sur Helios 2

Disposer d'une cartographie réaliste pour le **combat urbain**, notamment dans la perspective d'une opération d'évacuation de ressortissants dans les mégapoles africaines, constitue par exemple un besoin opérationnel incontestable.

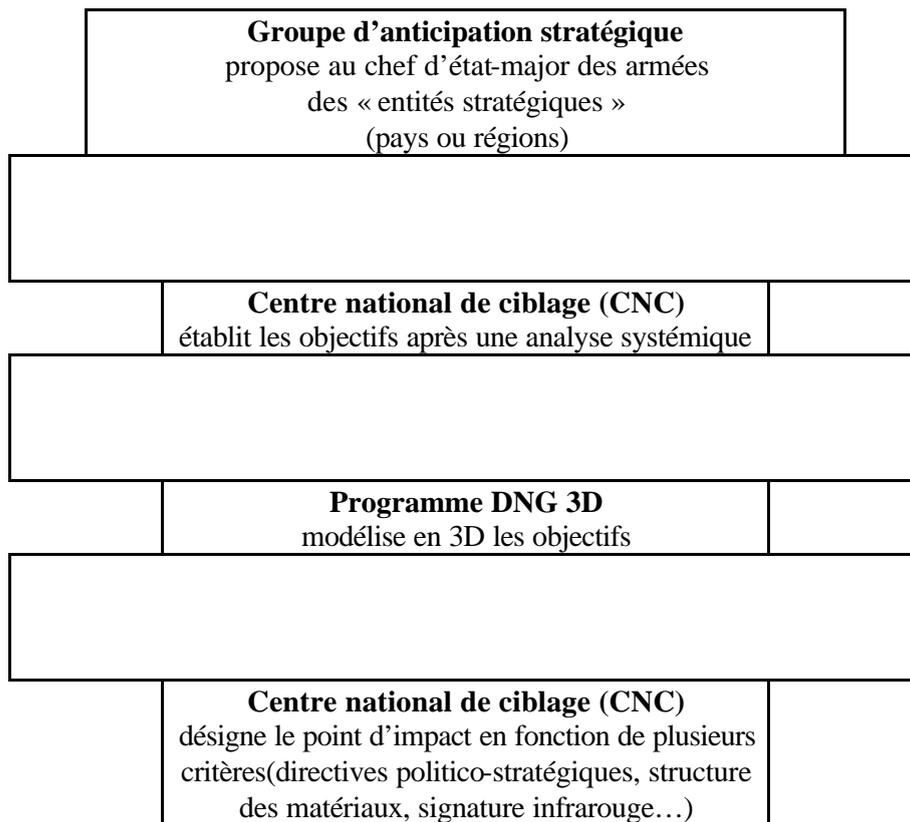
Outre la modélisation du terrain (MNT) avec une précision relative souhaitée de l'ordre du mètre (elle est encore inférieure pour certaines opérations spéciales menées sur des sites particuliers), la **base de données urbaine** doit comprendre une description volumétrique des bâtiments (MNE) mais aussi des éléments relatifs à leur apparence (habillage des façades) ou à la nature des matériaux qui les constituent. Ces bases de données devraient porter sur le bâti du centre ville, les zones à forte densité de population mais aussi les quartiers résidentiels et internationaux, les infrastructures de transport, les réseaux urbains (égouts), les sites de production d'énergie et de stockage des carburants, les hôpitaux, etc ... Elles ne peuvent résulter que de la fusion de données issues d'images spatiales, des photographies aériennes et terrestres, de techniques de télédétection (topographie laser aéroportée) ainsi que d'informations recueillies sur le terrain (points d'appui).

Par ailleurs, il est envisagé de négocier un accès à certaines données collectées par le radar SRTM (*shuttle radar topography mission*) de la navette américaine *Endeavour* qui, en février 2000, a procédé à 11 jours d'acquisition de données (cartographie en 3 D de 80 % de la surface terrestre avec une résolution de 30 mètres) qui nécessiteront de l'ordre de deux années de traitement.

L'une des autres applications les plus évidentes de Helios 2 sera de fournir les images nécessaires à la **modélisation en 3 D des objectifs** des nouveaux systèmes d'armes comme le missile de croisière SCALP-EG qui entrera en service en 2003 et l'armement air-sol modulaire (AASM) prévu pour fin 2005, puisque le système présentera les caractéristiques nécessaires à cette mission, tant en résolution qu'en précision du géoréférencement.

La chaîne opérationnelle qui a été mise en place pour mener à bien cette modélisation est riche d'informations sur l'outil militaire de renseignement.

CHAINE OPERATIONNELLE DE LA MODELISATION EN 3D DES OBJECTIFS ASSIGNES AUX MISSILES DE CROISIERE



Il est ainsi particulièrement significatif de constater que les étapes clés du processus de ciblage ont été confiées à une structure interarmées créée à cet effet, **le Centre national de ciblage (CNC)**, fortement inspiré des conceptions de l'armée de l'Air et mis en place par ses hommes, et non pas à la Direction du renseignement militaire qui ne joue qu'un rôle de prestataire de services dans cette chaîne opérationnelle. Il faut sans doute y voir **une certaine répartition des tâches entre la DRM dont le cœur de métier est l'analyse des ordres de bataille adverses, et le Centre national de ciblage destiné à appréhender, de manière globale et synthétique, les vulnérabilités d'une entité stratégique donnée.**

Le CNC a en effet pour tâche de soumettre à une véritable radiographie les entités stratégiques désignées, en menant une analyse systémique de l'ensemble de leurs structures et réseaux, civils et militaires. Le père spirituel des spécialistes du ciblage, John

Warden, définit **cette analyse systémique autour de cinq cercles** : forces armées déployées, population nationale, infrastructure nationale, fonctions vitales, leadership national. Le CNC, actuellement constitué d'une trentaine d'analystes, a vocation à monter en puissance et à développer des relations de travail avec de nombreux experts du monde civil.

Il faut souligner l'importance fondamentale de cette capacité autonome de ciblage. Aucun vecteur maritime, terrestre, aérien, n'est utilisable sans une détermination préalable des cibles. L'autonomie de possession des *cruise missile* britanniques ne correspond à aucune autonomie d'utilisation car la définition ses cibles dépend totalement du Pentagone. Pouvoir définir, trier et choisir soi-même ses cibles, c'est choisir sa stratégie, c'est choisir sa politique. Ne pas disposer de cet outil autonome reviendrait à renoncer à toute liberté politique en cas de crise et rendrait inutile l'investissement dans des armes qui ne seraient que des systèmes supplétifs des forces américaines.

Les liens entre l'imagerie et la géographie militaire sont ainsi de plus en plus étroits et ne feront que se renforcer au fil des années.

Les États-Unis en ont tiré les conséquences administratives en réunifiant, le 1^{er} octobre 1996, au sein de la nouvelle *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA) les fonctions d'interprétation photographique et de cartographie, précédemment exercées par deux structures indépendantes. Les Britanniques les ont imités en créant le 31 mars 2000 la *Défence Geographic and Imagery Intelligence Agency* (DGIA).

La France, quant à elle, se caractérise encore par une **fragmentation de son organisation en matière d'imagerie et de géographie militaires**. La rationalisation des structures (Section géographique militaire, Centre géographique interarmées, Établissement de production de données géographiques, Groupe géographique, Escadron géographique Air-Marine) compétentes en matière de géographie, sans parler de leur rapprochement avec le Centre de formation et d'interprétation interarmées de l'imagerie (CF3I), ne semble curieusement pas à l'ordre du jour, malgré l'évidence de son opportunité et même si plusieurs de ces administrations ont des implantations géographiques voisines sur la base de Creil.

III.— DES CONTRAINTES IMPORTANTES MAIS PAS INSURMONTABLES

Le satellite est un instrument technologique très évolué qui fournit de nombreux services mais dont l'utilisation subit de nombreuses contraintes qui n'en font pas un équipement très réactif ou doté d'une grande flexibilité de mise en œuvre. Les contraintes sont de nature différente ; elles peuvent résulter de paramètres qui s'imposent à tous, comme les lois de la mécanique céleste, mais aussi de décisions beaucoup plus contingentes, comme les procédures régissant le contrôle opérationnel du système satellitaire.

A.— LES LOIS DE LA MECANIQUE CELESTE

Pour observer la terre dans de bonnes conditions depuis l'espace, il faut d'abord veiller à obtenir des images comparables, quel que soit le point observé sur le

globe. Il faut donc maintenir constante la distance entre l'outil d'observation et la surface de la terre et c'est la raison pour laquelle le choix d'une **orbite quasi-circulaire** s'impose. Si l'on souhaite une bonne résolution, il est préférable de choisir **une orbite basse** (inférieure à 1000 km) et si l'on se prononce pour une couverture mondiale, il est indispensable de prendre une **orbite polaire**.

Pour observer à intervalles réguliers les mêmes points de la surface terrestre, il faut que le satellite et la terre fonctionnent en cycle, c'est-à-dire qu'au terme d'une période donnée, le satellite ait accompli un nombre entier de révolutions sur son orbite et la terre un nombre entier de tours sur elle-même. On parle alors d'orbite **géosynchrone**. Enfin, pour obtenir des conditions d'éclairement quasi-identiques d'une prise de vue à l'autre, il faut maintenir un angle constant entre le plan de l'orbite et la direction du soleil, c'est-à-dire choisir une orbite **héliosynchrone**. Par principe, de telles orbites permettent le survol d'un point donné à une heure solaire sensiblement constante et les conditions d'éclairement solaire local ne dépendent plus que de la saison.

Helios, comme la plupart des systèmes d'observation de la terre, utilise donc une orbite basse, circulaire, quasi-polaire géosynchrone et héliosynchrone.

La première conséquence de ces lois de la mécanique céleste est la relative **prévisibilité des modes d'action des satellites d'observation**. Il est possible de connaître les traces orbitales d'un satellite donné et de prévoir ses heures de passage à la verticale d'un site donné. Tous les éléments orbitaux des satellites sont ainsi publiés sur le site internet de la Nasa, à l'exception de ceux des satellites gouvernementaux américains. On peut noter que sur ce site, on trouve sans difficulté les paramètres des satellites Helios. Cette publication présente une périodicité variable, avec des «blancs» qui interviennent souvent lors des périodes clés (manœuvres, crises, conflits...). La qualité de ces données est suffisante pour positionner dans l'espace et dans le temps un moyen d'observation ou d'acquisition directif. Elle peut être complétée par des informations sur des **sites internet non officiels dont l'un des meilleurs est celui de la fédération des scientifiques américains**.

La représentation graphique et temporelle du passage d'un satellite sur un point donné est effectuée à partir d'un outil informatique qu'on appelle un «logiciel de propagation». Les outils de propagation des éléments orbitaux sont totalement disponibles, en général gratuitement, au moins dans une version de base qui permet de réaliser des fonctions simples et notamment des prévisions de passage.

Lorsqu'ils sont alimentés par les éléments orbitaux publiés, ces outils permettent de déterminer les caractéristiques des missions des satellites, voire de poser des hypothèses sur leurs instruments et leurs performances. En revanche, la précision des éléments orbitaux publiés et leur périodicité ne sont pas suffisantes pour effectuer un suivi très fin, par exemple lorsqu'il s'agit d'évaluer la quantité d'ergols exactement consommée ou de préparer la stratégie de maintien à poste d'un satellite dans une fenêtre donnée.

Un satellite d'observation dispose de peu de manœuvrabilité. Certains satellites américains et russes procèdent toutefois, en cas de crise, à des changements d'orbite, par freinage (descente) puis accélération (remontée) de la plate-forme, ce qui modifie le cycle du système afin de réduire le délai de revisite sur une zone géographique donnée. Cette approche demeure marginale car elle consomme beaucoup de capacité de propulsion du satellite et réduit sa durée de vie.

Des moyens de surveillance de l'espace (radar de détection de longue portée comme le démonstrateur GRAVE) **permettent de confirmer les caractéristiques orbitales** relatives aux passages des différents satellites d'observation sur une zone donnée.

La deuxième conséquence des lois de la mécanique céleste est l'existence d'un **délai d'accès sur zone important**. Dans le cas extrême où le satellite ne disposerait d'aucune capacité d'orientation de la ligne de visée, le délai minimum entre deux passages à la verticale du même point correspondrait à la durée du cycle orbital, soit entre 20 et 30 jours. Dans la plupart des cas, et grâce aux moyens d'orientation de l'axe de mesure, le système est capable de procéder à des visées obliques permettant d'observer à droite ou à gauche de la trace située à la verticale exacte du satellite, ce qui permet de raccourcir considérablement le délai de revisite en le portant à une durée de l'ordre de 48 heures.

La largeur du couloir d'accès pour l'observation dépend à la fois de l'altitude du satellite et de sa capacité de changement de visée par rapport à la verticale. Cette capacité peut être obtenue par utilisation de miroirs en bout de l'instrument (SPOT) ou par basculement complet du satellite en roulis, l'instrument restant fixe (Helios). Un débatement de 50 degrés autour de l'axe de déplacement du satellite est considéré comme un maximum, ce qui donne une largeur du couloir d'accès de 1800 km pour une orbite à l'altitude de celle d'Helios (680 km).

Un satellite d'observation placé en orbite basse effectue chaque jour environ 14 à 15 révolutions autour de la terre dont une proportion importante en éclipse, ce qui signifie que la distance moyenne entre deux passages successifs du satellite à l'équateur est de l'ordre de 2700 km ; il existe donc nécessairement une zone géographique inaccessible entre deux couloirs d'accès successifs. Cette zone ne pourra être couverte que le lendemain ou les jours suivantes. La seule solution pour réduire ce délai d'accès est de positionner plusieurs satellites sur une même orbite, ce qui est le cas actuellement pour la France depuis le lancement de Helios 1 B qui est opérationnel depuis début 2000, alors que Helios 1 A est toujours en activité puisqu'il a dépassé la durée de vie (5 ans) garantie par ses concepteurs. **Ces deux satellites placés en opposition sur la même orbite permettent de porter le délai maximal d'accès sur zone à 24 heures**. Le système Helios II a été conçu pour maintenir cette capacité, même avec un seul satellite.

B.- LES CHOIX TECHNOLOGIQUES

L'observation par satellite nécessite des compétences technologiques de haut niveau (contrôle d'orbite, télémétrie, contrôle thermique, optronique, traitement des

données image) dans un environnement hostile. On mentionnera par exemple les grands écarts de température (350 degrés) entre les parties du satellite exposées au soleil et celles exposées au vide spatial, la rapidité du cycle jour/nuit (inférieur à 100 minutes) ou la présence d'oxygène atomique qui dégrade les matériaux.

Les techniques de prise de vue reposent soit sur une caméra avec film argentique placée au foyer d'un télescope, soit sur des détecteurs à transfert de charge (CCD) soit enfin sur un radar à synthèse d'ouverture (SAR).

La première technique produit des images de bonne résolution par beau temps mais nécessite, sauf procédé de conversion numérique, de retourner les films sur terre avec des capsules récupérables. La durée d'activité de tels satellites est très courte. Elle est utilisée par la Russie (satellites KOMETA) et la Chine.

La deuxième technique, la plus répandue, dans le monde civil (IKONOS, SPOT) comme militaire (Key Hole, Helios), utilise des détecteurs qui transforment le flux lumineux reçu à travers l'optique de l'instrument en une valeur numérique appelée valeur radiométrique qui est attribuée à un élément de base (pixel) de l'image générée. Cette technique permet d'obtenir des images de bonne résolution par beau temps ainsi que des vues multispectrales. La transmission des images se fait par radiocommunication ce qui nécessite **des capacités d'enregistrement à bord** (sur bande magnétique ou en mémoire électronique) pour attendre le passage au-dessus d'une station de réception.

