



**MINISTÈRE DE LA DÉFENSE**

# DOSSIER DE PRESSE

# HELIOS 2B



Contact :  
Centre de presse,  
Délégation à l'information et à la communication de Défense  
Tél : 01.44.42.54.02  
Fax : 01.44.42.41.22



# Sommaire

<b>Sommaire .....</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE 1 - LA POLITIQUE SPATIALE DE DEFENSE .....</b>	<b>2</b>
Le spatial dans la fonction « connaissance et anticipation » du Livre blanc.....	3
Les applications opérationnelles de l'espace.....	4
<b>PARTIE 2 - LE PROGRAMME HELIOS 2 .....</b>	<b>5</b>
Le programme .....	6
Les caractéristiques des satellites HELIOS 2.....	8
Coûts et dates clés du programme HELIOS 2.....	10
La description du système HELIOS 2.....	11
Le lancement d'HELIOS 2B .....	12
<b>PARTIE 3 - L'ESPACE ET L'EUROPE DE LA DEFENSE .....</b>	<b>13</b>
La coopération européenne dans le domaine spatial .....	14
MUSIS (MUltinational Space based Imaging System).....	15
<b>PARTIE 4 - INDUSTRIE, RECHERCHE ET TECHNOLOGIE SPATIALE .....</b>	<b>16</b>
La base industrielle et technologique dans le domaine spatial.....	17
Les enjeux scientifiques et technologiques de l'espace.....	19
Les synergies spatiales civiles et militaires .....	20

# **PARTIE 1**

---

## **LA POLITIQUE SPATIALE DE DEFENSE**

# Le spatial dans la fonction « connaissance et anticipation » du Livre blanc

**La stratégie de défense et de sécurité nationale repose sur l'équilibre de cinq grandes fonctions :**

**La connaissance et l'anticipation, la prévention des conflits, la dissuasion nucléaire, la protection de la population et du territoire national et l'intervention des forces armées sur des théâtres d'opérations extérieures.**

La mondialisation ayant modifié la vie économique et les relations internationales, de **nouvelles menaces diffuses** sont apparues, marquant la fin des conflits entre ennemis clairement identifiés.

Dans un contexte international marqué par l'incertitude, la France doit être capable de connaître l'environnement stratégique dans lequel elle évolue et d'anticiper les menaces.

Pour disposer d'une autonomie d'appréciation, de décision et d'action, la France développe **sa maîtrise des technologies de l'information** et augmente sa **rapidité d'évaluation des situations**. Elle renforce les domaines du renseignement, de la connaissance des zones d'opérations, de l'action diplomatique, de la démarche prospective et de la maîtrise de l'information.

Ainsi, le renseignement est un outil indispensable pour définir la stratégie militaire générale, pour planifier les opérations et les conduire, aux trois niveaux de commandement (stratégique, opératif et tactique).

Les besoins en renseignement deviennent permanents, couvrent l'ensemble du globe et des domaines très larges et diversifiés : connaissance géographique, économique et historique d'un théâtre, analyse des centres vitaux qui peuvent constituer des objectifs, analyse des forces armées, de l'ordre de bataille, de la doctrine et de l'organisation ou encore acquisition de modèles numériques du terrain pour les systèmes d'armes et de préparation de mission.

Pour satisfaire l'ensemble des besoins en données, en termes de qualité et de délais d'obtention, il est nécessaire de disposer de plusieurs technologies de capteurs allant de l'optique au radar.

**Les objectifs pour la future génération de satellite d'observation sont d'obtenir :**

- l'amélioration des performances en optique visible (noir et blanc et couleur), afin d'acquérir une capacité d'identification et d'analyse technique pour satisfaire les besoins en ciblage et renseignement ;
- l'amélioration des performances en optique infrarouge, de jour comme de nuit, afin de disposer d'indices d'activités sur les sites, les zones d'intérêt de défense et sur les cibles de petite taille ;
- la continuité, et autant que possible l'amélioration, des services fournis à court terme par les systèmes existants ;
- une capacité de reconnaissance régulière des zones d'intérêt ;
- la satisfaction des besoins croissants en données d'environnement (géographie 2D/3D) ;
- une meilleure accessibilité de l'ensemble des forces aux données image récoltées par ces moyens d'observation spatiale de nouvelle génération.

L'espace extra-atmosphérique est identifié comme un milieu aussi vital pour l'activité économique mondiale et la sécurité internationale que les milieux maritime, aérien ou terrestre. La France, comme l'ensemble de ses partenaires de l'Union européenne, est opposée à ce que l'espace devienne un nouveau champ de bataille.

# Les applications opérationnelles de l'espace

Donnant la capacité de voir, écouter, communiquer, alerter, localiser et synchroniser, à l'échelle mondiale et avec une disponibilité permanente, les satellites ont un rôle majeur dans la maîtrise de l'information dans les phases d'appréciation de situation, de préparation et d'action.

L'espace permet d'agir vite, de façon globale et sans dépendre de tiers. Les moyens spatiaux offrent l'avantage d'être non intrusifs, non coercitifs, ni oppressifs : ils ont cette spécificité d'opérer dans un milieu libre de circulation où les contraintes de souveraineté ne s'exercent pas. Ces moyens permettent, en toute autonomie, l'accès à tout lieu du globe en un temps limité avec une certaine discrétion et une grande répétitivité.