La performance globale de l'instrument dépend de plusieurs critères dont :

- la résolution ;
- la largeur du champ de prise de vue ou fauchée ;
- la distance minimale entre l'enchaînement de deux prises de vue.

La conception de tout système d'observation repose sur un compromis résolution/fauchée qui permet à la fois de « zoomer » sur un objectif tout en le restituant dans son environnement et qui satisfait des besoins opérationnels aussi différents que le ciblage ou la cartographie numérique systématique. L'utilisation de plusieurs capteurs sur le même satellite comme sur Helios permet de produire à la fois des données à haute résolution en champ étroit et des résolutions moins fines en champ large.

De même, le raccourcissement considérable des distances d'enchaînement sur Helios II par rapport à Helios I permettra de multiplier les prises de vue par un facteur trois.

Alors qu'actuellement Helios I ne peut utilement travailler **que par beau temps et de jour**, la capacité **infrarouge** des détecteurs présents sur Helios II autorisera des prises de vue nocturnes. En revanche, **la nébulosité, de même que la brume, constituent des obstacles infranchissables pour le mode infrarouge.**

La troisième technique, **le radar à synthèse d'ouverture ou SAR**, permet de travailler tout temps. C'est son intérêt principal. La qualité de l'image dépendra de la

largeur du faisceau radar et de sa fréquence. Compte-tenu de la puissance de calcul associée au capteur radar, de très grandes capacités d'enregistrement sont indispensables à bord, de même que des liaisons de radiocommunication à très grand débit. Actuellement, seuls les États-Unis disposent de satellites radar militaires (Lacrosse) mais des satellites radar de moindre résolution existent sur le marché civil (Radarsat, ERS 1 et 2).

C.- LES REGLES DE LA COOPERATION INTERNATIONALE

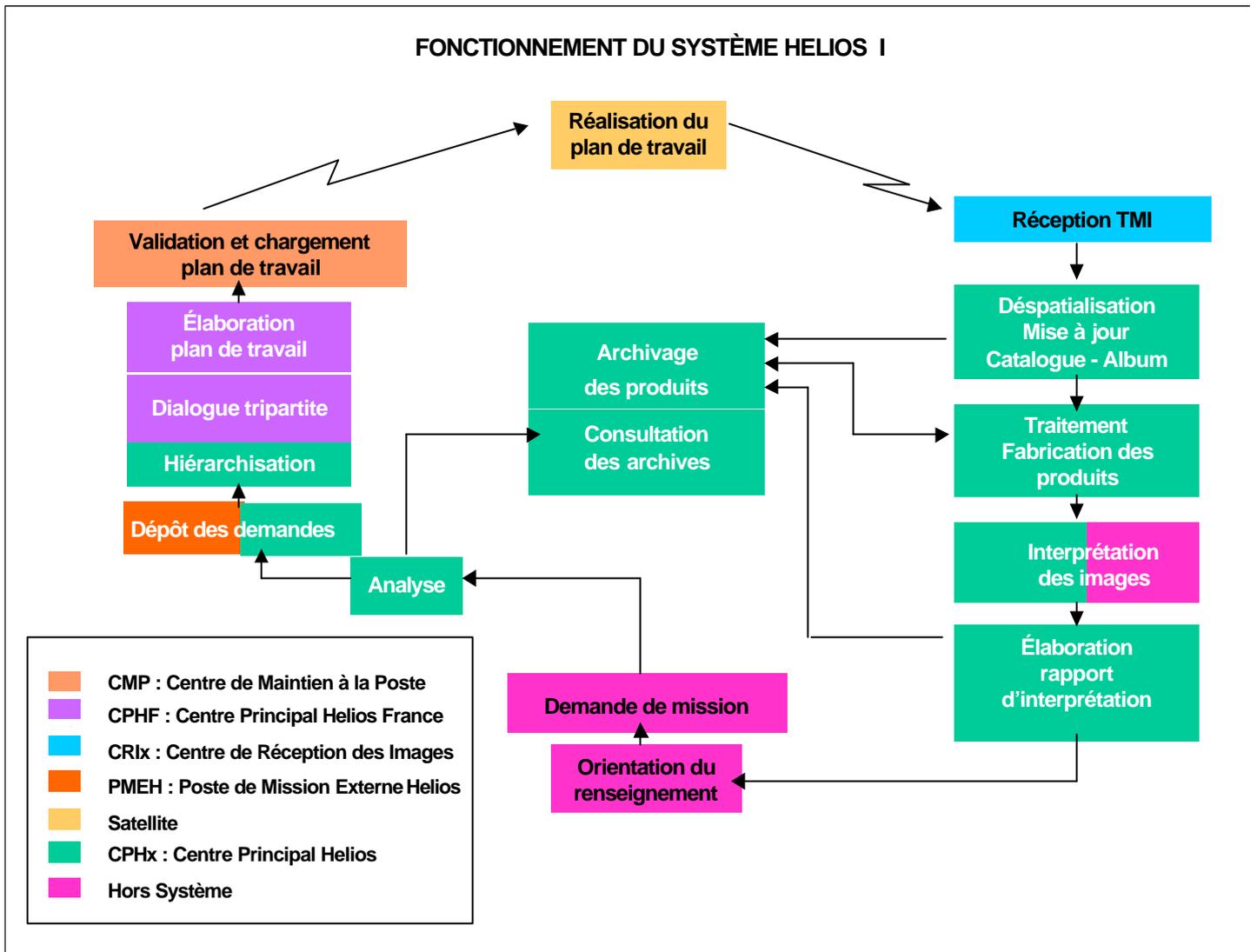
Le système Helios I a été développé et utilisé en coopération par la France, l'Italie et l'Espagne. Il s'agit bien d'une coopération au sens plein du terme, c'est-à-dire **un partage de capacité** et non pas un accord d'échanges de données entre partenaires dont un seul maîtrise l'outil.

La capacité de prises de vue des satellites est ainsi partagée entre les trois pays, au prorata de leur participation financière au développement du système, selon la **clé de répartition suivante** : France 78,9 %, Italie 14,1 % et Espagne 7 %. L'architecture du système a été conçue de telle sorte que chaque pays puisse utiliser son droit de tirage **en pleine indépendance et sans informer ses partenaires sur les zones photographiées**. C'est ainsi qu'il existe trois sous-systèmes dans la composante sol utilisateurs, indépendants les uns des autres, dotés chacun d'un centre principal (programmation des demandes et exploitation des images) et d'un centre de réception. Les centres principaux sont ainsi établis à Creil (France), Torrejon (Espagne) et Rome (Italie) alors que les centres de réception dont la localisation a été optimisée pour réduire les délais d'acquisition se trouvent à Colmar (France), Mas Palomas (Espagne) et Lecce (Italie).

La composante spatiale (centre de maintien à poste de Toulouse et stations de Kourou et des Kerguelen), destinée à assurer la surveillance technique du système, est mutualisée.

Le point de rencontre des trois composantes se situe au Centre principal Helios (CPHF) de Creil.

Ce centre, au terme d'un dialogue tripartite entre les représentants des trois pays considérés, établit quotidiennement le plan de travail du satellite.



Un tel montage, imposé pour garantir la souveraineté de chacun des partenaires, laissait craindre des rigidités de fonctionnement et une disponibilité du satellite peu optimisée. La pratique de la coopération semble avoir permis de **tirer le meilleur parti des contraintes de départ**.

Au prix d'une concertation quotidienne et de concessions réciproques dans un esprit de réelle coopération, les trois partenaires ont appris peu à peu à dépasser une **approche strictement nationale** de la programmation du satellite dans le respect de leurs quotas, pour adopter un modèle de programmation coopératif afin de mettre en commun les clichés pris sur des objectifs intéressant l'ensemble des partenaires. C'est ainsi que la coopération opérationnelle se traduit actuellement par des **répartitions très différentes des quotas initiaux** que l'on peut estimer comme suit : mise en commun de clichés (35 %), France seule (50 %), Italie seule (10 %) et Espagne seule (5 %). Cette bonne intelligence se traduit par des optimisations de capacités pour l'ensemble des partenaires par rapport aux

quotas initiaux : France 85 % (50 % + 35 %) ; Italie 45 % (10 % + 35 %) ; Espagne 40 % (5 % + 35 %).

Ces chiffres illustrent concrètement la possibilité de construire une Europe du renseignement puisqu'ils reflètent la part grandissante des zones d'intérêts communs aux trois pays concernés. Il est bien évident que l'observation des Balkans, du Moyen-Orient, ou de l'Afrique du Nord, intéresse aussi bien la France que l'Espagne ou l'Italie.

Cette coopération n'a véritablement qu'une contrainte, celle de recueillir l'assentiment préalable des deux partenaires avant toute modification des procédures, et notamment des règles de classification des images, afin d'ouvrir davantage le système. Il semble qu'en l'occurrence, les services de renseignements espagnols et italiens ne se soient pas montrés beaucoup plus allants que leurs homologues français.

La question qui vient immédiatement à l'esprit après la description de cette coopération réussie, est celle-ci : **pour quelles raisons n'a-t-il pas été possible de la prolonger et de l'élargir avec le système Helios II ?**

On doit en effet constater que, malgré une architecture technique conçue pour fonctionner avec six systèmes nationaux différents, la France se trouve isolée dans Helios II.

Même si de fortes probabilités existent pour que l'Espagne et la Belgique participent finalement au système avec des pourcentages très faibles, c'est bien à un **constat d'échec** qu'il faut procéder dans ce domaine. Cet échec a été coûteux pour la France en raison de son impact sur le déroulement du programme.

Plusieurs raisons ont été avancées pour expliquer cette situation parmi lesquelles on retiendra les arguments financiers, l'attitude des négociateurs français, pas toujours conscients de la priorité de la coopération, mais aussi et surtout **les pressions diplomatiques des États-Unis** accompagnées d'une grande libéralisation de la commercialisation des images civiles afin d'achever de dissuader les pays hésitants. Cette politique des États-Unis, toujours méfiants vis-à-vis des intentions européennes de disposer d'une capacité autonome d'évaluation des crises confirme, s'il en était besoin, **le caractère stratégique de l'observation spatiale.**

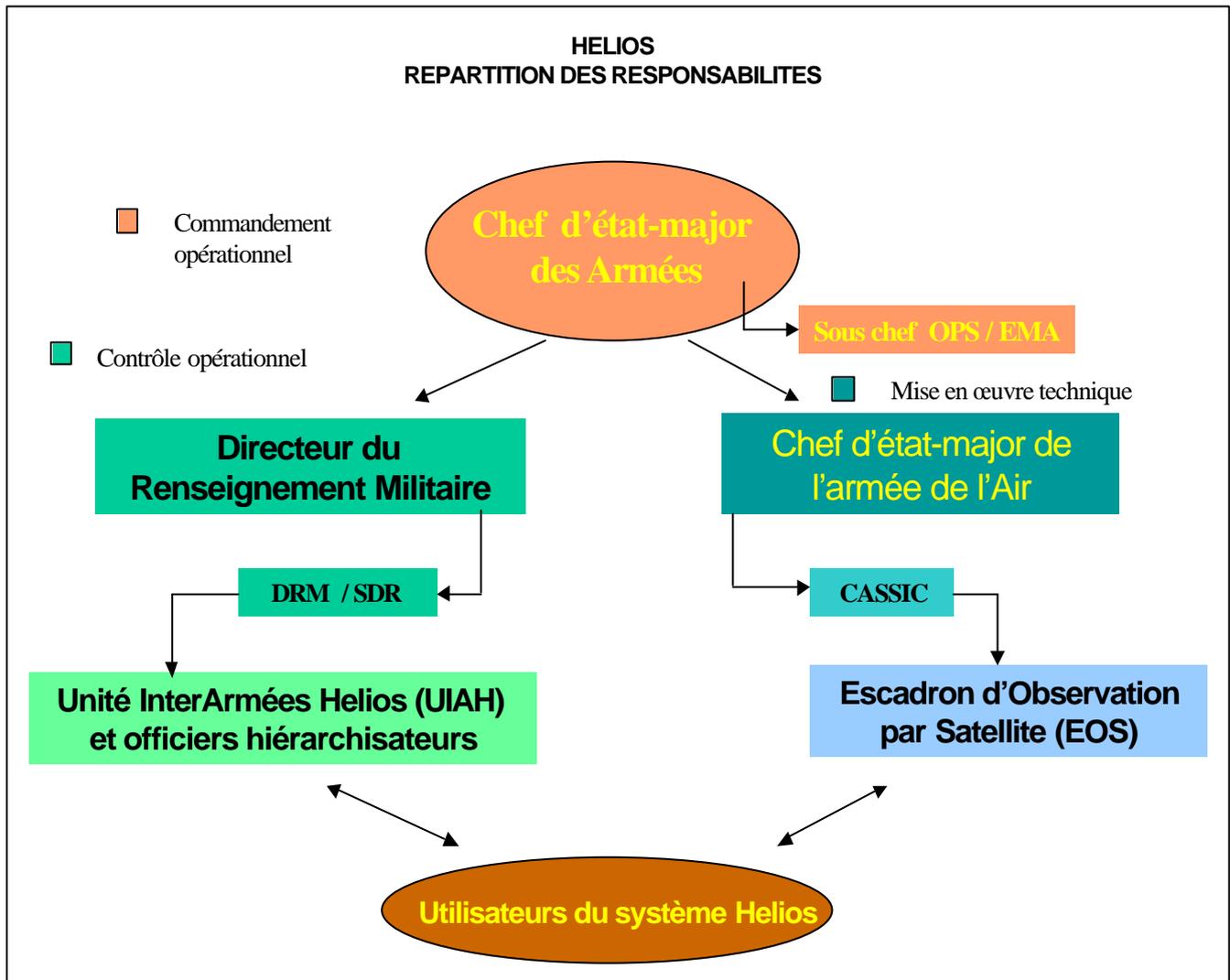
L'Europe peut surmonter l'échec de la coopération sur Helios II si les projets de mutualisation des images optique et radar et des images civiles et militaires entre la France et l'Italie d'une part, et entre la France et l'Allemagne d'autre part, se confirment dans un avenir proche.

D.— LES COUTUMES DU RENSEIGNEMENT

Helios a toujours été exclusivement conçu comme un outil de renseignement politico-stratégique. De ce fait, l'architecture du système et son exploitation ont été soumises à des contraintes spécifiques qui se révèlent extrêmement difficiles à adapter à l'évolution du

contexte européen et du besoin opérationnel. Le « verrouillage » du système Helios repose sur trois éléments qui interagissent :

- un contrôle opérationnel confié à un service de renseignement militaire ;
- une centralisation sans faille des voies d'accès au système ;
- un degré de classification élevé des produits et des installations.



Le commandement opérationnel relève du chef d'état-major des armées (CEMA) et, par délégation, de son sous-chef opérations. L'outil est donc interarmées et mobilisé au profit du CEMA, notamment en période de crise.

Son contrôle opérationnel, c'est-à-dire sa maîtrise quotidienne, a été confié à la Direction du renseignement militaire (DRM) dont relèvent toutes les structures-clé de l'exploitation du système.

C'est notamment le cas de **l'unité interarmées Helios (UIAH)** et des officiers hiérarchisateurs qui ont pour mission de classer les demandes de mission par rang de priorité. C'est donc la DRM qui maîtrise la demande française de programmation du système. La **Direction du renseignement militaire** étant par ailleurs un des grands utilisateurs du système, elle se retrouve en position de **juge et partie**. Le second service de renseignement dépendant du ministère de la Défense, la **Direction générale de la sécurité extérieure (DGSE)**, qui est l'autre grand utilisateur du système, ne semble pas avoir pâti de cette situation. La DGSE a, semble-t-il, pris soin de placer un officier de liaison à l'UIAH dès le démarrage de l'exploitation Helios, afin de faire respecter ses priorités.

Un *modus vivendi* s'est installé entre les deux services dont certains champs de compétence se recoupent (suivi de la prolifération, par exemple), pour l'utilisation du satellite Helios : discussion des priorités au sein de l'UIAH, mutualisation des archives des images ... A titre exceptionnel, et sur la base d'un échange, les services se communiquent parfois les rapports d'interprétation des images, qui constituent la valeur ajoutée de chaque structure. La DGSE a été le premier service (dès 1995) extérieur à la DRM, et longtemps le seul, à disposer de « postes environnement personnalisé d'interprétation et de traitement externe » (stations PEPITE) lui permettant d'exploiter en toute indépendance les images Helios commandées.

Ce traitement de faveur n'a pas été accordé aux autres utilisateurs potentiels du système et notamment pas aux différentes armées. Il est frappant, à cet égard, d'analyser la position de l'armée de l'Air qui assure **la mise en œuvre technique** du système, c'est-à-dire la coordination du fonctionnement de la composante sol utilisateur, la réception et le traitement des données, l'élaboration des produits, l'archivage des prises de vues, la mise en œuvre et la maintenance des matériels ainsi que la sécurité des centres mais qui ne bénéficie d'aucune priorité spécifique, alors que ses missions et ses modes d'action pourraient le laisser penser.

L'importante **centralisation** du dispositif renforce l'impression d'**un instrument dédié au renseignement**.

Jusqu'à un passé récent et à l'exception de la DGSE, **la totalité des accès aux produits Helios était concentrée dans les locaux de la DRM à Creil**. Il en allait ainsi de la **consultation des archives**, de la présentation d'**une demande de programmation** ou bien encore de l'**exploitation** et de l'**interprétation** des produits obtenus. La DRM contrôle ainsi le Centre de formation interarmées d'interprétation de

l'imagerie (CF 3 I) qui assure la formation et l'homologation des diplômés de la totalité des photo-interprètes du ministère de la Défense. Le CF 3 I assume aussi une mission de renseignement pour le compte des armées. Le système Helios représente 80 à 90 % des sources d'imagerie sur lequel le service travaille, le reste relevant de l'imagerie commerciale, des capteurs aériens (avions de patrouille maritime Atlantique 2 à partir des eaux internationales) ou de la capture de différentes images en libre accès (télévision, internet).

Ce centre bénéficiait, jusqu'à une date proche, d'un quasi monopole de l'interprétation des images Helios et conservait la maîtrise des bases de données du système. Cette position centrale commence seulement à être estompée, en raison du début de dissémination dans les forces des postes de visionnage à distance des archives. Par ailleurs, **le CF 3I n'a jamais admis dans ses murs un ressortissant étranger**, malgré les nombreuses demandes de formation de photo-interprètes présentées.

La classification « secret défense » (SD) de la totalité des éléments de la chaîne Helios (installations, équipements, images sources, images papier) ne simplifie pas la tâche des utilisateurs implantés ailleurs qu'à Creil. Jusqu'à une date récente, aucun réseau n'était disponible entre le centre principal France et les grands utilisateurs, si bien que ceux-ci devaient prendre physiquement possession du fichier numérique de l'image demandée (boîtier) à Creil. Pendant des années, des navettes (véhicules, motards) ont ainsi été organisées quotidiennement entre Creil et le siège de la DGSE dans le XXème arrondissement ou, à une fréquence moins élevée, entre Creil et le siège de la force aérienne de combat à Metz ou celui de la brigade de renseignement de l'armée de Terre dans cette même ville.

On peut légitimement s'interroger sur la rationalité de ces procédures **qui imposent des conditions de sécurité** (boîtier attaché au poignet par des menottes, constant accompagnement par des personnels habilités au secret défense, enceintes confinées, etc...) du **niveau de la protection des codes de l'arme nucléaire**, d'autant que, dans des circonstances d'exceptionnelle urgence, le ministère de la Défense s'est parfois vu obligé de recourir aux services de Chronopost pour le transport de ces mêmes boîtiers ...

A l'heure de la fibre optique et d'internet, **le coût financier et opérationnel de ces liaisons datant d'un autre âge reste à chiffrer.**

Les récentes tentatives de **desserrer l'étau** laissent une impression mitigée dans la mesure où elles se sont souvent arrêtées à mi-chemin. **Il en va par exemple ainsi des coûteux aménagements du centre satellitaire de Torrejon, de la station de théâtre transportable non déployée et des postes de demandes de prises de vues. Autant d'équipements totalement sous-utilisés, générant donc une mauvaise utilisation des deniers publics, en raison d'une doctrine trop rigide en matière de secret défense.**

En application d'un memorandum signé entre l'Union de l'Europe occidentale (UEO) et les trois pays membres du programme Helios, **le centre satellitaire de l'UEO** situé à Torrejon annonçait publiquement le 7 mai 1996 qu'il recevrait désormais les images d'Helios I A, grâce à deux stations PEPITE installées à ses frais, de l'ordre de 6 millions de francs, sans compter la sécurisation du site associée à leur présence. **Les conditions mises à leur exploitation réelle** (autorisation spécifique du comité supérieur de l'UEO, contribution de 250 KF par image, accès aux stations d'exploitation classifié secret défense, images papier estampillées SD) **ont conduit à une impasse. Les ambassadeurs membres du conseil permanent, instance exécutive de l'UEO, n'avaient pas accès aux produits originaux mais à des transcriptions graphiques.** L'un d'entre eux fait un jour l'effort de pénétrer dans le bunker abritant les stations PEPITE et se voit remettre cette transcription. Il prend la parole le lendemain en séance plénière du Conseil pour faire part à ses collègues de sa surprise en leur affirmant que les images Helios valent le déplacement car elles présentent le même intérêt artistique que de charmants dessins d'enfants...

Compte-tenu de ces contraintes, le centre satellitaire de l'UEO n'a de fait **quasiment jamais travaillé sur des images Helios** et s'est contenté d'exploiter les images SPOT, LANDSAT, IRS 1-C ou même des images russes. Des images de deux mètres de résolution prises par la caméra KFA-3000 du satellite russe *Ressource-F* ont ainsi été utilisées pour un dossier sur Mostar... Ce centre était pourtant **le lieu idéal pour promouvoir**, même sous une forme dégradée afin de ne pas livrer les caractéristiques ultimes du système, **les images Helios**, auprès de nos partenaires européens.

En 1998, **une station de théâtre aérotransportable (STT)** a été mise en service. Cette station permet de recevoir les images directement du satellite, sans l'intermédiaire du centre de réception de Colmar. Véritable réussite technologique, elle a nécessité deux années de développement pour un coût de l'ordre de 200 millions de francs. Lors de la crise du Kosovo, son utilisation aurait été optimale sur le théâtre, au plus près des postes de commandement des opérations aériennes. Elle est restée toute la durée des opérations à Creil, officiellement afin de raccourcir les délais résultant de la liaison entre Colmar et Creil. On ne peut qu'observer que ce gain de temps était bien moindre que celui résultant d'une transmission directe sur le théâtre avec photo-interprètes à l'appui, au plus près des forces. Il semblerait qu'en fait, **la crainte de devoir déployer un tel équipement au contact de nos partenaires** de la coalition l'ait emporté sur la rationalité opérationnelle. Encore une occasion de ratée... La STT ne sera pas compatible avec le format Helios II et aucun équivalent n'est prévu dans l'enveloppe du programme futur. Toutefois, les armées étudient la possibilité de financer le développement de stations de théâtre dont le besoin est avéré.

En décembre 2000, des postes de dépôt de demandes de prises de vues et de consultation des archives Helios (PMEH) ont été mis en service dans les principaux états-majors. **Cette relative décentralisation du système est la bienvenue ; elle permettra de disséminer davantage les images Helios dans les forces, à la condition qu'elle s'accompagne d'un assouplissement de la classification des**

images. Actuellement, une image papier sur laquelle figure 10 points géoréférencés reste SD, ce qui la rend difficilement exploitable pour les pilotes (impossibilité d'en disposer en mission) et interdit toute présence de ressortissants étrangers dans les shelters abritant ces postes de travail. Là encore, **une libéralisation s'impose, au moins pour la version champ large des images Helios II.**

Enfin, il est navrant de constater que ce desserrement de l'étai intervient à un moment où le format des images Helios I va prochainement être remplacé par un format commun Helios I – Helios II, ce qui va rendre très rapidement obsolètes certains équipements à peine livrés.

Les vingt stations PEPITE récemment commandées par l'armée de l'Air nécessiteront ainsi un rétrofit sous peine d'être inutilisables un an après être entrées en service alors que l'objectif qu'elles poursuivent (disséminer les produits Helios au plus près des forces pour réduire l'âge de l'information) va dans la bonne direction.

En résumé, **on ne peut qu'encourager la relative ouverture du système qui commence seulement à être observée, mais en regretter les limites et la lenteur.**

CHAPITRE III

LES AVIONS

Dès son origine, l'armée de l'Air a assumé des missions de reconnaissance qui s'appuyaient notamment sur la photographie. Avec l'aéronavale, l'armée de l'Air est la composante qui utilise le plus les images et qui les a **complètement intégrées à son cycle opérationnel** en concevant des nombreux outils et des procédures dédiés au renseignement d'origine image. Habitée à travailler avec de nombreux capteurs dont l'utilisation varie selon les paramètres de la mission en suivant une logique presque modulaire, l'armée de l'Air est confrontée à la profusion de l'imagerie et se pose dès aujourd'hui les questions que devra résoudre l'ensemble de notre outil de défense demain.

I.- LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE

L'armée de l'Air dispose d'une palette étendue de vecteurs et de capteurs dans le domaine de l'imagerie.

CAPACITÉS ASSOCIÉES AUX PRINCIPAUX VECTEURS ET CAPTEURS DE L'ARMÉE DE L'AIR

		Situation actuelle	Évolution
RECONNAISSANCE RADAR	JOUR + NUIT tous temps	Mirage F1 CR + nacelle RAPHAEL TH	non
RECONNAISSANCE INFRAROUGE	JOUR + NUIT temps clair	Mirage F1 CR et MIVP + SUPER CYCLOPE M 2000 D + PDL - CTS	RAFALE + pod Reco-NG (M2000N)
RECONNAISSANCE PHOTO	JOUR temps clair	MISSION PRINCIPALE Mirage F1 CR MIVP	RAFALE (M 2000 N)
		MISSION SECONDAIRE JAGUAR	TOUS AVIONS

L'évolution actuelle de l'imagerie dans l'armée de l'Air est contrainte par la nécessité de disposer d'une capacité tout temps en vue d'assurer la permanence du recueil de l'information (les forces adverses peuvent être très mobiles comme l'ont montré les Serbes au Kosovo) et de se diriger progressivement vers le temps réel pour réduire l'âge du renseignement.

A.- LA DISPARITION PROGRAMMEE DES VECTEURS DEDIES

Les avions dédiés à la reconnaissance, tactique ou stratégique, sont appelés à disparaître au profit du Mirage 2000 – N (2005-2006) et du Rafale au standard F3 (2008) qui seront équipés de nacelles de reconnaissance de nouvelle génération (Reco-NG).

Les cinq Mirage IV P seront ainsi retirés du service en 2005, le vieillissement de leur cellule (premier vol en 1959) ne permettant pas une exploitation ultérieure. **On ne dira jamais assez les services rendus par ces avions** dont l'allonge, l'altitude de vol (50 000 pieds ou 17.000 mètres) et la vitesse (Mach 2) restent exceptionnelles.

Sans être quasiment invulnérables comme les avions américains U2 (100 000 pieds), puisque les Mirage IV-P commettaient encore un acte d'intrusion dans l'espace aérien et restaient exposés au feu de certains moyens sol-air (SA 3 notamment), ces avions **ont conféré à la reconnaissance stratégique ses lettres de noblesse** depuis leur consécration à cette mission en 1986 et ont rendu de nombreux services à la France. Les rayons d'action et les capacités de pénétration du Mirage 2000-N comme du Rafale en font toutefois des successeurs honorables dans cette mission.

De même, les deux escadrons de Mirage F1 CR sont appelés à être retirés du service à l'horizon 2010/2012 et les Super-Etendard modernisés (4° standard) qui ont remplacé les Etendard 4P dans la mission de reconnaissance aéronavale à l'été 2000, seront eux-mêmes relevés par le Rafale Marine.

B.- LE REMPLACEMENT DE L'ARGENTIQUE PAR DU NUMERIQUE

Le temps réel et les exigences renforcées de précision des systèmes d'armes exigent **un recours exclusif aux technologies numériques** même si la résolution des moyens argentiques étaient souvent d'excellente qualité. Les caméras embarquées type OMERA présentaient toutefois l'inconvénient d'exiger un survol de l'objectif ce qui devient de plus en plus dangereux au regard de la sophistication des défenses sol-air.

L'avenir est aux capteurs électro-optiques comme la nacelle RP 35 P qui équipe déjà le F1 CR et qui permet à l'avion de prendre des images à une distance maximale de 30 km de la verticale du point photographié (« stand-off » O-30 km).

Depuis la mi-2001, les Mirage F1 Cr disposent aussi de nacelles Presto (« stand off » 3-40 km) qui permettent une recopie de la visée en cabine mais toujours pas de transmission de données, cette dernière capacité étant acquise avec la nacelle Reco-NG attendue pour 2006.

CAPACITÉS DES NACELLES PRESTO ET RECO-NG

	Presto	Reco-NG
capacité	jour	jour + nuit
technologie	argentique	numérique
capteurs	optique	optique + IR
transmission de données	non	oui
capacité stand-off	oui/35 km	oui/mini 50km
résolution :		
– haute et moyenne altitude	env. 1 m	env.1 m
– très basse altitude très grande vitesse		< 1 m

Cette nacelle présente d'excellentes performances (stand-off, résolution) et permettra **des transmissions de données pour exploitation en temps réel des images jusqu'à 350 km**. Le coût d'acquisition du programme Reco-NG s'est élevé à 1,5 milliard de francs dont 800 millions de francs de développement (y compris le démonstrateur DESIRE) et 700 millions de francs correspondant à l'achat des 15 premiers éléments et des 4 stations sol.

La nacelle Reco-NG est appelée à remplacer également la nacelle Super Cyclope qui équipe actuellement les mirages F1 CR et qui est le seul capteur spécifique à travailler dans le domaine infrarouge, mais à très basse altitude et en survolant l'objectif.

On notera qu'en revanche, aucun vecteur piloté n'est prévu pour le remplacement de **la nacelle Raphaël** qui est **le seul capteur à travailler dans le domaine de l'imagerie radar**, donc avec une capacité de détection d'activité tout temps. Raphaël présente l'avantage du stand-off (jusqu'à 100 km) et de couvrir une grande zone en visualisant des échos fixes comme mobiles. Sa faible résolution (3 ou 6m) impose cependant la corrélation avec un autre capteur pour procéder à une véritable identification. Son utilisation est intéressante dans **un environnement relativement simple** (regroupement de troupes irakiennes à la frontière pendant la guerre du Golfe) mais plus délicate dans un environnement complexe (Kosovo avec relief et habitat dispersé).

L'armée de l'Air et la Marine ont par ailleurs pris la décision de se doter d'un **système de reconnaissance commun** constitué d'un segment vol (nacelle Reco-NG) et d'un segment sol (stations de réception et d'exploitation de données), ce qui optimise logiquement la communalité du vecteur (Rafale).

II.- PAS D'OPERATIONS AERIENNES SANS IMAGES

L'image est omniprésente dans les opérations aériennes, qu'elle provienne des capteurs spécifiques précédemment décrits ou de capteurs non spécifiques qui bénéficient d'une capacité minimale de reconnaissance comme les équipements de **désignation et d'illumination de cibles** (nacelles Atlas et PDL-CTS) ou d'aide à la navigation (caméra CCD et nacelle FLIR).