La loi de programmation militaire 2009-2014 prévoit que l'espace fera l'objet d'un effort spécifique. **Les crédits d'équipements du domaine spatial, gérés par la Direction générale de l'armement (DGA), passeront progressivement de 380 M€ en 2008, à plus de 600 M€ en 2014 et 200 M€ seront alloués au CNES au titre de la recherche duale. Il sera par ailleurs créé le 1<sup>er</sup> juillet 2010 un commandement interarmées de l'espace sous l'autorité du chef d'état-major des armées.**

**Observation spatiale :** Les satellites d'observation sont les seuls systèmes à offrir une capacité non intrusive d'observation régulière en tout point du globe. La France dispose actuellement des satellites HELIOS 2 (imagerie optique et infrarouge). Ces moyens seront complétés dans le domaine de l'optique visible par le système PLEIADES (satellites optiques à usage dual), à partir de 2010. Par ailleurs la France a accès aux ressources nationales de l'Italie et de l'Allemagne au titre d'accords bilatéraux prévoyant l'échange de capacités HELIOS 2 avec leurs systèmes radar respectifs COSMO-SkyMed (à compter de début 2010), et SAR-Lupe (échanges d'images depuis début 2008 et échanges de droits de programmation à compter de début 2010). Le projet européen MUSIS renouvellera ces capacités, en coopération avec l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne, la Belgique et la Grèce. Il fédérera les futurs projets nationaux en un programme international commun.

**Ecoute :** Les systèmes spatiaux d'écoute électromagnétique contribuent à la détection, l'évaluation et le suivi des menaces et à la connaissance des théâtres d'intérêt stratégique ou opérationnel. Ils permettent d'orienter d'autres capteurs et d'élaborer des contre-mesures électroniques. Le démonstrateur ESSAIM, mis en orbite en décembre 2004, fonctionnera jusqu'à mi 2010. Les résultats obtenus ont confirmé l'intérêt d'un deuxième démonstrateur, ELISA, qui sera mis en orbite en 2010 pour une expérimentation d'au moins trois ans. Le système opérationnel CERES bénéficiera de l'ensemble de ces avancées technologiques. Ouvert à la coopération européenne, il sera mis en service opérationnel en 2016.

**Communications :** La 3<sup>e</sup> génération de satellites de télécommunications militaires SYRACUSE (3A et 3B) permet à la France d'une part de disposer d'une capacité opérationnelle de communications protégées jusqu'en 2018 et d'autre part d'honorer ses engagements, vis-à-vis de l'OTAN, de mise à disposition de ressources satellitaires. Aujourd'hui assurée par un satellite de la génération précédente TELECOM 2, la garantie de maintien du service dans le temps est prévue par la suite sous la forme de capacités nationales embarquées sur le satellite SICRAL 2, réalisé en coopération avec l'Italie. Cette coopération, en cours de construction, devrait se concrétiser prochainement et s'accompagne d'une coopération avec les agences spatiales des deux pays sur un satellite à base de technologies duales (ATHENA-FIDUS).

**Alerte avancée :** Face aux menaces balistiques potentielles, la capacité de détection et d'alerte avancée repose à la base sur des moyens de surveillance spatiaux géostationnaires infrarouge, pouvant détecter les missiles. Les études amont lancées par la DGA et l'exploitation des informations collectées par les deux microsats SPIRALE (Système Préparatoire InfraRouge pour l'Alerte), lancés en 2009, permettront le lancement en 2012 de la conception et de la réalisation d'un satellite dont la mise en service opérationnel interviendra en 2019. Compte tenu de son intérêt stratégique pour l'Europe, une coopération européenne est recherchée sur le programme de détection et d'alerte avancée.

**Localisation et synchronisation :** Le domaine de la navigation par satellites constitue un domaine capacitaire transverse à tous les systèmes de forces. A ce jour, la quasi totalité des systèmes d'armes utilisent cette capacité indépendamment ou en complément des systèmes inertiels. A ce titre, la défense est très attachée à la dimension stratégique du projet GALILEO. Bien qu'elle ne participe pas au financement du programme européen, la défense porte plus particulièrement un intérêt pour le service sécurisé PRS (Public Regulated Service), destiné à un usage gouvernemental. La défense considère le système civil européen GALILEO et son service PRS comme une opportunité qui pourrait lui permettre d'accéder à un système sécurisé complémentaire du système GPS américain.

# **PARTIE 2**

---

## **LE PROGRAMME HELIOS 2**

# Le programme

Aux côtés des autres capteurs du système de forces CMI (Commandement et Maîtrise de l'Information), comme les drones ou les aéronefs de reconnaissance ou de surveillance, les satellites HELIOS apportent leur couverture mondiale, leur capacité de survol permanente et conforme au droit international et la répétitivité de leurs prises de vue.

L'imagerie HELIOS est présente sur les bases aériennes, sur certains bâtiments de la Marine nationale, ou encore au cœur du dispositif terrestre des opérations extérieures. Les crises récentes (Kosovo, Liban, Afghanistan, Tchad/Darfour...), ont démontré le potentiel d'un tel système dans un cadre opératif et tactique.

Les images prises par les satellites ont fourni les renseignements nécessaires aux hautes autorités de l'Etat mais aussi aux forces déployées sur zone. L'utilisation du système durant ces opérations a confirmé l'intérêt de l'imagerie spatiale, notamment son efficacité et sa capacité à être engagée avant le déclenchement des opérations.

Le système HELIOS 2, réalisé en coopération entre la France, la Belgique, l'Espagne, l'Italie et la Grèce, assure la continuité de service fourni initialement par HELIOS 1, système de première génération réalisé en coopération entre la France, l'Italie et l'Espagne, dans le domaine du renseignement stratégique.