Le choix d'un type de capteur plutôt qu'un autre dépendra des paramètres de la mission : précision demandée, consignes politiques et opérationnelles, conditions météorologiques, zone à couvrir, délais de mise à disposition des informations.

La planification d'une opération repose ainsi sur de la cartographie, des bases de données consacrées à la localisation des sites et un processus de ciblage qui dépendent fortement du renseignement d'origine image.

La programmation des missions consiste à élaborer des dossiers d'objectifs dans lesquels les cibles sont représentées par des photographies avec leurs coordonnées et leur environnement. Disposer d'images numériques en 2D ou 3D pour le guidage terminal des armes s'impose par ailleurs comme une nécessité opérationnelle importante, soit que le système d'arme soit doté d'une navigation autonome (missiles de croisière), soit que les conditions de tir à distance de sécurité imposent une prise en compte réaliste du relief. Les moyens d'entraînement modernes (simulateurs) sont aussi consommateurs d'images 2D ou 3D.

Dans **la conduite des missions**, l'imagerie fournit une aide à la navigation (suivi automatique de terrain) et permet d'identifier l'objectif à l'aide de points de recalage. Pour la frappe elle-même, l'image photographique permettra de positionner la cible dans son environnement, de l'acquérir à vue, de la désigner et de guider l'arme sur elle jusqu'au point d'impact avec une grande sûreté.

Enfin, l'imagerie joue un rôle important dans **la restitution** des missions et l'évaluation des dommages, soit au moyen des capteurs ayant servi à la frappe (cas d'une nacelle optique qui prend la photo au moment de l'impact d'une bombe guidée laser), soit que l'on fasse repasser sur des objectifs déjà traités une mission spécifique d'évaluation des dégâts, faute de moyens complémentaires (renseignement d'origine humaine). Le cliché pris au moment de l'impact permet rarement de disposer d'informations fiables sur les dégâts occasionnés ; il permet plutôt de confirmer si la cible a bien été atteinte. Il s'agit d'une mission qu'un drone de moyenne endurance pourrait en revanche pleinement assurer, sans risque de perdre un équipage.

CHAPITRE IV

LES DRONES

Les drones ou avions sans pilote appartiennent à l'univers des robots qui comprend aussi des robots terrestres et maritimes. Leur développement récent et foisonnant s'explique par des évolutions technologiques indéniables (miniaturisation des charges utiles) mais aussi en raison de leur intérêt politico-stratégique évident. La prise de risque est toujours plus faible lorsque **la vie des équipages n'est pas en jeu** et la probabilité de choquer l'opinion publique en exhibant à la télévision un drone captif, assez faible. Il est aussi permis d'imaginer que les drones présenteront rapidement le danger de pouvoir être utilisé en toute discrétion, sans risque d'identification avéré. Même en cas de crash, il pourrait être difficile d'attribuer avec certitude la propriété d'un drone banalisé à un État donné, de même qu'il est difficile actuellement d'identifier la provenance de certains missiles très répandus dans le monde, comme les Stinger.

Les drones constituent assurément un vecteur intéressant pour le renseignement mais **la France tarde encore à les intégrer pleinement dans les forces** et s'interroge sur l'étendue de leurs potentialités.

I.- LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE DRONES

Le domaine technique des drones se décompose en trois segments, les drones tactiques, les drones de moyenne altitude et longue endurance (MALE) et les drones de haute altitude et longue endurance (HALE). Le segment tactique se décompose lui-même en cinq éléments : microdrones (micro air véhicule ou MAV), les drones très courte portée (TCP), les drones moyenne portée lents (multicharges multimiissions ou MCMM lent), les drones rapides basse altitude (MCMM rapide) et le drone maritime tactique (DMT).

Les deux critères essentiels de classification sont l'autonomie et l'allonge.

POSITIONNEMENT DES DRONES (AUTONOMIE-DISTANCE)

En fonction des caractéristiques des vecteurs, on adapte une charge utile qui devient de plus en plus complexe et modulaire. Comme pour les autres plateformes, **c'est la charge utile et les modes de traitement de l'information** (liaisons de données) **qui font désormais l'essentiel de la valeur ajoutée des systèmes de drone**. Cette charge utile dépendra elle-même des missions attribuées au système de drones parmi lesquelles le renseignement figure en bonne place sans être exclusif.

II.- LE DRONE, FUTUR OUTIL POLYVALENT

Le renseignement dans ses différentes composantes (surveillance, reconnaissance) est historiquement la première des missions attribuée aux drones mais elle n'est plus la seule. La réflexion ne cesse de progresser sur l'étendue des fonctions pouvant être reconnues à ces nouveaux systèmes. On évoque ainsi de plus en plus la possibilité de lancer des drones de combat (lutte antiradar, armes antichars, objectifs fortement défendus). Le Predator est ainsi en passe de devenir le premier MALE capable de délivrer des missiles antichars. Cette nouvelle fonction impose, davantage encore que pour les drones actuels, une très grande sécurisation des liaisons de données.

Pour l'instant, le renseignement figure parmi les pôles d'excellence essentiels des drones.

PÔLES D'EXCELLENCE DES SYSTÈMES DE DRONES

Fonctions	Systèmes de drones tactiques			Systèmes de drones endurants	
	Drone maritime tactique (DMT)	Drone multicharges multimissions rapide (MCMM)	Drone multicharges multimissions lent (MCMM)	Drone moyenne altitude longue endurance (MALE)	Drone haute altitude longue endurance (HALE)
Surveillance					
– Roim optique/infrarouge			X	X	X
– Alerte avancée					
– Roim radar		X	X	X	X
– Roem écoute				X	X
– Roem interception communication				X	X
– Radar	X	X	X	X	
– Communications	X	X	X	X	
Reconnaissance	X	X	X	X	X
Désignation	X	X	X	X	X
Illumination	X		X	X	
Brouillage					
– Radar veille	X	X	X	X	
– Radar tir	X	X	X	X	
– Communications	X	X	X	X	
– GPS	X		X	X	
Leurrage	X	X	X		
Relais de communication					
– Bande étroite	X			X	X

- Bande large	x			x	x
Détection mines	x		x		
Largage	x		x	x	
Environnement	x	x	x	x	x

On peut ainsi distinguer **les missions de soutien aux opérations** (surveillance, comint, elint) des **missions offensives proprement dites** (désignation laser, brouillage, reconnaissance, évaluation des dégâts des frappes, etc.) On note aussi que les missions de relais de communication sont dévolues aux drones de longue endurance qui pourront embarquer des relais de communication VHF ou UHF et s'intégrer au sein de l'architecture globale de communication du théâtre.

La mission **de désignation laser** a été acquise par le **drone MALE Hunter** en expérimentation au Centre d'expériences aériennes militaires (CEAM) de Mont-de-Marsan dans des conditions quasiment opérationnelles puisque le système devait partir sur le théâtre du Kosovo au moment où les opérations se sont arrêtées.

En matière de surveillance, de nombreux besoins civils ont aussi été identifiés (pollution, surveillance maritime, feux de forêt) et qui pourraient être traités avec la même chaîne image que des besoins militaires.

Les drones représentent un vecteur privilégié de surveillance militaire mais la France a longtemps tardé à en mesurer la portée exacte.

III.- UNE DEMARCHE EXPERIMENTALE QUI DURE

L'escadron opérationnel de drones le plus ancien au monde est israélien. Le drone Scout (100 km de rayon d'action, 4 heures 30 d'endurance) y est entré en service en 1980.

Aux Etats-Unis, le ministère de la Défense a investi 3 milliards de dollars sur la période 1990-1999 dans le développement des drones de reconnaissance.

Côté français, seule l'armée de Terre a rapidement perçu les potentialités des drones mais elle s'est d'abord (octobre 1992) fourvoyée dans le développement du Brevel, encore marqué par une logique de guerre froide et principalement destiné au guidage des tirs d'artillerie, sans possibilité de transmission de données. Après avoir convaincu l'Allemagne d'y participer, et dépensé 526 millions de francs (coût des facteurs janvier 2000), la France a annoncé en 1998 son retrait du programme au terme du développement, c'est-à-dire en février 2001, au motif avéré que l'évolution du besoin appelait d'autres réponses que l'industrialisation coûteuse de ce drone.

Le premier système de reconnaissance opérationnel, le CL 289, est entré en service dans l'armée de Terre en 1993. Le système **Crécerelle** l'a complété en mai 1995 après une commande passée en mars 1993. Quant à l'armée de l'Air, elle n'a engagé une expérimentation qu'à partir de janvier 1998, après une commande passée en janvier 1996. Actuellement, la France, au regard du nombre de systèmes déployés, n'en

est encore qu'au stade **d'une démarche expérimentale**, relativement cloisonnée entre les différentes armées, puisque le premier système de drones véritablement interopérable et interarmées le drone multicharges et multimissions (MCMM) n'entrera en service, au mieux, qu'en 2006.

A.- DES CONCEPTS D'EMPLOI PROGRESSIVEMENT AFFINES

1.- LE DRONE MOYENNE ALTITUDE LONGUE ENDURANCE

On ne peut pas dire que l'armée de l'Air française se soit précipitée pour commencer à expérimenter des systèmes de drones. Cette expérimentation a commencé au CEAM de Mont-de-Marsan en janvier 1998 avec la livraison, pour un coût de 200 millions de francs, de deux stations sol et de quatre drones israéliens Hunter dont le premier vol a été effectué en Israël le 30 septembre 1990.

Outre les capacités de désignation laser, l'expérimentation portait essentiellement sur la mission de reconnaissance stratégique et opérationnelle.

Un drone MALE présente en effet l'avantage d'une permanence sur zone (8 heures à 150 km de distance pour le hunter), une transmission d'image en temps réel, et la possibilité d'une prise de risque supérieure à un avion en passant sous les nuages en cas de mauvais temps.

Le petit nombre d'engins commandés, leur faible disponibilité en raison d'une maintenance difficile, certaines limitations des capacités opérationnelles et notamment **les difficultés liées au mode manuel d'atterrissage**, expliquent pour partie le fait qu'il ait été décidé de proroger l'expérimentation en passant par l'étape d'un nouveau système intérimaire de drone MALE (SIDM) avant le système définitif.

L'absence de financement du développement du MALE futur explique aussi largement ce nouveau décalage jusqu'en 2006/2007.

Le marché du système intermédiaire, au terme d'un appel d'offres sur performance, a été remporté par le **drone israélien Eagle** (IAI) dont l'assemblage est assuré par EADS. Au regard du nombre d'appareils commandés (trois vecteurs et deux stations-sol pour 600 millions de francs avec sept années de maintenance), **il s'agit bien encore d'une expérimentation.**

La procédure choisie a permis de concilier la souplesse de l'achat sur étagère avec la précision des spécifications adaptées aux besoins de l'utilisateur ainsi que d'imposer des objectifs de disponibilité. Cependant, le drone Eagle ainsi configuré, avec la charge utile spécifiée, n'existe actuellement pas sur étagère. Il ne peut donc pas être observé en vol, ce qui n'est pas le cas de son concurrent principal, le **Prédateur**

américain. Le premier système devra être livré mi-2003. D'ici là, on peut s'interroger sur la portée de l'exploitation des actuels Hunter qui paraissent en fin de potentiel.

Les Eagle représenteront un saut qualitatif par rapport aux Hunter.

	HUNTER	EAGLE
Vitesse (Km/h)	150	160
Plafond (m)	3600	8.000
Endurance	8 h à 150 km	22 h à 150 km 12 h à 1 000 km
Charge utile	100 kg EO/IR ou IR/LASER JOUR/NUIT	240 kg EO/IR/LASER et SAR/MTI TOUT TEMPS
Décollage/atterrissage	Mode manuel	Mode automatique
Liaison de données	A vue	A vue et par satellite de communication géostationnaire

Le mode automatique d'atterrissage et de décollage permettra une utilisation beaucoup plus aisée du drone.

S'agissant de **la charge utile**, on notera la présence d'un mode radar SAR-MTI de bonne résolution (30 cm) qui permettra au drone Eagle d'assumer des missions de surveillance du champ de bataille (détection voire reconnaissance des mobiles) du type de celles actuellement exercées par l'hélicoptère Horizon, vraisemblablement avec une portée inférieure.

L'armée de l'Air utilisera ce drone pour affiner son concept d'emploi des drones MALE en vue de la définition des spécifications des futurs systèmes. Elle devra notamment poursuivre sa réflexion tactique sur le traitement de la vulnérabilité de ce type de plate-forme inhérente à son altitude et sa vitesse de croisière. Si la perte d'un drone n'est pas aussi catastrophique que celle d'un avion en raison de l'absence d'équipage, le taux de perte ne peut être trop élevé pour de simples raisons d'efficacité opérationnelle. La solution passe notamment par un compromis entre les capacités exigées et le coût de la charge utile qui ne saurait être excessif, en raison de la probabilité non négligeable de voir la plate-forme abattue.

2.- LES DRONES TACTIQUES DE L'ARMEE DE TERRE

L'armée de Terre exploite des drones tactiques de surveillance et de reconnaissance depuis 1993, date à laquelle **le système CL 289** est entré en service en France, soit deux ans après l'Allemagne.

Il s'agit d'un drone rapide, autonome, volant à très basse altitude, c'est à dire d'un missile propulsé en croisière par un turbo-réacteur selon une trajectoire programmée. 55 drones ont été livrés entre 1993 et 1995 et mis en œuvre au 61^{ème} régiment d'artillerie de la Brigade du renseignement. Ces drones ont mené beaucoup plus de missions que la

vingtaine initialement prévue pour chaque vecteur. 44 d'entre eux restent actuellement disponibles. Le coût de ce programme s'est élevé à 240 millions de francs pour le développement et 1,5 milliard de francs pour la production.

Il a été complété par un drone télépiloté, volant à très basse altitude mais plus lent, **le système Crécerelle**, à raison de deux systèmes comprenant chacun six engins et une station sol, livrés au même régiment en mai 1995 et mai 1996 pour un coût d'acquisition de 50 millions de francs auquel il faut ajouter 61 millions de francs d'évolutions apportées au système.

Les domaines d'emploi des deux systèmes qui ont été **déployés en opération en Bosnie et au Kosovo (surveillance de vallées encaissées), sont complémentaires.**

CARACTÉRISTIQUES DES DRONES TACTIQUES DE L'ARMÉE DE TERRE

	CL 289	CRÉCERELLE
Autonomie et vitesse	400 km à 700 km/h dont 100 km couverts par les senseurs	Jusqu'à 350 km à 180 km/h
Hauteur de vol	200 à 1600 m	300 à 3000 m
Charge utile	Analyseur infrarouge Caméra optique	Analyseur infrarouge Caméra optique Deux liaisons de télémétrie Capacité temps réel

On notera notamment que la grande vitesse du CL 289 lui permet de prendre le risque de passer sous les nuages ce qui en fait un vecteur très apprécié en cas de mauvais temps. En revanche, il n'est pas aérotransportable et dix-sept véhicules sont nécessaires pour la mise en place d'une batterie sur zone, ce qui prend un délai de deux à trois semaines pour les Balkans.

Comme pour le drone MALE, le Crécerelle était à l'origine un système expérimentateur livré sur étagère. Du fait de leur nombre limité (12) et de la gestion difficile des obsolescences, le remplacement des Crécerelle devenait une urgence opérationnelle. Il faut préciser que ces drones ont rempli **plus de 70 missions en Bosnie et Kosovo et que l'on a perdu trois engins.**

Pour les mêmes raisons que l'armée de l'Air, l'armée de Terre a décidé de proroger l'expérimentation en choisissant de disposer de drones tactiques intérimaires (SDTI) composé de deux systèmes de stations sol de 9 engins chacun pour 620 millions de francs avec sept années de maintenance.

Après un appel d'offres sur performances incluant le soutien (7 ans en tranches conditionnelles), et comprenant des objectifs de disponibilité, pour une livraison mi-2003 du premier système, le marché a été remporté par la Sagem qui construisait déjà

le Crécerelle et qui proposait le Sperwer, que l'on peut considérer comme un développement du Crécerelle dont il double les performances globales.

Comme le Crécerelle, le **Sperwer** est aérotransportable et lancé par catapulte, ce qui lui confère une capacité tout terrain (pas de piste de décollage).

Le drone rapide sera quant à lui maintenu jusqu'à l'arrivée de son successeur, le drone tactique multicharges multimiissions (MCMM) qui aura également vocation à répondre aux besoins mis en lumière au terme de la durée de vie du SDTI, soit vers 2006/2007.

3.- LES MICRODRONES ET NANODRONES

Les drones d'envergure inférieure à un mètre, ou minidrones, se décomposent en plusieurs segments que l'on peut résumer comme suit :

- drones très courte portée (TCP) d'envergure de 50 cm à 1 m ;
- microdrones d'envergure inférieure à 15 cm ;
- nanodrones d'envergure de quelques centimètres.

Les drones **très courte portée** (TCP) ou « drones du capitaine », destinés à voir « de l'autre côté de la colline » en terrain dégagé, n'appellent plus de développements technologiques particuliers, sauf dans le domaine des senseurs (radar laser d'évitement d'obstacles, caméra jour/nuit). Leur formule aérodynamique classique (voilure fixe) n'est cependant pas adaptée à la transition vers des engins sensiblement plus petits. Leur vitesse moyenne est de l'ordre de 30 km/h et ils évitent difficilement les obstacles.

L'armée de Terre expérimentera fin 2001 un drone TCP (4 drones Pointer ont été achetés à cet effet pour 1,5 million de francs) afin d'élaborer une doctrine d'emploi. Les résultats devraient être connus fin 2002 pour un déploiement vers 2005. On peut déjà évoquer les critères de choix déterminants pour l'armée de Terre :

- rusticité ;
- lancement à la main par un homme seul ;
- transportable à dos d'homme (replié dans un sac à dos) ;
- discrétion acoustique ;
- pas d'obligation d'instruction poussée avant leur utilisation ;
- localisation GPS bas coût ;
- transmission de données en temps réel.

Pour les **microdrones** et les **nanodrones**, le défi technologique et opérationnel est beaucoup plus important.

Sous l'impulsion de la *Défense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) américaine, les premiers travaux sur ce type d'engin ont été initiés dès le début des années 90. Huit programmes dotés d'un budget global de 35 millions de dollars sur trois ans (1997-2000/2001) ont donné naissance à plusieurs démonstrateurs. Parallèlement, la DARPA finance de nombreuses recherches sur les technologies intéressant directement la conception des microdrones (sources d'énergie à haut rendement, micro systèmes électromécaniques ou MEMS). **En matière de miniaturisation des systèmes d'armes notamment, les entreprises américaines de pointe pourraient ainsi prendre une avance irréversible.** L'impact industriel et opérationnel de ce *gap* technologique serait immense.

Définition d'un microdrone selon la DARPA :

- quinze centimètres d'envergure maximum ;
- masse d'environ cinquante grammes ;
- vitesse de croisière autour de cinquante km/h ;
- vingt minutes à une heure d'autonomie ;
- dix kilomètres de rayon d'action ;
- capable de transmettre des images de jour comme de nuit ;
- coût unitaire d'environ mille dollars.

Plusieurs **concepts aérodynamiques** sont explorés : ailes fixes, ailes battantes et voilure tournante. Une des grosses difficultés est d'acquies un vol stationnaire et de pouvoir affronter un vent significatif. Avec des systèmes très miniaturisés à ailes battantes, destinés à pénétrer dans des enceintes confinées (immeubles urbains), on quitte la comparaison avec le monde des oiseaux pour se rapprocher de celui des insectes.

Peu d'informations précises filtrent sur les réelles performances des démonstrateurs ainsi financés aux États-Unis.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES DRONES MINIATURES

Désignation	Type	Constructeur	Masse <i>en gr.</i>	Envergure <i>en mm</i>	Propulsion	Vitesse <i>en km/h</i>	Autonomie
Black Widow	Ailes fixes	AeroVironment	42	150	Électrique	69	16 mn
Trochoid	Ailes fixes	MLB	n/r	200	Thermique	16 à 96	18,5 mn
Bat	Ailes fixes	MLB	n/r	450	Thermique	24 à 64	30 mn
Heli Rocket	Voilure tournante	MLB	n/r	150	Thermique	n r	30 mn
Microbat	Ailes battantes	Caltech AeroVironment	6,7	100	Électrique	15	5-20 sec.
MicroStar	Ailes fixes	Sander-LM	86	150	Électrique	45-83	20 mn
N/C	Ailes fixes	Intelligent Automation	90	150	Thermique	64 à 128	20 mn
Kolibri	Voilure tournante	Lutronix	320	n/r	Thermique	n/r	30 mn

PAGE POUR PHOTOS

Les prototypes à ailes fixes semblent devoir être expérimentés par les armées américaines très prochainement, si ce n'est déjà fait. Leur inconvénient majeur est la basse manœuvrabilité résultant de leurs vitesses de croisière élevées.

Il semble qu'il n'existe pas actuellement de microdrone à voilure tournante opérationnel, même si le Microcraft semble prometteur.

Enfin, le vol autonome d'une durée significative d'un drone miniature à ailes battantes n'est pas attendu avant plusieurs années.

En France, la Délégation générale pour l'armement (DGA) a lancé un projet fédérateur de recherche consacré aux microdrones à la fin de 1999. Ce projet comprend la réalisation d'un démonstrateur de microdrone, éventuel équipement individuel du combattant débarqué (le futur FELIN qui serait mis en service en 2006), la mise au point des technologies nécessaires au développement d'une génération ultérieure de microdrones aux performances améliorées et une étude technico-opérationnelle sur leur concept d'emploi.

Ce projet fédérateur porte aussi sur le domaine des microtechnologies, le microdrone agissant comme véritable produit d'appel ou vitrine technologique dans ce secteur riche de ruptures potentielles. À travers un concours international étalé sur plusieurs années et réservé aux universitaires, le projet vise également à susciter des idées originales pour la fonction mobilité, en rupture avec les modes de propulsion classiques.

S'agissant du concept d'emploi, plusieurs hypothèses sont envisagées, au sein desquelles le **combat urbain figure toujours en bonne place.**

SCÉNARIOS D'UTILISATION DES MICRODRONES (MD) À USAGE MILITAIRE

Missions	Scénarios
Reconnaissance	<p>Le MD sert d'éclaireur discret pour s'assurer qu'une route n'est pas contrôlée par des forces ennemies.</p> <p>Il est utilisé pour évaluer les dommages causés par les combats.</p>
Observation de cible fixe	<p>Utilisé comme vigie, l'engin est chargé de surveiller une cible unique (usine, dépôt, pont, etc.) Les images sont transmises en temps réel.</p>
Instrumentation	<p>L'engin est capable de poser des microcapteurs acoustiques, des microcaméras ou des rétines artificielles à des endroits stratégiques.</p>
Opérations en site urbain	<p>Pour ces missions réputées dangereuses, un MD est employé pour choisir un axe de pénétration sûr en localisant des tireurs embusqués ou en visualisant la situation derrière un bloc d'immeubles.</p> <p>Sa taille réduite lui permet d'opérer à l'intérieur des bâtiments.</p> <p>Il peut permettre l'inspection des bâtiments à travers les fenêtres.</p>
Aide à l'acquisition et la désignation de cible	<p>Le MD « pose » des dispositifs actifs ou passifs de désignation de cibles.</p>
Reconnaissance de l'environnement	<p>Doté de capteurs adéquats, le MD a la capacité de détecter des substances chimiques, nucléaires ou bactériologiques.</p>
Brouillage	<p>La coopération de plusieurs MD pourra permettre de leurrer et rendre inopérants les radars ennemis.</p>
Sabotage	<p>Les MD se logent dans les réacteurs d'avions afin de les endommager.</p>
Télécommunication	<p>Relais de transmission temporaire.</p>

D'autres solutions sont toutefois explorées dans le domaine du combat urbain auquel nos forces, et notamment l'armée de Terre, doivent se préparer avec des méthodes d'entraînement renouvelées. Il en va par exemple ainsi **des petits hélicoptères sans pilotes, type « Le Vigilant »** (60 cm d'envergure).

Dès 1997, le **drone Cypher** (voilure tournante inspirée de l'hélicoptère) aurait fait des essais en vol intéressants au centre américain d'instruction au combat urbain de Fort Benning en Georgie. Il aurait **ainsi volé dans la rue en avant des troupes, en utilisant ses capteurs pour regarder à travers les fenêtres des différents étages (repérage de snipers)**.

Si la France, au terme de ce panorama des drones, donne parfois l'impression **d'être peu réactive** par rapport à l'apparition de nouvelles technologies et si le processus d'intégration de ces nouveautés dans les forces est souvent long, il faut souligner que les **procédures encadrant les programmes d'armement y sont pour beaucoup**.

Il n'est pas question de contester l'utilité **du code des marchés publics** mais de plaider, au moment où on **le réforme**, pour son assouplissement au titre des évaluations de nouveaux matériels de pointe. Les armées disposent de dotations peu élevées pour assurer cette veille opérationnelle et acheter sur étagère des matériels en quantité très limitée pour les tester, mais elles n'arrivent pas à les consommer, tellement la procédure juridique d'achat est longue et complexe. **Le temps que l'autorisation soit donnée (quelquefois au terme de plusieurs années), l'objet est déjà obsolète. Même les forces spéciales ne semblent pas disposer de dérogations, alors que leur vocation est d'être équipées avec des équipements de pointe.**

B.- LES RETARDS DU PLAN D'ÉQUIPEMENT

En dehors des drones tactiques de l'Armée de Terre (44 CL 289 disponibles et 9 Crécerelle en parc), la France est donc actuellement en phase d'expérimentation alors qu'on estime que **l'armée américaine** doit disposer actuellement d'une flotte de l'ordre de 500 drones, couvrant toute la gamme, du Haute altitude longue endurance (HALE) **Global Hawk** jusqu'aux microdrones à ailes fixes prochainement en expérimentation.

A terme, l'objectif d'équipement en drones pourrait être de l'ordre de 70 vecteurs pour les MCMM et d'une vingtaine de MALE. Le rythme de la montée en puissance risque d'être lent, compte tenu des contraintes budgétaires. **Le plan d'équipement français a déjà subi des retards**. C'est largement parce que le financement du MCMM et du MALE futur faisait défaut, que l'on s'est résigné à lancer deux programmes intermédiaires (SDTI et SIDM) pour assurer la continuité entre la date d'obsolescence des programmes existants (2001 pour les Hunter et les Crécerelle) et la date théorique prévue pour l'arrivée des remplaçants soit 2006/2007. Ceci signifie que la loi de programmation intègre le financement du MCMM et du MALE futur.

Le coût d'acquisition d'un système de 24 MALE (150 kg de charge utile pour remplir les missions ELINT, COMINT, SAR-MTI) a été évalué à 3 milliards de francs auxquels il faut ajouter 3,8 milliards de francs pour 13 ans de maintenance (MCO), soit un coût de possession de 6,8 milliards de francs hors frais de personnel, de formation et d'exploitation des données.

Le coût d'acquisition du système MCMM serait de l'ordre de 2,8 milliards de francs.

Par ailleurs, il n'est **pas prévu de financer de drone HALE** et la date de mise en service du drone maritime tactique est d'autant plus incertaine qu'elle n'est pas ressentie comme prioritaire.

1.- DES CHOIX INTERIMAIRES QUI NE DOIVENT PAS FIGER L'AVENIR

Si l'on comprend bien les raisons opérationnelles qui ont conduit les armées à lancer ces deux programmes intérimaires, drone tactique lent pour l'armée de Terre (Sperwer) et drone MALE pour l'armée de l'Air (Eagle), et si ces deux étapes supplémentaires peuvent contribuer à la maturation de la réflexion notamment au regard des spécifications et des négociations sur les prix, on peut aussi s'interroger sur le **relatif cloisonnement de ces deux programmes** alors que le domaine technique des drones constitue une opération d'ensemble qui **doit être pensée en interarmées** voire en interalliés.

Le souci principal porte sur **l'interopérabilité des systèmes de drones**, c'est-à-dire leur capacité à travailler de concert ou au profit de plusieurs composantes des forces sur le théâtre.

Dans le cadre de l'OTAN, les nations se sont accordées sur la définition de cinq niveaux d'interopérabilité des drones, quel que soit leur type, qui seront formalisés prochainement (2002) dans des standards (stanag) :

INTEROPÉRABILITÉ DES DRONES

AU SEIN DU SYSTEME C3I C4I

Niveau 1 : capacité de recevoir **en temps différé** les informations d'un drone, ce qui implique un format de données commun ; on peut alors envisager une diffusion des données par les réseaux de communication au sol.

Niveau 2 : réception des données **en temps réel** par liaison directe entre le drone et l'utilisateur, ce qui implique une liaison de données descendante commune ; l'interopérabilité se fait au niveau des stations sol qui doivent être compatibles de tous les modes du standard.

Niveau 3 : réception des données en temps réel et **capacité de télécommander la charge utile** d'un système avec la station sol d'un autre système, ce qui implique une liaison de données montante commune ; l'interopérabilité se fait au niveau des stations sol qui doivent être compatibles de tous les modes du standard ;

INTEROPÉRABILITÉ DES DRONES ENTRE EUX

Niveau 4 : réception des données en temps réel et **capacité de télécommander le vecteur aérien et la charge utile** d'un système avec la station sol d'un autre système ;

Niveau 5 : réception des données en temps réel et capacité de **mettre en œuvre le vecteur aérien** (décollage et atterrissage/appontage) avec la station d'un autre système.

Les deux systèmes intérimaires ne satisferont complètement qu'au niveau 1. Le niveau 2 ne sera obtenu que par l'achat d'équipement supplémentaire (modem + antenne de réception satellite). Cette faible interopérabilité, si elle peut s'expliquer dans le contexte de ces achats (définition inachevée des standards OTAN, faible caractère opérationnel reconnu par les état-majors aux niveaux 4 et 5 pour l'instant) **ne saurait toutefois en aucun cas constituer un précédent.**

A cause des contraintes pesant sur le calendrier, les deux systèmes intérimaires ont été acquis sur étagère ou en cours de développement et aucun système sur le marché (ou potentiellement sur le marché) ne présentait une architecture assez modulaire avec des interfaces assez bien définies pour garantir une interopérabilité avec des sous ensembles qui seraient acquis dans les années à venir, il s'agit donc de systèmes « fermés ».

L'obtention de telles architectures et la définition des interfaces est un des enjeux majeurs des travaux de faisabilité qui seront lancés sur les programmes futurs

(MALE et MCOMM) et de ceux en cours sur l'interopérabilité, en particulier dans le cadre de l'OTAN.

Il faut en effet bien souligner que la **station universelle**, tant souhaitée à juste titre par les utilisateurs, **ne sera obtenue qu'au prix de cette standardisation des interfaces**, sauf à passer par un fournisseur unique ce qui n'est pas la meilleure stratégie d'acquisition. Il conviendrait plutôt au contraire de se garder la possibilité de lotir au deuxième niveau (commandes séparées entre charge utile et porteur) et de se hisser la possibilité de faire évoluer le système au cours de sa durée de vie, avec ou sans le maître d'œuvre retenu pour la commande initiale.

Toute autre stratégie que cette standardisation coûtera cher, tant en terme financier (financement d'interfaces spécifiquement développées) qu'opérationnels (multiplication des consoles et des shelters).