**La Belgique, l'Espagne, l'Italie et la Grèce, participant à hauteur de 2,5 % chacun, disposent de droits de programmation à hauteur de cette participation. La France a également signé, avec l'Italie et l'Allemagne, deux accords d'échange de capacités basés sur des échanges de droits de programmation entre, respectivement, le système HELIOS 2 et les systèmes radar COSMO-Skymed et SAR-Lupe.**

**Comme pour le programme HELIOS 1, la DGA assure la maîtrise d'ouvrage du programme HELIOS 2.**

## **Les principales missions d'observation du système HELIOS 2 portent sur :**

- la vérification du respect des traités de désarmement, de non prolifération ;
- l'identification de signes précurseurs de crise, des menaces terroristes (élaboration de dossiers de zones et de sites précis) ;
- la préparation des missions, de plus en plus réalisées dans un cadre international : évaluation de la menace, élaboration des dossiers d'objectifs, évaluation a priori des risques de dommages collatéraux, réalisation de cartes sur des zones où elles n'existent pas (Afghanistan, Irak, Tchad/Darfour), et fourniture de modèles numériques de terrain (MNT) pour le guidage terminal des missiles de croisière, évaluation des dommages après une frappe.

## **Le système HELIOS 2 permet :**

- aux utilisateurs de commander puis de recevoir leurs images in situ, grâce à la composante sol utilisateurs (CSU), qui privilégie un fonctionnement décentralisé ; ainsi, une quinzaine de cellules distantes est déployée au sein des armées et des services de renseignement et connectée par réseau au centre principal HELIOS France (CPHF), de Creil ;
- de reconnaître tous les objectifs d'intérêt militaire ; son mode infrarouge permet en outre d'effectuer des photographies de nuit et de fournir des indices d'activité ;
- de réaliser deux programmations par jour et même de réserver des créneaux d'orbites à l'avance (créneaux dits "d'intérêt prioritaire") ; ces deux fonctionnalités sont particulièrement intéressantes, en cas de crise, pour réduire "l'âge de l'information" au profit du personnel en opération.

Ainsi, le satellite HELIOS 2B va s'intégrer dans un système qui fonctionne depuis près de 15 ans. Les satellites HELIOS 1A et HELIOS 2A, mis en service en 1995 et 2004, sont toujours en parfait état de fonctionnement. Le lancement d'HELIOS 2B permettra d'augmenter la capacité du système, en particulier sur les zones de crises, et de pérenniser la capacité d'observation spatiale militaire.

### Organisation étatique et industrielle du programme :

La maîtrise d'ouvrage d'ensemble du programme et de la composante sol utilisateur est assurée par la DGA, qui délègue au CNES la maîtrise d'ouvrage de la composante spatiale. Le CNES est également architecte d'ensemble du système.

### Industriels :

- maître d'œuvre global des satellites : EADS Astrium ;
  - maître d'œuvre de l'instrument haute résolution : Thales Alenia Space;
  - maître d'œuvre de l'instrument moyenne résolution et de la plateforme : EADS Astrium.
- lancement des satellites : Arianespace ;
- maître d'œuvre du segment sol de contrôle des satellites : CNES ;
- maître d'œuvre du segment sol utilisateur : EADS Astrium ;
  - principaux sous traitants : EADS DS, Zodiac Data Systems, Cegelec/Spacebel (Belgique), Indra/Crisa (Espagne), Telespazio (Italie), Atese (Grèce) et OHB (Allemagne).



# Les caractéristiques des satellites HELIOS 2

## Orbite

L'orbite d'un satellite d'observation présente des caractéristiques particulières. Celle des satellites HELIOS est :

- héliosynchrone : le mouvement de la Terre autour du Soleil est compensé par une rotation du plan de l'orbite du satellite ; le satellite passe ainsi à la même heure locale à une latitude donnée ; deux images d'un même site sont donc systématiquement acquises avec des conditions d'éclairage comparables ;
- basse : l'altitude de 700 km environ est un bon compromis entre le besoin d'être bas pour une meilleure résolution et celui d'être à une altitude élevée pour bénéficier d'un champ de prise de vue suffisamment large ; elle permet également d'éviter le frottement dans les couches hautes de l'atmosphère en effet, celle-ci vieillit prématurément le satellite et induit une détérioration rapide de l'orbite, nécessitant des manœuvres de maintien à poste plus fréquentes ;
- quasi-polaire : l'inclinaison faible de l'orbite par rapport à l'axe des pôles permet de réaliser des prises de vue de n'importe quel point du globe, du seul fait de la rotation de la Terre ; le satellite survole en quelque sorte un "quartier d'orange" à chaque demi-orbite.

De plus, la position relative sur l'orbite des deux satellites HELIOS 2 est optimisée pour diminuer le délai de prises de vue sur l'ensemble des points du globe.

## Fiabilité

**Les satellites HELIOS 2 ont été spécifiés pour avoir 70% de probabilité de bon fonctionnement après 5 ans.** Cette exigence se traduit concrètement dans la réalisation des satellites par la mise en place de redondances permettant de conserver une fonction à bord, même lorsque l'équipement nominal qui remplit cette fonction tombe en panne. Cependant, elle ne donne pas d'estimation fiable de la durée de vie réelle des satellites. En effet, compte tenu du nombre très limité d'exemplaires (deux), la notion de "fiabilité moyenne" n'a pas véritablement de sens. Malgré une conception prévue pour 5 ans, un satellite peut tomber en panne irrémédiable dès le lancement, tout comme rester opérationnel très au-delà de sa durée de vie prévisionnelle.

Ainsi, le satellite HELIOS 1B a achevé sa mission au terme des cinq ans en orbite prévus tandis qu'HELIOS 1A et HELIOS 2A fonctionnent encore parfaitement, aucun dysfonctionnement n'ayant été détecté au bout, respectivement, de 15 et 5 ans de mission en orbite.