Il conviendra d'être vigilant sur le respect de cet objectif dans les années à venir. L'expérience des programmes intérimaires de drones montre en effet que, s'agissant du processus décisionnel au ministère de la défense, **les vieilles habitudes ont la vie dure**. Pourquoi, par exemple, le **service des Architectes de systèmes de force**, dont la raison d'être est précisément de penser la cohérence des systèmes d'armes qui passe nécessairement par l'interopérabilité, **n'a-t-il pas été associé au processus décisionnel ?**

En matière de drones, la répartition des compétences entre les différents services de programmes (service des programmes aéronautiques pour le MALE, service des programmes de missiles tactique pour les autres, service des programmes d'observation, de télécommunication et d'information pour certaines charges utiles) ne garantit peut être pas non plus la recherche frénétique de l'interopérabilité maximale.

2.- LE DRONE MARITIME TACTIQUE DANS LES LIMBES

La DGA finance la réalisation de deux prototypes de drones maritimes tactiques (DMT), l'un à bas coût avec rotor de queue et l'autre reposant sur un rotor contra-rotatif pendulaire.

L'objectif est d'obtenir un produit opérationnel (apportage en mer formée) destiné à la surveillance maritime, dont la plate-forme ne soit pas trop coûteuse (de l'ordre de 3 millions de francs) pour une autonomie (5 heures de vol) comparable à celle d'un hélicoptère.

Les projets actuels ne semblent pas technologiquement achevés si bien que l'entrée en service du DMT est repoussée à l'horizon 2010.

Plutôt que de chercher à se doter d'un système propre, la Marine aurait tout intérêt à pouvoir exploiter en temps réel les informations issues d'un drone MALE (niveau d'interopérabilité 2), voire à orienter sa charge utile (niveau 3), à partir de ses bâtiments et

notamment à partir du porte-avions ou des nouveaux transports de chalands de débarquement (NTCD) destinés à accueillir le commandement de la composante maritime d'une force européenne.

3.- LE DRONE HAUTE ALTITUDE LONGUE ENDURANCE REMIS A PLUS TARD

Les drones **HALE de reconnaissance stratégique** présentent plusieurs intérêts par rapport à l'observation stratégique menée par satellite (permanence de l'observation, temps réel, souplesse d'emploi et réactivité) même s'ils sont plus vulnérables et moins discrets puisqu'évoluant à des altitudes (de l'ordre de 20.000 mètres) qui ne les mettent pas à l'abri des défense sol-air.

Même s'ils ne sont pas gênés par la circulation aérienne commerciale à cette altitude, leur domaine de vol appartient encore à l'espace aérien, ce qui sous-tend la dépose d'un plan de vol. **L'autonomie et la permanence sur zone de ces engins constituent leur point fort.** Le concept d'emploi n'est pas encore défini mais les besoins opérationnels paraissent établis : renseignement stratégique, surveillance de zone, détection radar de mobiles (aériens, terrestres, maritimes), relais de communication. **Les drones HALE pourraient aussi constituer un moyen d'alerte avancée** (alerte infrarouge de départ missiles) **à étudier en complément des satellites.**

Seuls les États-Unis disposent actuellement de ce type d'engins, notamment avec le Global Hawk qui pèse 12 tonnes, possède l'envergure d'un Boeing 737 et peut rester 35 heures en vol avec un plafond de 60.000 pieds (20.000 m).

L'investissement nécessaire pour un tel système est hors de portée de la France seule. Avec un rayon d'action de 2.500 km, associé à la permanence sur zone de deux drones et une altitude de vol de 60.000 pieds, l'achat de deux systèmes de cinq drones (10 tonnes dont une tonne de charge utile) reviendrait à 7 milliards de francs auxquels il faudrait ajouter 5,5 milliards de francs de maintenance (MCO) sur 15 ans, soit un coût de possession de 12,5 milliards de francs hors frais de personnel, de formation et d'exploitation des données fournies par le système de drones. En conséquence, le drone HALE n'est pas inscrit dans la programmation française et ne pourrait résulter que d'un effort européen mutualisé.

Les différents types de drones existants

Laisser cette page blanche sans numérotation.

CHAPITRE V

VERS L'INÉLUCTABLE MÉTASYSTÈME

La multiplication des vecteurs et des capteurs ne sera utile que si elle s'accompagne de leur organisation en système, de manière à diffuser l'information à tous ceux qui doivent en connaître, et seulement à eux, au moment opportun.

Même si les moyens sont plutôt complémentaires que redondants, encore faut-il organiser leur emploi rationnellement et dégager une synthèse des informations qu'ils délivrent.

I.- LA COMPLÉMENTARITÉ DES MOYENS, UNE THÉORIE CONVAINCANTE

La profusion des moyens consacrés à l'observation, à la surveillance et à la reconnaissance pourrait laisser penser que la redondance prévaut et que des rationalisations s'imposent. En fait, cette gamme diversifiée permet plutôt de faire jouer la **complémentarité, maître-mot du renseignement** qui doit s'adapter à toutes les circonstances imaginables.

Une analyse multicritères permet ainsi de mettre en évidence cette notion de complémentarité. La liste des critères envisageables peut être très longue mais on peut évoquer :

- la vulnérabilité ;
- la sensibilité à l'environnement ;
- la durée de vie ;
- le délai de mise en œuvre et de réaction ;
- la modularité ;
- la résolution ;
- la couverture ;
- la permanence sur zone ;
- le coût d'acquisition ;
- les aspects juridiques (espace aérien) ;
- l'accessibilité de la zone ;
- le maintien en condition opérationnelle ;

- l’endurance ;
- la distance franchissable ;
- la facilité d’interprétation ;
- la capacité anti leurre.

S’agissant des **vecteurs**, les principaux points forts et faiblesse des uns et des autres sont connus :

COMPLÉMENTARITÉ DES VECTEURS

Satellite	
pour	invulnérabilité, très bonne résolution, non violation de l’espace aérien
contre	taux de revisite, prévisibilité des survols limitation des senseurs actuels (jour, temps clair)
Drone	
pour	endurance, survol de zones hostiles sans perte humaine
contre	charge utile limitée vulnérabilité car peu manoeuvrant sensibilité aux conditions météorologiques
Avion	
pour	souplesse d’emploi, rapidité d’intervention, capacité d’adaptation
contre	vecteur piloté, permanence limitée

Il convient aussi de s’intéresser aux **capteurs**, c’est-à-dire à la combinaison des **vecteurs** et des **charges utiles**. La complémentarité entre les drones et les satellites peut être ainsi détaillée :

COMPLÉMENTARITÉ DRONE/SATELLITE

	Satellite optique	Satellite radar	Drone optique	Drone radar
Mauvais temps	0	5	3	5
Résolution	4	3	5	3
Interprétabilité	5	3	5	3
Délais	2	2	4	4
Dimensions de la zone	4	4	2	3

Sécurité	5	5	3	3
Survol	5	5	2	2
Rafraîchissement	1	2	4	5

Chaque case est renseignée par un indice de 0 à 5, le rendement étant indiqué par une échelle croissante.

On s'aperçoit ainsi que les points faibles des couples satellites optique et radar sont les points forts des couples drones optique et radar. Ceci montre également que le satellite possède les caractéristiques pour répondre aux besoins de documentation et d'alerte tout en ayant une certaine capacité pour satisfaire aux autres types de besoins du renseignement. De son côté, le drone possède les caractéristiques qui lui permettent de combler les besoins non ou partiellement satisfaits par le satellite.

On relèvera aussi **la complémentarité bien connue entre les charges utiles radar** (capacité tout temps, information sur la structure de la matière qui permet de mettre en évidence les leurres) et **optiques**. En connaissant les caractéristiques des vecteurs et de leurs charges utiles, on peut ainsi **visualiser cette complémentarité**, au moins à l'échelle du champ de bataille.

un graphique à venir

un graphique à venir

II.- UNE REALITE ENCORE DIFFERENTE

La complémentarité n'est pas encore pleinement entrée dans les faits, dans la mesure où les capteurs et les vecteurs ne sont pas encore partie prenante d'un même système cohérent et universel. Comme dans la société civile, la question des réseaux de l'information est primordiale pour l'outil de défense et particulièrement en matière de ROIM où les débits sont importants et les formats parfois différents.

Le ministère de la défense a évidemment identifié ce besoin opérationnel et s'attache à le traiter, à partir des conceptions et des réalisations novatrices de l'armée de l'Air, mais la tâche sera très probablement longue et coûteuse car elle est difficile.

A.- LA FUSION DE DONNEES : L'AXE IMAGE DE L'ARMEE DE L'AIR

Le système d'aide à l'interprétation multicapteur (SAIM) est entré en service dans l'armée de l'Air en 1998 et peut être considéré comme pleinement opérationnel depuis 2000. Il a vocation à exploiter tous les capteurs actuels et futurs, à être présent à tous les niveaux du traitement des images et à communiquer avec l'ensemble des réseaux sécurisés du ministère.

La première étape de cette fusion de données passe par la **numérisation** de l'ensemble des images. Actuellement, les images argentiques sont ainsi numérisées pour être intégrées au SAIM.

La deuxième est de disposer de **formats standardisés** afin d'éviter de financer des interfaces coûteuses ou d'aligner les consoles les unes à côté des autres. Les deux systèmes de drones intérimaires pourront ainsi être connectés à une station SAIM.

À partir de là, le travail d'interprétation devient possible avec toutes les potentialités des images numériques : juxtaposition, retouches, fusion après vérification du géoréférencement, etc.

Les armées vont utiliser le SAIM pour bâtir un système de diffusion du renseignement d'origine image adapté aux besoins des différents niveaux. **Ce projet, appelé axe image, repose sur trois niveaux.**

schéma noir/blanc

Au premier niveau, les unités spécialisées de l'armée de l'Air, équipées de stations SAIM, alimentent le système avec des images accompagnées de comptes rendus (dossiers élaborés). Les unités non spécialisées disposent de stations SAIM légères, qui reprennent les seules fonctions de visualisation haute définition et de transmission, ce qui leur permettra d'accéder aux images stockées au deuxième niveau.

Ce deuxième niveau est destiné à recevoir les dossiers envoyés par les différentes stations pour les vérifier, les fusionner, effectuer un **géo-référencement** précis puis, par comparaison avec des données images de référence, détecter l'activité. Il sera aussi capable d'utiliser les images issues des unités alliées. Le SAIM deuxième niveau devra gérer :

- une base de données contenant l'ensemble des dossiers de référence en haute définition au profit de l'ensemble des unités équipées de stations SAIM, quelle que soit l'armée d'appartenance. Les données de cette base sont exportables vers le système DOREMI pour constituer des dossiers d'objectifs ;
- un site intranet dynamique contenant toutes les images dans une définition compatible avec les débits disponibles, accompagnées des éléments d'interprétation (plan, légende, commentaires ...), au profit de tous ceux qui ont à en connaître et qui ont été reconnus (clients).

Ce deuxième niveau relève des autorités du commandement de la composante aérienne de la force.

Le **troisième niveau** relève des autorités centrales et assure notamment la constitution des dossiers de site (Direction du renseignement militaire) et des dossiers d'objectifs (Centre national de ciblage).

B.- DES OBSTACLES À SURMONTER

L'axe image est un projet indispensable qui s'inspire de systèmes déjà en vigueur aux États-Unis et qui renforcera la **capacité de la France à assumer le rôle de nation-cadre d'une coalition européenne**. Il devra progressivement être élargi à l'ensemble des capteurs image des trois armées et notamment à ceux de **l'armée de Terre qui sont en pleine évolution** (conception de l'engin blindé à roues de contact, réorganisation du régiment blindé de recherche de renseignement, système d'observation et de renseignement aéroterrestre SORA).

Le stade ultérieur est la réalisation d'un métasystème fusionnant les systèmes d'information (SICA, SICF, SENIT, SCCOA) et les systèmes de renseignement (ROIM, ROEM, ROHUM) afin de **disséminer très largement l'information en temps réel**.

Les États-Unis se sont déjà engagés dans la réalisation de tels métasystèmes (projet *Joint Intelligence Virtual Architecture JIVA*), **dont l'ampleur frôle parfois la démesure.**

Outre les difficultés de conception de l'architecture de tels métasystèmes et leurs obstacles technologiques (interopérabilité des formats), un tel projet buterait rapidement en France sur la relative faiblesse **des débits de réseaux de transmission sécurisés.**

Un métasystème d'acquisition du renseignement générera aussi de nouveaux besoins et donc de nouveaux métiers.

L'optimisation de l'emploi des ressources, toujours plus diversifiées en terme de vecteur/capteur, sera bientôt d'une telle complexité qu'elle requerra des spécialistes s'appuyant sur des logiciels d'aide à la décision.

Il en ira de même de **la fusion et du traitement automatique des flux gigantesques de données**, de la constitution et de l'exploitation de base de données très pointues (signature radiométrique des objets) ou de la compréhension des images et de l'interface homme-machine.

L'ampleur de la tâche justifie que l'on pense à la mutualiser et l'Union européenne semble le cadre tout désigné pour le faire, compte tenu des avancées de la politique de sécurité et de défense commune.

Laisser cette page blanche sans numérotation.

CHAPITRE VI

POUR UNE STRATÉGIE EUROPÉENNE

Il y a quelques années, écrire que la stratégie européenne s'imposait en matière de renseignement aurait semblé gentiment utopique voire déplacé. Il n'en va plus de même actuellement, même si une coopération complètement transparente n'est pas encore à l'ordre du jour, la stratégie européenne s'impose à tous, même et surtout aux opérationnels qui ont pleinement intégré cette nécessité.

I.- LE RENSEIGNEMENT AU SERVICE DE L'ÉTAT-MAJOR EUROPÉEN

Le cadre institutionnel de la coopération en matière de renseignement est désormais défini ; **depuis le 1^{er} juillet 2001, il existe officiellement un état-major européen doté d'une division renseignement.** Cette division compte une trentaine de membres (deux par État membre de l'Union) et travaille à partir des différents moyens nationaux puisqu'elle ne bénéficie pas de capteurs propres.

Au-delà des besoins de renseignement militaire de l'état-major, sa vocation est aussi d'alimenter **le centre de situation** rattaché au représentant de l'Union en matière de sécurité et de défense. Il est indispensable que ce centre, constitué d'une vingtaine de diplomates et fonctionnaires internationaux, et chargé de fournir des appréciations de situation, bénéficie **du regard militaire sur les crises.** La Macédoine est un excellent exemple de cette coopération.

La division renseignement de l'état-major aura pour mission pionnière de fédérer les efforts des membres de l'Union et d'incarner l'esprit européen dans un secteur **traditionnellement au cœur du pouvoir régalien des États. Mais la monnaie ne l'était-elle pas aussi ?**

Dans un premier temps, il est probable que les « grands pays » du renseignement (Royaume-Uni, France, Allemagne, Italie) aient la tentation de constituer un club plus fermé dont chaque membre sera coopté en fonction de ce qu'il apportera, selon le vieil adage, «le renseignement s'échange mais ne se partage pas » ; tout le sens de la construction européenne sera de surpasser cette vision d'abord nationale pour associer les autres membres à l'édification d'une œuvre commune, reposant sur la mutualisation élargie des apports, même limités pour certains d'entre eux.

Ce processus ira d'autant plus vite que l'Union, ou certains de ses membres, se doteront de **moyens communs de renseignement qui combleront les diverses carences nationales.**

II.- COMBLER LES LACUNES DES DISPOSITIFS NATIONAUX

Les lacunes des dispositifs nationaux sont nombreuses. Pour s'en tenir à la situation de la France qui n'est pas la plus démunie en Europe, on peut identifier plus particulièrement trois secteurs qui pourraient constituer des domaines fructueux de coopération européenne parce que leur portée dépasse les moyens nationaux : la surveillance de l'espace, l'alerte avancée et l'imagerie radar.