## Servitudes

La plate-forme HELIOS est dérivée de celle des satellites SPOT. Son développement est commun avec celui de SPOT 5. Elle comporte l'ensemble des servitudes nécessaires à l'accomplissement de la mission, notamment :

- l'alimentation générale du satellite : le générateur solaire a une puissance électrique de 2 900 W ;
- le contrôle thermique : il permet de commander très exactement la température du satellite (notamment pour éviter toute déformation de la structure de l'instrument optique qui se traduirait par une dégradation de la qualité des images), alors que le satellite alterne des dizaines de fois par jour entre une zone ensoleillée et une zone nocturne ;
- le contrôle d'attitude et d'orbite : il concourt aux opérations de maintien à poste et permet, d'une part, de manœuvrer le satellite et, d'autre part, de connaître de façon exacte la position et l'orientation du satellite afin de définir avec précision le pointage de l'instrument ; les différences entre les plates-formes HELIOS 2 et SPOT 5 concernent essentiellement ces équipements de contrôle d'attitude et d'orbite, du fait des besoins extrêmes de précision pour HELIOS ;

- la gestion bord et les communications entre le bord et le sol : elles s'effectuent en bande S (2 GHz), pour les liaisons de télécommande et de télémesure de servitude.

## Charge utile

La charge utile du satellite comprend trois éléments :

- l'instrument très haute résolution, qui est "l'œil" principal du satellite, permet, grâce à une structure mécanique à très haute stabilité dimensionnelle, la réalisation d'images optiques de haute résolution et d'images infrarouges ;
- l'instrument "champ large", développé conjointement avec le système du satellite SPOT 5, permet de réaliser des images de moyenne résolution sur de très grandes étendues, pour satisfaire les besoins de cartographie par exemple ;
- la case charge utile, qui contient l'ensemble des électroniques de la charge utile, depuis la sortie de l'instrument jusqu'à l'antenne d'émission de la télémesure image.

## Coûts et dates clés du programme HELIOS 2

Le coût de réalisation du programme HELIOS 2 est de l'ordre de 1,8 Md€ pour l'ensemble du système, répartis entre les cinq pays coopérants et étalés sur un peu plus de 10 ans. Le coût se répartit entre les différentes composantes du système de la manière suivante :

	M€ (CE 01/96) <sup>1</sup>	
Conception du système	330	18 %
Satellites	865	48 %
Segments sols militaires (France + Belgique + Grèce) <sup>2</sup>	225	13 %
Lancements	275	15 %
Centre de contrôle	35	2 %
Activités CNES (soutien à la maîtrise d'ouvrage)	70	4 %
	1800	

### Le déroulement du programme s'articule autour des jalons suivants :

7 juillet 1995	Lancement du satellite HELIOS 1A
7 juillet 1998	Décision de lancement de la réalisation du programme HELIOS 2 par le ministre de la Défense
14 octobre 1999	Début de réalisation du segment sol utilisateur HELIOS 1 / HELIOS 2
3 décembre 1999	Lancement du satellite HELIOS 1B
31 mai 2000	Décision d'implémentation dans le système HELIOS 2 du mode Très Haute Résolution
29 janvier 2001	Accord intergouvernemental franco-italien sur l'observation de la Terre (Accord de Turin)
13 juillet 2001	La Belgique rejoint le programme HELIOS 2
5 décembre 2001	L'Espagne rejoint le programme HELIOS 2
30 juillet 2002	Accord franco-allemand pour l'étude de l'échange HELIOS 2 / SAR-Lupe
1er octobre 2003	Mise en service de la 1 <sup>ère</sup> version du nouveau segment sol commun HELIOS 1 / HELIOS 2
18 décembre 2004	Lancement du satellite HELIOS 2A
15 juin 2005	L'Italie rejoint le programme HELIOS 2
15 juin 2005	Accord d'application de l'accord de Turin relatif à l'échange de capacités HELIOS 2 / COSMO-Skymed
7 mars 2006	Fin d'intégration du satellite HELIOS 2B et début de son stockage en vue de son lancement en 2009
16 août 2006	Accord franco-allemand de mise en oeuvre de l'échange HELIOS 2 / SAR-Lupe
21 mars 2007	La Grèce rejoint le programme HELIOS 2
10 novembre 2008	Signature de l'accord opérationnel de fourniture d'images à l'UE
Décembre 2009	Lancement du satellite HELIOS 2B
Janvier 2010	<i>Mise en service du centre principal HELIOS allemand</i>
Juin 2010	<i>Mise en service du centre principal HELIOS hellénique</i>

<sup>1</sup> Conditions économiques au 1<sup>er</sup> janvier 1996.

<sup>2</sup> Le coût des segments sols militaires italien, espagnol et allemand n'est pas comptabilisé dans le coût du programme HELIOS 2 : pour les deux premiers pays, le segment sol a été réalisé au titre du programme HELIOS 1 ; pour l'Allemagne, la réalisation du segment sol est lié à l'accord d'échange HELIOS 2 / SAR-Lupe.

# La description du système HELIOS 2

**Les installations d'exploitation au sol par les armées des pays HELIOS sont organisées autour du centre principal HELIOS français (CPHF), situé à Creil près de Paris.**

Pour ce qui concerne la France, le CPHF recueille l'ensemble des demandes d'image qui lui proviennent des cellules distantes situées au sein des services utilisateurs. Outre les demandes d'images venant des autorités françaises, le CPHF reçoit celles collectées au centre principal HELIOS italien (CPHI), situé à Pratica di Mare près de Rome, celles en provenance du centre principal HELIOS espagnol (CPHE), de Torrejon de Ardoz près de Madrid et celles issues du centre principal HELIOS belge (CPHB), à Bruxelles.

**D'ici janvier 2010, il recevra également celles venant du centre principal allemand (CPHD), situé à Gelsdorf et d'ici mi-2010 celles venant du centre principal HELIOS hellénique (CPHH), situé près d'Athènes à Tanagra.** Actuellement, ces deux nations ont accès aux capacités d'HELIOS 2 via la France.

A partir des demandes des partenaires, le CPHF élabore la programmation journalière du satellite. Celle-ci tient compte des priorités journalières indiquées par chaque pays, des règles de partage de la programmation et des capacités du système. Chaque pays programme confidentiellement ses prises de vue (les opérateurs français du CPHF ne connaissent pas la localisation des demandes des coopérants), mais la mise en commun de certains objectifs sur les zones d'intérêt communes à tous les coopérants permet d'optimiser l'emploi du système. Ainsi, les forces armées et les services de renseignement des pays partenaires HELIOS sont amenés à coopérer quotidiennement.

Une fois constitué, le plan de travail est transmis au centre de maintien à poste (CMP). Implanté dans le site toulousain du CNES, le CMP valide le plan de travail et le convertit en téléchargements qui sont envoyés aux satellites grâce aux stations de télécommande situées à Aussaguel près de Toulouse, à Kourou en Guyane et aux îles Kerguelen.

Après avoir reçu son plan de travail, chaque satellite va réaliser les prises de vues lors du survol des sites programmés, les enregistrer à bord puis les retransmettre lors de ses passages au-dessus des centres principaux. Les prises de vue sont cryptées avec des clés de chiffrement propres à chaque pays ou une clé de chiffrement commune pour les prises de vue internationales. Ainsi, depuis la programmation jusqu'à la réception des images, une totale confidentialité est garantie à chaque partenaire.

Les données brutes reçues des satellites sont ensuite transformées en données images exploitables par les analystes d'images (phase de production). Les images sont transmises par réseau jusqu'aux utilisateurs finaux (pour leur exploitation), répartis dans des cellules distantes au sein des forces.

Cette succession d'étapes se répète tous les jours, à un rythme rapide. **Les systèmes HELIOS 1 et HELIOS 2 sont opérationnels 24h/24, 365 jours/an.** Le délai entre une demande de prise de vue et la mise à disposition du renseignement auprès du demandeur est un paramètre opérationnel primordial pour un tel système. Tout a été mis en œuvre dans la définition du système HELIOS 2 pour le réduire au maximum. Par exemple, les orbites des satellites HELIOS ont été optimisées pour que ce délai d'accès soit minimal.

# Le lancement d'HELIOS 2B

**La chronologie débute 20 heures avant l'heure de lancement prévue.** Le satellite est mis progressivement en configuration de lancement. Le logiciel de vol, comportant les paramètres du jour de lancement, est chargé sur le satellite par le banc de contrôle satellite à travers la liaison ombilicale de la tour de lancement.

**Tant que le lanceur n'a pas décollé, c'est le banc de contrôle satellite installé au centre technique du centre spatial guyanais (CSG), qui surveille le satellite et lui transmet les commandes.** Sa télémesure est également transmise au centre de contrôle de Toulouse.

**La séquence synchronisée du lanceur débute environ sept minutes avant l'heure de décollage.** Dès lors, toutes les opérations sont guidées par des ordinateurs. Le satellite est alimenté par ses propres batteries.

**Après le lancement, c'est le centre de contrôle du CNES à Toulouse qui prend le contrôle du satellite. La séparation entre le satellite et le lanceur a lieu à H0 (heure réelle du lancement) + 60 min, l'injection sur l'orbite étant prévue dès H0 + 26 min.**

Après déploiement total du satellite et vérification du bon état de marche de toutes les composantes, et si les conditions d'orbite le permettent, la première image est réalisée dans les deux jours suivant le lancement. Le satellite entre alors dans la période de recette en vol.

**Peu après le lancement débutent les opérations de "phasage" du satellite HELIOS 2B.** Il s'agit de l'amener dans la bonne position relative par rapport aux satellites HELIOS 1A et HELIOS 2A. Cette position sur orbite a été définie en fonction de critères opérationnels (en particulier pour réduire le délai d'accès à l'image du système complet). La durée de ces opérations de phasage, quelques jours à quelques semaines, est variable selon la date et le point d'injection en orbite du satellite HELIOS 2B.

**La recette en vol du système,** c'est-à-dire de tous les éléments qui contribuent à l'exploitation opérationnelle de ce nouveau satellite en orbite, dure environ trois mois.

**Une partie de cette recette consiste à vérifier la "qualité image".** Cette vérification repose sur la réalisation puis l'analyse d'images de sites particuliers, qui représentent des références de mesure et de réglage :

- images prises de nuit ;
- images de sites uniformes prises de jour (calottes glacières, déserts) ;
- grandes agglomérations ;
- mires artificielles installées au sol.

**L'autre partie de la recette consiste à augmenter progressivement l'utilisation** qui est faite du nouveau satellite par les utilisateurs militaires, afin de valider peu à peu tous les aspects de ses performances.

Pendant la recette en vol, l'utilisation opérationnelle des autres satellites HELIOS se poursuit nominalement. Les opérateurs, déjà rodés par l'utilisation quotidienne d'HELIOS 1A et d'HELIOS 2A et formés au cours des simulations et des répétitions avant le lancement à l'utilisation du nouveau satellite, améliorent leur efficacité et mettent au point les procédures afin d'aborder dans les meilleures conditions l'exploitation opérationnelle du système complet.

## **PARTIE 3**

---

# **L'ESPACE ET L'EUROPE DE LA DEFENSE**

## La coopération européenne dans le domaine spatial

**Compte tenu des enjeux à la fois politique, militaire, économique, industriel, qu'il représente, l'espace constitue un projet fédérateur de nature à favoriser l'affirmation d'une identité européenne de défense et de sécurité.** Ainsi au-delà du renforcement de son autonomie stratégique nationale, la France privilégie une plus grande coopération avec ses partenaires européens.