A.- LA SURVEILLANCE DE L'ACTIVITE SPATIALE

Les récentes inflexions stratégiques des États-Unis ont mis en évidence l'importance de l'espace. On estime ainsi à 8.500 le nombre des objets spatiaux d'une taille supérieure à une dizaine de centimètres carrés dont plus de **500 satellites en activité**. A la différence de l'espace aérien dont la surveillance est acquise par différents systèmes nationaux, civils et militaires, la France ne dispose pas de moyens propres de détection ou de reconnaissance des activités spatiales. Elle dépend pour cela des informations diffusées par les États-Unis.

Au-delà des moyens de trajectographie des centres d'essais de la DGA, le seul moyen développé par la France est le **démonstrateur GRAVES**. Il s'agit d'un radar de veille et de trajectographie dédié à la surveillance de l'activité spatiale et, notamment, au calcul de trajectoire des satellites survolant la France métropolitaine. Son site d'émission est distinct de son site de réception. Les premières expérimentations ont été réalisées fin 1999. Depuis cette date, plus de **2000 satellites et débris ont été détectés**, permettant la création d'une première base de données orbitales.

Malgré un concept de développement relativement économique (moins de 200 millions de francs) et des premiers résultats intéressants, il est à craindre que les contraintes des budgets militaires ne permettent pas une extension significative de ce démonstrateur qui, de plus, n'est pas conçu pour la détection de très petits objets ou débris. Compte tenu des dégâts susceptibles d'être occasionnés par ces débris sur nos satellites en orbite, le micro-satellite Cerise par exemple, cette capacité revêt pourtant un intérêt certain.

Le prolongement de GRAVES par le développement d'un capteur adapté à la détection de ces débris constituerait **un projet européen** de première importance qui pourrait s'intégrer à celui consacré à l'alerte avancée, compte tenu de la proximité des performances nécessaires.

B.- L'ALERTE AVANCÉE

A la suite de l'annonce par les États-Unis du développement du programme NMD, bouclier stratégique anti-missile permettant de détecter des lancements et de détruire en vol tout missile agresseur, les Européens ne peuvent que s'interroger sur les

conséquences de l'existence d'un tel système qui remet en cause les accords SALT des années 1970 et risque de relancer la course aux armements en Chine et, éventuellement, en Russie.

Après le projet de « guerre des étoiles » des années 1980 qui n'a jamais été opérationnel mais a permis à l'industrie américaine de financer, notamment, l'étude et le développement de technologies de miniaturisation utilisées sur leurs satellites d'observation (Ikonos), le projet NMD **est le nouveau moyen mis en œuvre par les États-Unis pour consacrer définitivement leur supériorité technologique.**

Depuis 1970, les États-Unis disposent, à l'instar de la Russie, d'un système d'alerte balistique DSP (*Defense Support Program*) comprenant des satellites en orbite géo-stationnaire. Développés dans le cadre de la guerre froide, leur mission était essentiellement stratégique. Ces satellites géo-stationnaires devaient détecter les lancements des missiles stratégiques russes et suivre leur trajectoire pendant la phase propulsée, afin de définir la zone d'impact au sol. Ils étaient complétés par des radars au sol pouvant désigner le point d'impact précis.

Ces satellites ont une cadence d'observation de dix secondes dans l'infra-rouge. Aussi, leur utilisation pendant la guerre du Golfe pour détecter des SCUD a-t-elle donné des résultats décevants puisqu'ils ne pouvaient traiter que deux ou trois points pendant la phase propulsée du missile. C'est ce système DSP qui sera remplacé progressivement par le système SBIRS (*Space Based Infra Red System*) à partir de 2006.

Le système SBIRS est la composante spatiale de détection de la NMD. Il repose sur le système **SBIRS-high** qui comprend quatre satellites en orbite géostationnaire et deux satellites en orbite haute elliptique, capables de détecter des missiles de courte portée pendant la phase propulsée et sans doute pendant la phase de rentrée. Le premier satellite sera lancé, en 2001, et le système doit être opérationnel en 2006.

Le système **SBIRS-low**, non encore décidé, comprendrait plus de vingt satellites en orbite basse. Il apportera une vision stéréo sur l'observation des missiles et une capacité accrue de défense active ce qui implique que les satellites communiquent entre eux pour la détection en phase de rentrée afin de discriminer les différents missiles dont les propulseurs ont la même signature infrarouge.

La doctrine stratégique française basée sur la dissuasion impose l'identification certaine de l'agresseur dans un paysage marqué par la prolifération des missiles balistiques. **Le lancement d'un programme d'alerte avancée** ne pourrait se faire qu'en concertation étroite avec les pays européens et en coopération avec ceux qui le souhaiteraient.

Ce programme reposerait sur un certain nombre de technologies-clés dont les industriels européens ont la maîtrise, au nombre desquelles :

- la connaissance des fonds de terre et de nuages afin de détecter le point chaud inhabituel (le départ missile) ;
- la connaissance des signatures infrarouge des missiles à observer ;
- un instrument cryogénique équipé de détecteurs infrarouge de grande dimension permettant d’observer en permanence des zones de 2000 x 2000 km ou même de 4000 x 4000 km ;
- un satellite bien stabilisé permettant une grande précision de pointage ;
- des algorithmes de traitement pour établir la trajectographie des cibles et détecter les fausses alarmes.

Les équipements infrarouge et des traitements de l’image représenteraient **l’essentiel de la charge utile des satellites d’orbite avancée.**

C.– L’IMAGE RADAR

Le terme imagerie englobe traditionnellement l’observation radar dont la technologie, l’utilisation et les capacités sont très différentes de l’observation optique.

Les différents capteurs mesurent les radiations électromagnétiques réfléchies par les corps qui composent la surface terrestre. Pour les ondes électromagnétiques du visible et de l’infra-rouge proche, les capteurs utilisés sont optiques (émulsions photographiques sur des détecteurs multispectraux). Pour l’infrarouge thermique, on utilise des détecteurs thermiques et, pour les hyperfréquences et les ultra hautes fréquences, des capteurs radars. **Les capteurs optiques et les capteurs radar sont très différents.** Un instrument optique reçoit la radiation de la lumière provenant de la surface terrestre et n’émet aucun signal alors qu’un instrument radar émet un signal vers le sol et détecte l’écho de ce signal, c’est-à-dire qu’il mesure l’onde qui se reflète sur la surface terrestre.

Les capteurs radar actuels fonctionnent avec **des antennes à ouverture synthétique ou SAR** (Synthetic Aperture Radar). Le grand avantage de cette technologie par rapport à une antenne radar classique est que **la résolution de l’image obtenue ne dépend pas de la distance par rapport à la plate-forme** mais de la distance entre les deux antennes du système SAR. Grâce à la cohérence du signal émis en mode SAR, l’intégration des données est réalisée sur la zone illuminée par le signal radar. L’inconvénient de cette technologie est qu’elle nécessite de fortes puissances de calcul et d’énergie ce qui, pour certaines plate-formes (satellite), constitue une limitation de capacité (le radar sera actif de l’ordre de 12 minutes sur les 90 minutes de la durée de l’orbite).

L’imagerie radar présente de grands intérêts par rapport à l’imagerie optique dont elle est complémentaire.

Les capteurs radar ont d'abord l'immense avantage d'être **indifférents à la nébulosité et à l'éclairage**. Ils travaillent tout temps, jour et nuit.

Ils apportent ensuite **une masse d'informations sur la structure de la matière**, notamment métallique, qui permet à la fois de compléter l'image optique et d'en surmonter les insuffisances, notamment vis-à-vis du camouflage (végétation, calotte glaciaire) ou du leurrage. Le radar est particulièrement sensible à la rupture de milieu ; il mettra par exemple en **évidence des échos suspects caractéristiques** d'une signature d'objets métalliques au milieu d'une forêt, ou il détectera la présence d'eau ou de liquide ou de filets métalliques anti-plongeurs de combat, immergés à l'entrée des ports. Les technologies actuelles en font un bon moyen de détection d'activité mais plus difficilement de reconnaissance ou d'identification. Cependant, il est très probable que l'interprétation des « images » radar (les spécialistes préfèrent parler de flux d'informations) fera de grands progrès dans les années à venir.

En exploitant les ombres, les traces des corps en mouvement (un train), on peut déjà calculer leur vitesse et identifier le sens de leur déplacement. En mesurant l'écart entre deux traces de corps aux densités différentes, on peut obtenir des informations sur des infrastructures (cuves de raffinerie à toit flottant plus ou moins remplies).

Tout l'enjeu dès lors sera de **se donner les moyens** (banques de données sur les signatures radar, logiciels d'interprétation, de fusion de données avec d'autres capteurs) **de maximiser le rendement de ces technologies mettant en œuvre des capteurs avancés** (radar et capteurs hyperspectraux). Les États-Unis ont beaucoup d'avance dans ce domaine mais l'Europe, dans laquelle la France a de solides atouts, peut se donner les moyens de rester dans la course.

Le Centre électronique de l'armement (CELAR) de la DGA est ainsi en train de se doter d'**un instrument numérique de simulation d'images radar de l'observation spatiale (SIROS)** dont l'architecture couvre toute la chaîne du besoin opérationnel, depuis la simulation de l'environnement (bases de données 3D et de signatures radar) jusqu'au pré-traitement de l'image (réduction de bruit, traitement de segmentation) et au traitement/exploitation (calcul de paramètres significatifs, superpositions de modèles géométriques).

De même, **l'ONERA** a préparé, gère et exploite les résultats d'une **campagne d'essais dénommée Orange** et consacrée à la reconnaissance aérienne, à partir de la fusion de données en provenance de capteurs optroniques classiques complétés par des capteurs expérimentaux radar (Ramses trois bandes radar) et multispectraux (Timbre-poste, deux bandes infrarouge et une bande visible). La campagne Orange a permis de constituer **une banque d'images** en bande visible, infrarouge et radar **probablement unique en Europe** afin d'identifier les indices d'activité pertinents dans chaque domaine spectral.

Ces moyens seront optimisés s'ils sont mis au service des programmes d'observation radar qui sont pour la plupart européens plutôt que franco-français.

La France dispose de capteurs radar nationaux pour l'observation du champ de bataille, de type SAR-MTI (Moving Target Indicator) depuis 1996/1997 avec la livraison des **quatre hélicoptères Horizon** pour un coût de 800 millions de francs (CF 01/1992). Ce système a rendu d'excellents services en Irak et au Kosovo mais son radar, développé dans les années 80, commence à être technologiquement daté et son soutien très coûteux (50 millions de francs par an) en raison des obsolescences constatées. Ce système détecte ainsi des mobiles jusqu'à 350 km/h dans un rayon de 150 km, mais peine à discriminer des chars de véhicules légers.

Sa rénovation à mi-vie sera coûteuse mais l'importance des services rendus en conditions réelles impose le maintien en condition opérationnelle de cet outil apprécié.

En matière de reconnaissance, après le retrait de la nacelle Raphaël, la France disposera d'un capteur israélien SAR-MTI sur le drone MALE intérimaire Eagle puis sur le drone MALE successeur.

Le futur système radar de surveillance de théâtre sera issu d'une coopération européenne. A cet égard, les positions prises en réponse au besoin opérationnel de l'OTAN exprimé en 1997 pour un système de surveillance radar sur gros porteur seront décisives. Face au NATAR (États-Unis, Belgique, Canada, Norvège, Luxembourg) successeur du J. STAR, on trouve ainsi le système Astor (Royaume-Uni) et le Sostar (France, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Espagne). Le but des membres de Sostar est ainsi de faire voler un démonstrateur technologique en 2005 qui soit capable, grâce à un radar à antenne active, de traiter des données radar à bord et en temps réel.

En matière d'**observation spatiale** enfin, la France développe une double coopération, sous la forme d'échange de capacités optique contre radar, d'une part avec l'Allemagne et d'autre part avec l'Italie.

S'agissant de **l'Allemagne**, la décision de coopérer a été prise au **75^{ème} sommet franco-allemand de Mayence** du 9 juin 2000. Elle repose sur la volonté de l'Allemagne de lancer une **constellation de 4 à 6 petits satellites radar SAR-lupe** entre 2004 et 2006, consacrés à l'observation militaire. Cette décision, prise après les carences constatées par ce pays lors de la crise du Kosovo, ne sera toutefois définitive que lorsque le Parlement en aura adopté le financement. La collaboration avec la France sera strictement à usage de défense et devrait reposer sur un échange de capacités entre les systèmes Helios II et SAR-lupe.

La collaboration avec **l'Italie** a été décidée par **l'accord bilatéral relatif à la coopération sur l'observation de la terre signé le 29 janvier 2001** au sommet franco-italien à Turin.

Il s'agit d'une coopération plus vaste puisqu'elle repose sur des satellites à **vocation civile et militaire, Cosmo/skymed pour l'Italie et Pléiades pour la France**. Il s'agit d'un système commun composé de **4 satellites radar de résolution métrique** voire submétrique, développés par l'Italie, et de deux satellites optiques de résolution métrique développés par la France, ainsi que des segments sols développés conjointement. Le calendrier nominal est de 2003/2005 pour les satellites radar et de 2005/2007 pour les satellites optiques. Les caractéristiques techniques du projet ont été définies de manière à répondre aux besoins des militaires, tant en matière de résolution que de largeur de champ ou de géoréférencement.

En son article V, l'accord prend en compte les contraintes demandées par la composante de défense (priorité, confidentialité, sécurité, contrôle gouvernemental) et laisse la possibilité aux ministères de la défense italien et français d'établir une coopération opérationnelle fondée **sur un échange de droits de programmation** type Helios I, entre Cosmo/skymed et Helios II.

Il faut enfin relever que ces différents projets s'inscrivent dans une perspective commune des opérationnels européens (France, Allemagne, Espagne, Italie), actuellement en cours de formalisation dans un document intitulé «*Besoins opérationnels communs pour un système global européen d'observation par satellites (à des fins de sécurité et de défense)*», ce qui témoigne de l'intensité des contacts dans ce domaine dont l'importance n'échappe à personne, après bien des déconvenues passées.

Laisser cette page blanche sans numérotation.

CHAPITRE VII

LE COUT DU RENSEIGNEMENT PAR L'IMAGE

COÛTS ⁽¹⁾ DES ÉQUIPEMENTS CONSACRÉS EXCLUSIVEMENT OU PRINCIPALEMENT À L'IMAGERIE		
SATELLITES	COUT D'ACQUISITION	COUT DU MAINTIEN EN CONDITION OPERATIONNELLE (MCO)
Système satellitaire Helios I	7,6 milliards de francs (non compris phase de définition, coût des facteurs 01/87)	300 millions de francs par an
Système satellitaire Helios II	11 milliards de francs (coût des facteurs 01/96)	objectif : 200 millions de francs par an
AVIONS		
Nacelle Presto (7 unités)	200 millions de francs	10 millions de francs par an
Nacelle de reconnaissance nouvelle génération (15 unités et 4 stations sol)	1,5 milliard de francs dont 800 millions de francs de développement	25 millions de francs par an.
HELICOPTERES		
Système Horizon (4 hélicoptères et 2 stations sol)	950 millions de francs (coût des facteurs 01/2000)	50 millions de francs par an
DRONES		
<i>Drones MALE</i>		
Système Hunter (4 vecteurs et 2 stations sol)	200 millions de francs	n.c.
Système intérimaire Eagle (3 vecteurs et 2 stations sol)	330 millions de francs	40 millions de francs par an
Système MALE futur (24 vecteurs et 15 stations sol)	de l'ordre de 7 milliards de francs avec 15 années de MCO	
<i>Drones tactiques</i>		
Drone tactique rapide CL 289 (55 vecteurs)	1,7 milliard de francs	n.c.
Drone tactique lent Crecerelle (12 vecteurs et 2 stations sol)	110 millions de francs	n.c.
Drone tactique intérimaire Sperwer (18 vecteurs et 2 stations sol)	350 millions de francs	40 millions de francs par an
Drone tactique multicharges multimiissions (80 vecteurs, une vingtaine de stations sol)	de l'ordre de 2,8 milliards de francs	n.c.
Drone très courte portée	de l'ordre de 50 millions de francs	
SYSTEMES DE FUSION DE DONNEES		

⁽¹⁾ Pour ce qui concerne les équipements développés en coopération (Helios I), les coûts indiqués ne représentent que la part française.