A la suite des remarquables succès d'Ariane 5 ECA, depuis 2003, grâce à la mobilisation de tous les acteurs européens, Arianespace domine actuellement le marché commercial. Les perspectives prometteuses de mise en œuvre prochaine de VEGA et de SOYOUZ en Guyane doivent améliorer, pendant les dix prochaines années, la viabilité du lancement double et la flexibilité de la planification des lancements des petits satellites. **Cette réussite ainsi que l'existence du centre spatial guyanais confortent le rang de puissance spatiale de la France et de l'Europe par la capacité d'accès autonome à l'espace qu'elles confèrent.**

### Dans le domaine de l'observation optique :

- Le programme HELIOS 1 a été conduit en coopération avec l'Italie (14,1% de participation) et l'Espagne (7% de participation). Un accord opérationnel a été signé en 2007 pour fournir des images HELIOS 1 à l'Union Européenne (UE), via son Centre Satellitaire.
- Le programme HELIOS 2 est mené en coopération avec la Belgique, l'Espagne, l'Italie et la Grèce. Ces pays participent chacun à hauteur de 2,5 % au programme. Par ailleurs, l'Italie et l'Allemagne auront accès au système HELIOS 2 au titre d'accords bilatéraux prévoyant l'échange de capacités avec leurs systèmes radar COSMO-Skymed (à compter de début 2010) et SAR-Lupe (échanges d'images depuis début 2008 et échanges de droits de programmation à compter de début 2010). Ces échanges permettront d'acquérir des capacités de renseignement "tout temps". Un accord opérationnel, similaire à celui d'HELIOS 1, a été signé fin 2008 pour fournir des images HELIOS 2 à l'UE. Dans ce cadre, une cellule HELIOS a été mise en place au sein du centre de commandement EUROFOR Tchad pour permettre de mieux répondre aux besoins des forces européennes déployées.

**Depuis 2006, les six pays HELIOS, auxquels pourraient se joindre la Suède et la Pologne, définissent ensemble ce que sera la prochaine génération de satellites militaires d'observation : le programme MUSIS (MULTinational Space based Imaging System).** La France est responsable du segment spatial optique en coopération avec la Belgique, la Grèce et l'Espagne. L'Allemagne et l'Italie préparent quant à elles indépendamment le développement de deux segments radar. L'Agence européenne de défense (AED) est chargée de la recherche de nouveaux partenaires et de la coordination avec les travaux européens dans le domaine spatial. La réalisation du programme fédérateur a été confiée à l'Organisation conjointe de coopération en matière d'armement (OCCAR), le 9 juin 2009. La mise en service progressive de la constellation MUSIS devrait débuter dès 2014.

**Dans le domaine du recueil de données électromagnétiques, le projet français CERES est actuellement à l'étude en coopération avec la Suède et la Grèce.**

**Dans le domaine des télécommunications sécurisées, le programme national SYRACUSE 3 sera complété au travers d'une coopération avec l'Italie sur le satellite SICRAL 2.** A ces capacités nationales s'ajoutent des accords de coopération avec le Royaume-Uni, la Belgique, l'Espagne et l'Allemagne qui prévoient notamment des extensions de couverture ou une aide mutuelle en cas d'indisponibilité d'un satellite. Par ailleurs, SYRACUSE 3, associé aux systèmes britannique et italien, a été choisi par l'OTAN pour assurer ses communications futures. Pour les communications n'ayant pas d'exigences de sécurité fortes, la défense française, en parallèle de contrats de location de service auprès d'opérateurs commerciaux, s'est engagée avec le CNES dans l'acquisition, en partenariat avec la Belgique et l'Italie, du satellite ATHENA-FIDUS qui, basé sur des technologies civiles innovantes, offrira du très haut débit.

**L'Europe disposera du système autonome de positionnement et de datation par satellites GALILEO,** équivalent du système militaire américain GPS. Il sera géré par les institutions européennes, communautaires et intergouvernementales. Bien que civil, le système GALILEO proposera des services pouvant répondre aux exigences de sécurité de la défense. Compte tenu des enjeux stratégiques d'un tel programme pour l'UE et ses États-membres, son utilisation par les forces armées, qui restent encore très dépendantes du système militaire américain GPS, est parfaitement légitime et pertinente.

Enfin, afin de protéger ces moyens essentiels à leur souveraineté, **la France soutient activement le programme préparatoire européen en matière de surveillance de l'espace** et travaille dès à présent en étroite coopération opérationnelle avec l'Allemagne par échange des données complémentaires issues des systèmes GRAVES et TIRA.

# MUSIS

## (MULTInational Space based Imaging System)

Le projet MUSIS est un programme en coopération entre l'Allemagne, la Belgique, l'Espagne, la France, la Grèce et l'Italie.

MUSIS a pour objectif la réalisation d'un système spatial d'imagerie à des fins de défense et de sécurité, en relève des systèmes HELIOS 2, COSMO-Skymed et SAR-Lupe.

MUSIS sera un outil permettant de disposer d'une autonomie stratégique d'appréciation de situation et de prise de décision.

**MUSIS offrira aux 6 partenaires européens des capacités :**

- de suivi de situation et de veille stratégique ;
- d'aide à la prévention et à l'anticipation des crises ;
- d'aide à la planification et à la conduite des opérations.

MUSIS sera conduit selon une approche fédérée.

**Ses 4 composantes spatiales, comprenant les satellites et leurs segments sol de contrôle, feront l'objet de programmes nationaux ou en coopération :**

- un programme « défense » sous leadership français en coopération pour la composante optique visible et infrarouge très résolue ; la Belgique, l'Espagne, la Grèce et l'Italie ont d'ores et déjà fait part de leur intérêt pour une coopération sur ce programme dont la conception a été entreprise en 2008 et la réalisation est prévue d'être lancée en 2010 ;
- un programme espagnol dual (civil et militaire), pour la composante optique champ large ;
- un programme « défense » allemand pour une composante radar très haute résolution ;
- un programme italien dual (civil et militaire), ouvert à la coopération, pour une seconde composante radar haute et très haute résolution.

La DGA et le CNES ont signé le 27 mai 2009, un protocole relatif à la conception et la réalisation de la composante spatiale optique (CSO) sous direction française. Le CNES, qui assure la maîtrise d'ouvrage déléguée pour ces travaux, a ainsi pu notifier à EADS Astrium un contrat de 66 M€ de conception et de développements technologiques des futurs satellites CSO.

Le segment sol destiné aux utilisateurs opérationnels, permettant l'accès à l'ensemble des satellites de chaque composante spatiale, sera réalisé dans le cadre d'un programme fédérateur mené en coopération dont la conduite sera confiée à l'OCCAR.

La lettre d'intention portant sur la réalisation de MUSIS a été signée dans le cadre de la présidence française de l'Union européenne.

L'AED sera étroitement associée au projet, notamment pour assurer le lien avec l'Union européenne dans le cadre de la Politique européenne de sécurité et de défense (PESD).

Le programme fédérateur a été érigé en projet ad hoc de catégorie B de l'AED, par décision de son comité directeur le 3 mars 2009.



# **PARTIE 4**

---

## **INDUSTRIE, RECHERCHE ET TECHNOLOGIE SPATIALE**

# La base industrielle et technologique dans le domaine spatial

Le chiffre d'affaires consolidé de l'industrie spatiale européenne a été de 5,9 Md€ en 2008, dont 3,7 Md€ pour les satellites, 1,3 Md€ pour les lanceurs et 0,9 Md€ pour les applications scientifiques et le vol habité. Il s'inscrit en hausse de 12% par rapport à 2007, traduisant en particulier la hausse d'activité du marché commercial des satellites.

Les effectifs de l'industrie spatiale européenne représentent près de 30 000 personnes en effectifs directs.

L'industrie française est la plus développée parmi l'industrie spatiale européenne avec 47 % du chiffre d'affaires consolidé et 40% des effectifs.

**Le paysage européen dans le secteur des lanceurs s'articule autour de plusieurs acteurs industriels:**

- Pour la maîtrise d'œuvre système, l'acteur principal est Astrium France (100% EADS), situé aux Mureaux, maître d'œuvre industriel d'Ariane 5 depuis 2003. Il est par ailleurs le maître d'œuvre des systèmes de missiles balistiques français dont la nouvelle génération est le programme M51. L'italien Avio au travers de sa filiale ELV est maître d'œuvre du petit lanceur européen Vega.
- Pour la propulsion liquide, SNECMA (100% Safran), avec son usine de Vernon, est l'acteur principal pour la propulsion cryogénique. Astrium possède en Allemagne une compétence en propulsion par ergols liquides stockables non cryogéniques.
- Pour la propulsion solide, les acteurs sont SNECMA Propulsion Solide (100% Safran) et SNPE en France près de Bordeaux ainsi qu'Avio en Italie. Des sociétés communes franco-italiennes existent dans le domaine de la propulsion solide spatiale civile : il s'agit d'Europropulsion (SPS 50%, Avio 50%) et Regulus (Avio 60%, SNPE 40%). Un groupement économique existe en France pour la propulsion spatiale stratégique : le G2P (SPS 75%, SNPE 25%).

Cette liste ne présente que les principaux acteurs du secteur des lanceurs et est loin d'être exhaustive. **En ce qui concerne les équipements et sous-systèmes, on trouve de nombreuses autres sociétés européennes.** Parmi celles-ci, on peut citer la société allemande OHB Technology AG présente dans Ariane 5 à hauteur de 10% pour divers équipements, au travers de sa filiale MT Aerospace AG (70% OHB).

**Arianespace (23 actionnaires de 10 pays européens) est l'opérateur européen de services de lancements.** Il garantit à l'Europe l'indépendance de son accès à l'espace. C'est le n°1 mondial sur le marché commercial (72% des prises de commandes en 2008).

**Le paysage européen dans le secteur des satellites s'articule autour de deux grands maîtres d'œuvre généralistes, Astrium et le franco-italien Thales Alenia Space (Thales 67% et Finmeccanica 33%)** qui fait partie de l'Alliance Spatiale entre Thales et Finmeccanica. La société allemande OHB System AG (100% OHB Technology), bien plus petite en termes de chiffre d'affaires mais possédant aussi une capacité de maîtrise d'œuvre, fait figure de challenger.

Astrium Satellites est essentiellement présent en Allemagne, en France et au Royaume-Uni, mais aussi en Espagne. Thales Alenia Space est principalement implanté en France et en Italie, mais également en Belgique et en Espagne.

L'activité française d'Astrium dans le domaine des satellites est localisée à Toulouse. Celle de Thales Alenia Space se situe à Toulouse et à Cannes. Les capacités industrielles de l'Espagne dans le secteur des satellites comptent également Indra Espacio (Indra 51%, Thales Alenia Space 49%).

En Grèce, l'acteur principal est HAI (Hellenic Aerospace Industry).

Les activités de **services par satellites** sont, dans le cas d'Astrium, internes et dans le cas de l'Alliance Spatiale, confiées à une société parente de Thales Alenia Space, Telespazio (Finmeccanica 67%, Thales 33%), principalement présente en Italie.

Dans le cas d'HELIOS 2, Astrium Toulouse est le maître d'œuvre du satellite et de la plateforme tandis que Thales Alenia Space Cannes est responsable de l'instrument optique à très haute résolution dans le spectre visible ainsi que de la voie infra rouge.