Système d'aide à l'interprétation multicateurs (SAIM)	de l'ordre de 200 millions de francs	
Système d'observation et de renseignement aéroterrestre (SORA)	de l'ordre de 1 milliard de francs	

Laisser cette page blanche sans numérotation

CONCLUSION

Il apparaît maintenant clairement que le renseignement par l'image occupera une importance stratégique essentielle dans l'avenir et disons-le, la première place, devant tous les systèmes, y compris le nucléaire. Le XXI^{ème} siècle sera déterminé, en terme de liberté individuelle et collective, par l'équilibre du pouvoir que l'on réussira à construire à l'intérieur d'un grand métasystème mondial de recueil de l'information image.

La situation peut se résumer par quelques constats simples.

Depuis la **disparition de l'Union Soviétique**, les États-Unis ont été les seuls à développer un vaste système d'observation par l'image. Ils sont aujourd'hui durablement les seuls à avoir la volonté politique, les moyens technologiques et les capacités financières de construire un outil aussi vaste d'observation détaillée de la planète.

Les **États-Unis** ont acquis **une avance technologique** importante mais il n'y a pas encore de décrochage définitif. Si les décisions européennes sont prises rapidement de façon cohérente avec les moyens financiers nécessaires, le niveau de notre technologie nous permettra d'exister de façon honorable.

Les États-Unis préparent un **métasystème** où toutes les informations seront fusionnées, compatibles, synthétisées. La puissance politique de ce système est considérable. Il n'est pas imaginable que nous puissions en constituer un autre, concurrent et de même niveau. Il est en revanche possible de créer un système cohérent d'information suffisamment pertinent et ayant une masse critique telle qu'il soit indispensable au fonctionnement de l'ensemble, provoquant ainsi un dialogue politique entre deux partenaires qui, sans être égaux, sont nécessaires l'un à l'autre.

La France a mené **une politique courageuse** puisqu'elle a développé quasiment seule un système d'observation spatiale. En ce sens, elle a eu une action positive pour l'Europe qui peut aujourd'hui envisager un développement radar et infrarouge en complément de l'observation optique, actuellement de bon niveau.

La guerre du Golfe puis la Bosnie, puis le Kosovo ont démontré aux dirigeants successifs qu'il n'y avait aucune capacité de négociation politique entre États sans capacité d'évaluation précise de la crise, et qu'il n'y aurait bientôt plus d'action militaire possible sans une connaissance extrêmement détaillée des cibles potentielles. Même pour mettre au pas une dictature expansionniste, nos opinions publiques exigent à juste titre que les objectifs stratégiques et militaires soient atteints sans dommage pour les populations civiles. Une telle précision et une telle sélectivité sont impossibles sans une capacité de renseignement image extrêmement puissante. **Ne pas en disposer c'est se condamner politiquement à la paralysie.**

Avons-nous les moyens de nous doter d'un tel système ? Au niveau national, la réponse est clairement négative. Au niveau européen, elle est encore positive, à condition que des décisions fortes se prennent vite.

Dans le **domaine spatial**, les décisions prises par la France dans les années 80 nous permettent d'être à niveau. Le programme Hélios II est de bonne qualité et arrive au bon moment. Il devra être complété par les systèmes allemand SAR LUPE et italien Cosmo/skymed qui, dans l'imagerie radar, complèteront le visible et l'infrarouge fournis par les satellites français.

Dans le **domaine des drones**, le retard européen est important mais peut être facilement rattrapé, au moins dans les fonctions où ceux-ci sont strictement nécessaires. Les projets français Eagle, Sperwer et le développement des microdrones préparent correctement les décisions définitives qui devront être prises au-delà de 2005. L'aspect le plus important résidera dans la capacité de rendre cohérents ces différents systèmes, tant sur le plan interarmées que sur le plan interalliés. Les données devront pouvoir être facilement fusionnées pour être facilement exploitées par un grand nombre d'utilisateurs finaux.

La construction de ce système global au niveau européen nécessitera une grande volonté. Celle-ci rencontrera la culture traditionnelle du renseignement où les échanges entre nations sont difficiles, sans parler des échanges entre services d'un même État. Mais l'Europe a montré qu'elle était capable de **dépasser des cultures anciennes** et pourtant fortes, la monnaie unique en est l'exemple le plus éclatant. Pourquoi ne serait-elle pas capable de franchir un pas aussi déterminant dans le domaine du renseignement ? Le 1^{er} juillet 2001, **l'état-major européen a été doté officiellement d'une division du renseignement. Prenons le pari que cette décision, au-delà de son caractère symbolique fort, devienne une date importante de la construction européenne.** Nous pourrions rapidement vérifier cette espérance en constatant les efforts financiers que les uns et les autres seront prêts à consentir et à concrétiser dans ce domaine majeur.

Il reste que ce métasystème du renseignement en construction, et qui sera dans le domaine stratégique l'enjeu de ce XXI^{ème} siècle, est aujourd'hui largement consacré à des usages militaires. Il présente deux caractéristiques capitales.

La première, c'est qu'il permettra rapidement, sans doute à l'horizon 2015, **d'anticiper** bien plus qu'aujourd'hui **les départs de crises**, les préparations de conflits, les déplacements de populations. C'est donc un outil fondamental de prévention des guerres. Si nous avons été capables de prévoir un mois plus tôt les intentions de l'Irak vis-à-vis du Koweït, les pressions diplomatiques et politiques auraient été telles, pendant ces 30 jours, que le conflit n'aurait certainement pas eu lieu. Combien de génocides, de massacres, de transferts de populations auraient été enrayés si ces phénomènes avaient pu être détectés en temps réel ?

La seconde est que ce système permettra **une auscultation de la planète** selon de multiples spectres qui, dans les domaines agricoles, climatiques ou environnementaux, pourront permettre, non seulement d'évaluer les phénomènes, mais d'en corrélérer les facteurs de façon à accroître largement leur connaissance et à rendre plus fine la définition des différentes solutions envisageables. Là encore, l'enjeu stratégique est majeur et ne peut être laissé entre les mains d'une seule puissance.

La question centrale est donc bien celle-ci : sommes-nous prêts à déléguer définitivement ce pouvoir exceptionnel à une seule puissance, même amie, ou décidons-nous de nous doter des moyens du dialogue ?

Nos décisions en Europe ne tarderont pas à donner une réponse définitive à cette question capitale.

Laisser cette page blanche sans numérotation.

EXAMEN EN COMMISSION

Au cours de sa séance du mercredi 4 juillet 2001, la Commission des Finances a examiné, en application de l'article 146 du règlement de l'Assemblée nationale, le présent rapport d'information sur le renseignement par l'image

M. Jean-Michel Boucheron a tout d'abord relevé que le sujet de ce rapport n'appartenait pas aux zones d'intérêt traditionnel du contrôle parlementaire puisqu'il traitait de données dont certaines étaient classifiées et il a tenu à particulièrement remercier le ministre de la Défense d'avoir rendu possible ce travail.

Depuis le déclin accentué de la Russie dans le domaine spatial, les États-Unis représentent la seule puissance mondiale disposant d'un système global de renseignement par l'image qu'ils s'approprient à développer encore, grâce à des investissements massifs, aussi bien dans les satellites que dans les drones (avions sans pilote). Cette multiplication des capteurs et des systèmes de fusion de données qui les exploitent laissent présager l'édification d'un véritable métasystème. Dès lors, la question est de savoir si l'Europe est en mesure de construire un système alternatif qui puisse permettre d'imposer le dialogue avec les États-Unis, même s'il n'est pas réaliste d'envisager une relation d'égal à égal.

Ces métasystèmes d'observation reposent sur l'exploitation de plusieurs bandes du spectre électromagnétique (optique, infrarouge et radar) et mettent en jeu des vecteurs aussi différents que les satellites en orbite basse, dont la résolution peut descendre jusqu'à quinze centimètres, les avions et les drones qui permettent une certaine permanence sur zone et ont le grand avantage de ne pas engager des vies humaines.

Il existe plusieurs catégories de drones, depuis le Haute altitude longue endurance (HALE) qui vole en limite de l'espace aérien, en passant par le Moyenne altitude longue endurance (MALE) et les drones tactiques pour finir avec les microdrones, plus adaptés aux combats urbains, et, dans un avenir qui reste à préciser, les nanodrones, dont la taille s'apparente plutôt à des insectes.

Dans la construction d'un outil européen d'observation, la France a joué un rôle majeur en décidant de lancer les programmes satellitaires civil SPOT et militaire HELIOS. Ces instruments ont déjà permis une évaluation autonome des crises, face aux États-Unis dont les représentants ne laissent jamais leurs interlocuteurs disposer des clichés présentés à l'appui de leurs affirmations. Les performances s'améliorent puisque les satellites HELIOS I offraient une résolution métrique alors que les satellites HELIOS II permettront une résolution largement submétrique, autorisant la reconnaissance des équipements militaires ainsi qu'une capacité infrarouge consacrée à la détection d'activité. Ces programmes ont été coûteux mais il existe une possibilité d'économies, d'un montant de l'ordre de 500 millions de francs, sur les lancements des satellites HELIOS II, si l'on décidait de recourir au lanceur Soyouz plutôt qu'à Ariane 5, qui est surdimensionnée pour de tels lancements.

Les principaux projets consistent désormais à développer notre capacité technologique en matière de drones, notamment grâce aux deux programmes de drones intérimaires qui viennent d'être lancés, mais aussi d'échanger des capacités en matière satellitaire avec l'Allemagne et l'Italie qui ont décidé, chacune pour leur part, de se doter de satellites d'observation radar.

Le Président Henri Emmanuelli a demandé si le Rapporteur disposait d'informations précises sur le système Échelon.

M. Jean-Pierre Delalande a jugé le rapport très éclairant. De manière générale, la Grande-Bretagne aide surtout les États-Unis et joue peu le jeu de l'Europe ; le problème est donc de construire un système européen, soit en ignorant la Grande-Bretagne, soit en prenant le risque de voir ce pays livrer des informations aux États-Unis. Pourquoi prévoir d'utiliser le lanceur Soyouz plutôt que la fusée Ariane ? Nos satellites peuvent-ils être interceptés ou détruits ? Enfin, comment concilier le métasystème avec le respect des libertés publiques et privées ? Y-a-t-il d'autres programmes européens en cours, ou bien la France est-elle la seule à financer ces équipements avant de les mettre à la disposition des autres ?

M. Arthur Dehaine a souhaité savoir si les États-Unis peuvent perturber le fonctionnement du GPS qui est largement utilisé dans la vie quotidienne, notamment par les taxis ?

M. Gilbert Gantier a félicité le Rapporteur spécial et s'est demandé pour quelles raisons le lancement à partir de l'Équateur augmente-t-il les performances des lanceurs ?

En réponse, **M. Jean-Michel Boucheron**, rapporteur spécial, a développé les points suivants :

– en raison de la vitesse de rotation de la Terre à l'Équateur, un lancement au départ de Kourou permet de multiplier presque par deux les performances du lanceur ;

– s'agissant des programmes européens, la logique qui prévaut est celle d'une répartition du travail : à la France, le visible et l'infrarouge ; à l'Allemagne et l'Italie, l'observation radar. Cette partition des tâches obligera les services de renseignements à travailler ensemble.

– le GPS est certes un système efficace, mais il se brouille facilement et c'est pour cette raison que l'Europe s'apprête à lancer le programme Galiléo ;

– la conciliation du renseignement et des libertés publiques est une question aussi ancienne que l'existence des services secrets elle-même. Par nature, le renseignement porte atteinte à la vie publique et privée ;

– le recours à Soyouz s'explique pour des raisons techniques. Ariane 5 est dimensionnée pour le lancement de satellites de 10 tonnes en orbite géostationnaire, alors

que les militaires utilisent des satellites de 5 tonnes, en orbite basse. Le vecteur adapté est donc un petit lanceur plutôt qu'Ariane 5 ;

– seuls les États-Unis seraient actuellement en mesure de maîtriser la technique de destruction des satellites. Quant au système Échelon, on peut douter de son efficacité à l'heure où les échanges s'effectuent simultanément sur des millions de signaux : téléphone, fax, internet... Il faudrait des milliers de gens pour traiter l'ensemble des informations disponibles.

Le Président Henri Emmanuelli a souligné que le rapport du Parlement européen affirme le contraire et qu'il existe des logiciels de recherche à l'aide de mots clé.

M. Jean-Michel Boucheron, Rapporteur spécial, a répondu que ces logiciels peuvent facilement être saturés ou évités. Le rapport du Parlement européen décrit le système Échelon, indique où sont posées les antennes mais ne va guère au-delà, faute pour ses auteurs d'avoir été reçus à Washington. Quant aux relations entre les États-Unis et la Grande-Bretagne évoquées par M. Jean-Pierre Delalande, il faut bien reconnaître que les deux pays entretiennent une proximité étroite. L'objectif d'une politique européenne doit être de disposer d'une masse critique de capteurs, qui doit permettre de déboucher sur un dialogue politique. A cet égard, la Grande-Bretagne n'a pas de technologie propre et dépend des informations que les États-Unis acceptent de lui donner.

M. Gilbert Gantier s'est demandé si certaines affaires d'espionnage ont pu altérer les relations entre les États-Unis et la Grande-Bretagne.

Le Président Henri Emmanuelli a félicité le Rapporteur pour la passion qui l'avait animé dans la rédaction de ce rapport. Puis la Commission a **autorisé**, conformément à l'article 146 du Règlement, la publication de ce rapport.

*

* *

laisser la page blanche

ANNEXE

LISTE DES PERSONNES ENTENDUES

1.- ENTRETIENS

- M. Jean-Claude Mallet, secrétaire général de la Défense nationale.
- Général Jean-Pierre Kelche, chef d'état-major des armées.
- Amiral Jean-Luc Delaunay, chef d'état-major de la Marine.
- Général Jean-Pierre Job, chef d'état-major de l'armée de l'Air.
- Général Yves Crène, chef d'état-major de l'armée de Terre.
- M. Yves Gleizes, délégué général pour l'armement.
- M. Jean-Claude Cousseran, directeur général de la sécurité extérieure.
- Amiral Yves de Kersauson, directeur du renseignement militaire.
- M. Marc Perrin de Brichambaut, directeur de la Délégation aux affaires stratégiques.
- Général Daniel Gavoty, chef du bureau Espace de l'état-major des armées.
- M. Jacques Paccard, membre du directoire de la SAGEM.
- M. François Auque, membre du comité exécutif d'EADS.
- Général (CR) Jean-Georges Brévot, vice-président d'EADS international.
- Mme Isabelle Sourbès-Verger, chargée de recherche au CNRS, Fondation pour la recherche stratégique.

2.- DÉPLACEMENTS

- Commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes à Taverny en date du 20 avril 2000.
- Centre d'expériences aériennes militaires (CEAM) à Mont-de-Marsan en date des 6 et 7 septembre 2000.
- Escadron d'observation par satellite à Creil en date du 30 mai 2001.
- Centre de formation et d'interprétation interarmées de l'imagerie (CF3I) à Creil en date du 30 mai 2001.
- Force aérienne de combat à Metz en date du 31 mai 2001.
- Brigade de renseignement de l'armée de Terre à Metz en date du 31 mai 2001.
- Établissement de la SAGEM à Eragny en date du 14 juin 2001.
- Centre électronique de l'armement à Bruz (Ille-et-Vilaine) en date du 18 juin 2001.

3219. - Rapport d'information (art.146) de M. Jean-Michel Boucheron sur le
renseignement par l'image (commission des finances)