#### **Quelques chiffres clés :**

- Arianespace : 315 personnes en 2008 pour un CA de 956 M€ ;
- Astrium : 13 000 personnes en 2008 pour un CA de 4,3 G€ ;
- Thales Alenia Space: 7200 personnes en 2008 pour un CA de 2 G€ ;
- SNECMA Propulsion Solide : 1200 personnes en 2008 pour un CA de 250 M€ ;
- SNPE Matériaux Energétiques (filiale de SNPE pour la propulsion solide) : 2 400 personnes pour un CA de 430 M€.

# Les enjeux scientifiques et technologiques de l'espace

**La maîtrise de l'espace offre un champ de possibilités large et essentiellement inexploité dans les domaines de la recherche scientifique et des applications technologiques.**

## **Cinq enjeux scientifiques pour répondre aux questions majeures de l'humanité :**

- les sciences de la Terre : connaissance océanique et climatique, interactions aérosols-nuages, rayonnement, étude du rayonnement solaire réfléchi, chimie atmosphérique, géodésie spatiale, prévention et réaction aux risques naturels, etc. ;
- les sciences de l'univers : astronomie, astrophysique et exploration du système solaire ;
- les sciences de la matière et de la vie en micropesanteur (vols habités) ;
- l'“exobiologie” : la question des origines et de l'évolution de la vie ;
- la physique fondamentale (interactions fondamentales et gravitation).

## **Des enjeux technologiques liés aux télécommunications, à l'observation et à la navigation :**

- Les services spatiaux dans le domaine des télécommunications sont les concurrents directs des moyens terrestres en téléphonie, télédiffusion et applications multimédia. Ils sont aussi des outils pour la médecine (télé-médecine, télé-épidémiologie et veille sanitaire, télé-assistance, télé-consultation), ou pour l'enseignement (télé-enseignement) ;
- L'observation de la Terre propose des applications environnementales (surveillance de l'environnement global<sup>1</sup>, océanographie, prévisions climatologiques) et des applications de défense. Elle comporte également un volet commercial et de service public ou privé. Les segments sol y tiennent un rôle capital ;
- Les systèmes globaux de navigation par satellite offrent des moyens d'aux de navigation, de positionnement et de synchronisation. Leur maîtrise est un gage d'autonomie politique, économique et stratégique.

**Ces enjeux nécessitent de préserver la capacité française et européenne d'accès à l'espace.** Dominant les technologies critiques du domaine spatial, compétent en matière d'architecture des systèmes satellitaires, développant une culture technique de “bout en bout” et réalisant des projets d'envergure, le CNES joue un rôle moteur dans ce domaine.

---

<sup>1</sup> GMES (Global Monitoring for Environment and Security) : surveillance planétaire, continue et durable de l'environnement terrestre.

# Les synergies spatiales civiles et militaires

La recherche dans le domaine spatial peut être schématiquement décomposée en quatre domaines :

- l'étude et l'exploration de l'univers ;
- l'observation de la Terre ;
- les services terrestres (télécommunication, localisation, datation, sauvegarde de la vie humaine,...) ;
- la maîtrise des moyens spatiaux (lanceurs, amélioration des coûts et performances des satellites).

Hormis le domaine de l'exploration de l'univers, qui reste pour le moment faiblement lié aux enjeux de défense nationale, tous ces domaines d'étude présentent un intérêt pour le secteur civil (institutionnel et/ou industriel) et intéressent les autorités militaires. De ce fait, les synergies sont nombreuses et les possibilités d'optimiser les budgets consacrés à l'espace sont bien réelles (observation de la Terre, océanographie, météorologie, navigation, surveillance de l'espace, télécommunications).

**La collaboration étroite qui existe au niveau national entre la DGA et le CNES est un gage de l'exploitation de ces synergies qui s'étendent des études technologiques les plus "amont" jusqu'aux programmes opérationnels.** Elle se concrétise dans les travaux de l'équipe CNES-Défense qui réunit le CNES, la DGA et l'EMA (Etat-major des armées), autour des missions de préparation de l'avenir, réalisation et mise en œuvre de projets duaux et de la Recherche et Technologie.

**Ainsi la réussite du programme HELIOS résulte également de la forte synergie entre les programmes concomitants HELIOS 2 et SPOT 5.** Elle illustre une dualité technologique croissante entre programmes civils et militaires et a permis de réduire les coûts de développement des programmes. Cette même dualité est très forte aussi dans le cadre du développement du programme de satellites PLEIADES, satellites optiques français haute résolution, dont l'exploitation opérationnelle doit débuter en 2010. Il convient de souligner également que le satellite TELECOM 2 intégrait des charges utiles civiles et militaires (SYRACUSE 2).

En matière de services apportés par les moyens spatiaux, certains besoins militaires conduisent à des exigences techniques qui vont parfois au delà des besoins du marché civil, notamment en termes de précision d'observation, de résistance au brouillage, de confidentialité des données ou d'écoute de signaux spécifiques. Dans ces cas particuliers, les développements de produits militaires dédiés s'imposent.

Sur le plan européen, l'Agence spatiale européenne (ESA), conduit des études et des programmes civils au profit des quinze nations membres. Cette agence favorise l'émergence et la réalisation de programmes spatiaux civils en coopération, en offrant un cadre éprouvé qui permet la mise en commun de budgets et la conduite de projets répondant à des besoins communs à plusieurs nations européennes (programmes Ariane, GALILEOSat, GMES, ...). Toutefois elle n'a pas vocation à accueillir des programmes militaires en coopération.

Ces coopérations, qui rassemblent généralement un nombre restreint de partenaires, se développent plutôt au sein de structures de programmes dédiées (programme HELIOS).